

Blue Dot: Alexander Gerst ist auf der ISS angekommen

Blue Dot: Alexander Gerst Has Arrived on Board the ISS

Seite 8 / page 8



EML – Hightech-Schmelzofen auf der Raumstation
EML – A High-Tech Melting Furnace on the Space Station

14

**Beschützer der Erde – Alexander Gerst schafft
Bewusstsein für unsere einzigartige Welt**

Earth Guardian – Alexander Gerst's Awareness Campaign for Our
Unique World

20

**Blue Dot –
Alexander Gerst forscht auf der ISS – Teil 2**

Blue Dot – Alexander Gerst Researching on the ISS – Part 2

24

Copernicus – Vom All in den Alltag
Copernicus – from Cosmos to Commonplace

28

Raumfahrtkalender
Space Calendar

36



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,

das Jahr 2014 ist für die deutsche Raumfahrt besonders spannend.

Dabei stehen die großen Themen immer in einem internationalen Kontext. Das zeigt einmal mehr: Raumfahrt kann man auf Dauer nicht erfolgreich im Alleingang betreiben. Unser engster und wichtigster internationaler Partner ist die ESA. Zwei ESA-Themen bestimmen aus deutscher Sicht dieses Jahr besonders: die Mission des Astronauten Alexander Gerst zur Internationalen Raumstation ISS und der Kometenjäger ROSETTA mit dem federführend von deutschen Wissenschaftlern entwickelten und gesteuerten Lander PHILAE.

Allerdings blickt die Mehrheit der deutschen Raumfahrt-Community auf die ESA-Ministerratskonferenz Ende des Jahres. Ganz oben auf der Agenda werden erneut die ISS und die Zukunft der europäischen Trägersysteme stehen. Gerade in politisch unruhigen Zeiten ist die ISS ein wichtiges Signal für eine erfolgreiche internationale Kooperation. Dieses Symbol sollte daher so lange wie möglich erhalten bleiben.

Derzeit befinden wir uns mitten in der Blue Dot-Mission von Alexander Gerst. Ich bin begeistert von dieser Mission und ihrer großen Resonanz in der Öffentlichkeit. Das liegt zu allererst an unserem Astronauten. Er ist ein exzellenter Botschafter technologischer Kompetenz, persönlichen Mutes und internationaler friedlicher Zusammenarbeit. Hier sprechen die Bilder vom Sojus-Start am 28. Mai eine deutliche Sprache: Alexander Gerst, der Russe Maxim Surajew und der US-Amerikaner Reid Wiseman zeigten sich als fröhliches Team. Wie viele Astronauten fasziniert Alexander Gerst die Jugend und inspiriert sie zur Auseinandersetzung mit Naturwissenschaft und Technik. Das zeigt die große Beteiligung an unseren verschiedenen Schülerexperimenten, die im Rahmen von Blue Dot durchgeführt werden. Als Ingenieur freue ich mich über die sichtbare Begeisterung und die Offenheit dieser Schüler ganz besonders. Deutschlands Rohstoff und Kapital ist Wissen. Jede Maßnahme, die das unterstützt, ist eine gute Investition in die Zukunft!

Die letzten Wochen standen auch für mich persönlich im Zeichen internationaler Zusammenarbeit. Bei intensiven Gesprächen auf der ILA in Berlin und im Ausland zeigte sich immer wieder: Deutsches Knowhow ist weltweit gefragt. So wünsche ich der deutschen Raumfahrt viele gute Kooperationen und den Entdeckergeist von Alexander Gerst.

Ihr Gerd Gruppe

Dear readers,

The year 2014 is a particularly exciting one for Germany's space community.

It is remarkable that its major events are all part of a bigger international context. This goes to show once again that space activities cannot be successfully operated in a single-handed, national approach. Our closest and most important partner is ESA. Two of ESA's key undertakings this year are the mission of Germany's astronaut Alexander Gerst on the International Space Station ISS and the comet hunter ROSETTA with its lander PHILAE, a vehicle developed and controlled by a German-led team of scientists.

However, the majority of the German space community also has its eyes on the conference of the ESA Ministerial Council which will be held at the end of the year. At the top of its agenda, once again, will be the ISS and the future of Europe's launcher systems. In a period of political uncertainty like the present the ISS becomes an important signal of successful international cooperation. It is therefore important to keep that signal alive for as long as possible.

We are currently in the middle of Alexander Gerst's Blue Dot mission. I am thrilled with this mission and the public resonance it is receiving. The main reason for this is the astronaut himself. He is an excellent ambassador of technological excellence, personal courage and peaceful international cooperation. The images of the Soyuz launch on May 28 clearly speak for themselves. Alexander Gerst, the Russian Maxim Surayev, and Reid Wiseman from the United States of America make a happy team. Like many other astronauts, Alexander Gerst fascinates young people and inspires them to take an interest in science and technology. This is demonstrated by the great number of Blue Dot experiments that were actually contributed by school children. Being an engineer myself, I am particularly pleased about the visible enthusiasm and open-mindedness of these students. Knowledge is Germany's main resource, it is our capital. Any measure undertaken to strengthen that resource is a good investment into the future!

Concerning myself, the past few weeks have been marked by numerous international encounters, too. Intensive conversations held during the Berlin Aerospace Show ILA and at various meetings abroad have shown over and over again that there is a worldwide demand for Germany's expertise. With this in mind, I wish the German space community the best of success in its international ventures, and Alexander Gerst's spirit of discovery.

Sincerely, Gerd Gruppe

Facing Space –

Die Meinung unserer internationalen Partner

In dieser Ausgabe: SSO-Vorstand Daniel Neuenschwander

Positions of Our International Partners

In this Edition: SSO Head Daniel Neuenschwander



© Rat der Europäischen Union



Auf der ESA-Ministerratskonferenz im Dezember 2014 wird über die Zukunft der Internationalen Raumstation ISS (Foto) und der Ariane-Trägerrakete entschieden.

At the ESA Ministerial Council 2014 in Luxembourg, it will be decided on the future of the International Space Station ISS (picture) and the Ariane launcher system.

Der gelernte Airline-Pilot Daniel Neuenschwander wurde im Juli 2009 zum Vorstand der Schweizer Raumfahrtagentur Swiss Space Office (SSO) berufen. In dieser Funktion führte er die Schweizer Delegation bei den ESA-Ministerratskonferenzen 2009 und 2012 und übernimmt viele nationale Raumfahraufgaben. So gehört er zum Beispiel dem Aufsichtsrat des Swiss Space Centers an.

Wo sehen Sie die Stärken der Schweiz als Raumfahrtstandort? Wo werden Sie als Schweizer Agentur Schwerpunkte in der Zukunft setzen?

Die Stärken des schweizerischen Raumfahrtsektors liegen vor allem in der Technologie, bei den wissenschaftlichen Instrumenten und im Raumtransport. In Zukunft wollen wir unsere Kapazitäten auf dem Gebiet der Kleinsatelliten und der Miniaturisierung weiter ausbauen. Darüber hinaus wollen wir die Anwendung bereits vorhandener, ausgezeichneter Geländedaten und Bodennetze vorantreiben. Der Hauptfaktor hierbei wird der kommerzielle Nutzen sein.

Die Schweiz ist ein Land mit viel Gestaltungsspielraum für Initiative „von unten“, wo sich gute Ideen entfalten können. Die nationale Raumfahrtbehörde sieht ihre Aufgabe darin, die Rahmenbedingungen zur Umsetzung solcher Ideen zu schaffen. Sie fördert technische Innovation und wissenschaftliche Exzellenz in der Raumfahrt und somit das Wachstum. Unsere Ziele sind dabei

- verstärkte internationale Kooperation
- Förderung der Ausbildung in den für die Raumfahrt relevanten Fächern, insbesondere in den Ingenieurwissenschaften
- Schaffung günstiger Rahmenbedingungen, um die Eintrittshürden im Raumfahrtsektor zu senken
- verstärkte Nutzung von weltraumbasierten Dienstleistungen für intelligente Lösungen im öffentlichen und staatlichen Sektor, wo dies nachweislich Vorteile bringt.

Sie teilen sich die Präsidentschaft des ESA-Ministerrats mit Luxemburg. Wie sieht die Arbeitsteilung zwischen der Schweiz und Luxemburg aus? Was bedeutet diese Präsidentschaft für Ihr Land?

Ziel der gemeinsamen Präsidentschaft ist es, die Stärken beider Länder zu nutzen, wobei die Rollen und Zuständigkeiten klar verteilt sind. Der dabei entstehende intensive Austausch sichert größtmögliche Kontinuität. Die Schweiz als ESA-Gründungsmitglied ist zuständig für die Belange der ESA, während Luxemburg mit seiner langen Erfahrung in der Europäischen Union die Beziehungen zwischen ESA und EU betreut.

Die Schweiz möchte durch die Co-Präsidentschaft zur Stärkung der europäischen Raumfahrt beitragen. Dank der Bemühungen von 30 Mitgliedsstaaten der ESA und der EU

In July 2009, the licenced airline pilot Daniel Neuenschwander was appointed head of Switzerland's space agency, Swiss Space Office (SSO). In this function, he headed the Swiss delegation during the ESA Ministerial Councils in 2009 and 2012. He also chairs a number of national bodies linked to space, like, for example, the board of directors of the Swiss Space Center.

What do you think are the strong points of Switzerland's space sector? As a space agency, what will you particularly focus on in the years to come?

The main strengths of the Swiss Space sector lie especially in the fields of technology, scientific instruments, and space transport. In the future, we want to further develop capacities in the area of small satellites and miniaturisation. In addition, we will push forward with applications, where we benefit from excellent field mapping and ground networks. The key driver will be economic viability.

Switzerland is a bottom-up country with plenty of room for great ideas. The role of SSO is to set the framework conditions facilitating the realisation and to promote technological innovation and scientific excellence in space activities leading to growth, so as to

- reinforce international cooperation in selected fields;
- promote education in space-relevant disciplines, mainly engineering;
- establish a framework aimed at lowering entry hurdles in the space business;
- promote the use of space-based services for smart public and governmental action when proven advantages have been demonstrated.

Switzerland is currently sharing the presidency of ESA's Ministerial Council with Luxembourg. How is the division of tasks panning out between Switzerland and Luxembourg so far and what does that presidency mean to your country?

The co-presidency aims at using the strengths of both countries with a clear allocation of roles and responsibilities and leads to a close dialogue, thus assuring consistency. Switzerland is a founding member of ESA and is in charge of ESA affairs, while Luxembourg, with its longstanding experience in the EU, is in charge of the relations between ESA and the EU.

Through its co-presidency, Switzerland wants to contribute to the strengthening of the European space sector. With the efforts of 30 ESA and EU member states, Europe has great scientific and industrial potential in space. But we need to create optimal boundary conditions at a political level in order to hold our ground against global competitors and to support sectorial policies using information generated from space infrastructure.

verfügt Europa in der Raumfahrt über ein erhebliches wissenschaftliches und industrielles Potenzial. Aber wir müssen auf der politischen Ebene handeln und geeignete Bedingungen herstellen, um im globalen Wettbewerb bestehen zu können und wir müssen eine Industriepolitik unterstützen, die uns gestattet, unser Wissen in der Weltraumtechnik optimal zu nutzen.

Für die Schweiz ist es eine großartige Chance, gemeinsam mit den anderen ESA-Mitgliedsstaaten die Zukunft unserer Raumfahrtagentur mit zu gestalten. Um die ESA zukunftsfähig zu machen, müssen wir meines Erachtens drei Mindestvoraussetzungen erfüllen:

- Bei allen ESA-Programmen müssen wissenschaftliche Exzellenz und technische Innovation an erster Stelle stehen.
- Die ESA muss unter Beibehaltung ihres zwischenstaatlichen Charakters die Möglichkeit haben, zusätzliche Dienstleistungen für verschiedene Partner zu erbringen, so auch für die EU.
- Die globale Wettbewerbsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen in Europa sowie der europäischen Industrie insgesamt muss nachhaltig gestärkt werden, und zwar sowohl auf dem Raumfahrtsektor als auf den anderen Märkten.

Auf der vergangenen Tagung in Neapel waren die Fortführung des Ariane-Programmes und die Zukunft der Internationalen Raumstation ISS schwierige Themen, bei denen die Schweiz und Luxemburg zwischen der deutschen und den französischen Fraktion sehr intensiv vermittelten haben. Wie sehen Sie die Entwicklung in diesem Jahr?

Die ESA hat bisher gute Arbeit geleistet: Sie hat das Mandat erfüllt, das der Ministerrat ihr in Neapel erteilt hat, und sich eng nach dem dort ausgehandelten deutsch-französischen Kompromiss ausgerichtet. Die gemeinsame Präsidentschaft verfolgt die Entwicklungen bei beiden Themen mit großer Aufmerksamkeit und bringt die zuständigen Minister zusammen, so oft es nötig ist, um bei der Suche nach gemeinsamen Lösungen voranzukommen. Diese Lösungen müssen die ESA in die Lage versetzen, Entscheidungen zu treffen und ihre Programme auch zukünftig flexibel und termingerecht durchzuführen. Dies ist wichtig zur Festigung ihrer weltweit anerkannten Position.

Mit welchen Ergebnissen kann man in diesen Streitfragen rechnen?

Wir brauchen eine klare, starke Botschaft an die internationalen Partner und Wettbewerber, wo Europa hinsichtlich der Trägerraketen jetzt und in Zukunft steht. Darüber hinaus müssen die Investitionen auf dem Trägerraketensektor einerseits und bei den wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Programmen der ESA andererseits in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Denkbar ist letztlich auch, aufbauend auf der ISS-Erfahrung, eine Richtungweisende politische Aussage zu den Zielen und möglichen Partnern künftiger europäischer Missionen.

It is a great opportunity for Switzerland to make a joint effort with all ESA Member States to shape the future of our agency. In my opinion, ESA is ready for the future if we achieve at least the following three goals:

- ensure that ESA programmes are driven by scientific excellence and technological innovation
- allow ESA to serve and conduct additional activities for different actors, such as the EU, while keeping its intergovernmental character
- reinforce the competitiveness of European SMEs, but also European industry in general, on the global space and non-space markets.

Some of the difficult issues debated at the last meeting of the Ministerial Council in Naples were the future of the Ariane programme and the continuation of the International Space Station. Switzerland and Luxembourg made a very intensive effort to help forge a compromise between the German and French delegations. How have things been developing this year?

ESA has so far done a good job in fulfilling the mandate it has received from the ministers in Naples and in respecting the compromise between Germany and France. The co-presidency is making its best efforts to keep track of developments in both matters and to bring together the ministers whenever needed in order to progress in the search for common solutions. These solutions must enable ESA to take decisions and implement programmes also in the future in a flexible and timely way. This is key if it wants to strengthen its recognised position at a worldwide level.

What results can be expected of this contentious debate? We need to send a clear and strong message towards international partners and competitors on where Europe stands and will stand regarding launchers. In addition, we need a proper balance between the investments in the launcher sector and those in other ESA programmes like scientific and applications programmes. Last but not least, a political message on where Europe is expected to go in terms of destinations and potential partners in exploration, building on the ISS experience, seems achievable.





Die drei von der ISS

„Selfie“ im Ausguck: Die Raumfahrer der Expedition 40/41 (von oben im Uhrzeigersinn) Alexander Gerst, Maxim Surajew und Reid Wiseman sorgen erst einmal für ein Erinnerungsfoto. Kurz nach ihrer Ankunft am 29. Mai 2014 auf der Internationalen Raumstation ISS entstand das Bild in der Cupola – dem „Auszug“ der ISS. Die drei Crewmitglieder haben dreieinhalb Jahre lang gemeinsam trainiert. In dieser Zeit war Alexander Gerst viel unterwegs. Seinen Haushalt hat er vor seinem Flug auf verschiedenen Kontinenten eingerichtet: In Russland wohnte er im Sternenstädtchen, in Houston (USA) hat er ein Apartment und in Köln eine Wohnung. Zuhause fühlt er sich überall, weil er allerorts auf Freunde trifft: Ein gemeinsames Abendessen in den USA, Grillen in der Garage mit den russischen Trainern, Jogging mit Crew-Kollege Reid Wiseman. Das hat die Crew „zusammengeschweißt“.

The Three from the ISS

A selfie taken inside the ISS lookout: the crew of expedition 40/41 (from top to bottom, clockwise): Alexander Gerst, Maxim Surayev, and Reid Wiseman take their first souvenir photo. The picture was taken in the cupola, the station's lookout platform, shortly after their arrival on the International Space Station ISS on May 29, 2014. Prior to their flight, the three crew members had spent three and a half years of training together. During these years, Alexander Gerst travelled a lot, having set up his household on different continents: in Russia he lived in Star City, and he has an apartment in Houston (Texas) and one in Cologne. He feels at home in all of them, because he meets with friends everywhere – at a dinner party in the USA, a barbecue in a garage with his Russian instructors, and running with his crewmate Reid Wiseman. All this has forged a strong bond between the crew members.



Blue Dot:

Alexander Gerst ist auf der ISS angekommen

Von Volker Schmid

Am 29. Mai um 9.52 Uhr (5.52 Uhr MESZ) herrscht Aufatmen am kasachischen Kosmodrom in Baikonur: Nach 27 langen Minuten des Wartens öffnet sich endlich die Luke, die das Sojus-Raumschiff von der Internationalen Raumstation ISS trennt. Ein Kopf taucht am unteren Rand der Luke auf – das breite Grinsen auf diesem Gesicht kennen wir seit dem Einstieg in den Crewbus in Richtung Startrampe –, schiebt sich langsam in Richtung ISS-Verbindungstür – der sogenannten „Hatch“ – und dreht sich zu Kosmonaut Oleg Artjemjew. Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst schwiebt als erster Neuankömmling in die Raumstation – der Beginn seiner Mission „Blue Dot“. Nach einer herzlichen Umarmung der Mannschaft an Bord dürfen dann auch die beiden Kameraden Reid Wiseman (USA) und Maxim Surajew (Russland) endlich durch die Luke in die Station kommen. Das Ende einer erfolgreichen rund sechsstündigen Anreise, die in Baikonur von der Gerst-Familie und der Blue Dot-Crew am Boden frenetisch und zugleich erleichtert gefeiert wird.

Blue Dot:

Alexander Gerst Has Arrived on Board the ISS

By Volker Schmid

On May 29, 2014, at 9.25h local time (5.52h CEST), everybody at the Kazakh cosmodrome of Baikonur takes a deep breath: after 27 long minutes of waiting, the hatch that separates the Soyuz spaceship from the International Space Station (ISS) opens at last. A head pops up at the lower edge of the hatch – we have often seen the broad grin on that face since the crew boarded the bus to the launch pad – and slowly moves towards the connecting door to the ISS and towards cosmonaut Oleg Artemyev. The first new arrival of expedition crew 40/41 to drift into the space station, the German ESA astronaut Alexander Gerst embarks on his Blue Dot mission. After he has been given a warm welcome hug by the crew on board, his two fellow expedition members, Reid Wiseman (USA) and Maksim Surayev (Russia), can finally float into the station through the hatch. This marks the end of a successful journey of around six hours, applauded with ecstasy and relief in equal measure by the Gerst family and the Blue Dot crew on the ground.

Fotografieren zählt neben Bergwandern, Klettern, Tauchen, Fallschirmspringen und Fechten zu den Hobbies von Alexander Gerst.

One of Alexander Gerst's favourite pastimes besides mountain hiking, rock climbing, skin-diving, parachuting, and fencing is taking photographs.



Autor: **Volker Schmid** ist Missionsmanager für die Blue Dot-Mission von Alexander Gerst beim DLR Raumfahrtmanagement. Er begleitet die Mission intensiv und hat den Start des elften deutschen Astronauten vom kasachischen Kosmodrom Baikonur aus live miterlebt.

Author: **Volker Schmid** is Alexander Gerst's Blue Dot mission manager at the DLR Space Administration. He attends to the mission on a daily basis and was at the Baikonur cosmodrome to witness the launch of Germany's eleventh astronaut personally.

In Baikonur sind alle aufgeblieben. Niemand hat zwischen Start und Landung auch nur annähernd an Schlaf gedacht. Zu aufregend ist diese Raumfahrt nacht in der kasachischen Steppe, die mit dem Start am 29. Mai 2014 um 1.57 Uhr Ortszeit (28. Mai 2014 um 21.57 Uhr MESZ) begonnen hat, mit dem erfolgreichen Docking um 7.44 Uhr Ortszeit weiterging und auch mit dem sogenannten „Hatch Opening“ um 9.52 Uhr noch immer nicht zu Ende ist. Nach dem Öffnen der Luke lässt es sich die Crew nicht nehmen, vom russischen Swesda-Modul der ISS mit den Familienangehörigen und den Teams in Baikonur zu sprechen. Mit Juri Gagarin im Rücken werden per Funktelefon und Videobotschaft Glückwünsche nach oben und Freudentaumel nach unten gesandt. „Es ist großartig, hier zu sein“, sind dann auch die ersten Worte, die von Alexander Gerst mit einem starken Rauschen in der Leitung rund 400 Kilometer weiter unten in Baikonur ankommen. „Wir fühlen uns alle großartig. Es ist ein Traum, hier zu sein“, antwortet er auf die Frage seiner Freundin, wie der Flug war. „Dein Lächeln sagt einfach alles. Du bist genau am richtigen Ort gelandet“, schickt sie wenig später per Telefon als Bestätigung nach oben – alles ein bisschen zeitversetzt versteht sich. Nach weiterem Jubel und Gratulationen der Oma und der Mutter gibt Gerst dem Vater gegenüber zu: „Ich bin schon ein bisschen müde wegen des Fluges.“ Doch an schlafen sei noch nicht zu denken: „Wir haben hier noch einiges zu tun. Ich werde noch einen kleinen Rundgang machen. Werde schauen, wo die Notfallgeräte sind. Um die Raumanzüge muss ich mich auch kümmern. Erst in ein paar Stunden können wir schlafen.“ Als der DLR-Vorstandsvorsitzende Prof. Johann-Dietrich Wörner nach den kurzen Grüßen von Gerst's Brüdern dem



Die Erde fest im Blick: Alexander Gerst schaut sich den „Blauen Punkt“, der seiner Mission Blue Dot den Namen gibt, genau und ehrfürchtig an.

Earth-gazing: Alexander Gerst takes a long and reverent look at the namesake of his mission, the ‘Blue Dot’.

deutschen Astronauten zu dem wunderbaren Flug gratuliert, schwärmt er dann noch einmal: „Es war ein fantastischer Flug in der Sojus mit meinem russischen und meinem amerikanischen Freund. Auf der Station werde ich noch mehr internationale Partner und Freunde treffen. Ich bin glücklich, hier mit allen zusammenarbeiten zu können und der Menschheit zu zeigen, wie großartig es hier ist, wie großartig die Zusammenarbeit mit der internationalen Crew funktioniert.“

Schwerelose Wissenschaft

Auch im Raumfahrtkontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen feiert noch ein kleiner Rest im blauen Salon und im Columbus-Kontrollzentrum (Col-CC), werden Glückwünsche nach Baikonur geschickt – man ist auch hier in Bayern am Puls



Erfolgreicher Start: Die Crew ist am 28. Mai 2014 um 21.57 Uhr mitteleuropäischer Zeit (1.57 Uhr Ortszeit) vom Weltraumbahnhof Baikonur aus ins All aufgebrochen. Ihr Flug vom Startplatz in Kasachstan bis zur ISS dauerte sechs Stunden.

A successful launch: on May 28, 2014 at 21.57 CEST (01.57 local time), the crew took off into space from the Baikonur spaceport. Their flight from Kazakhstan to the ISS took six hours.

into raptures once again: ‘It was a fantastic flight on the Soyuz together with my Russian and my American friend. On the station, I am going to meet more of my international partners and friends. I am happy to be able to join the team, to show mankind how great things are up here and how perfectly the international crew is working together.’

Science in microgravity

At the DLR Space Operations Centre in Oberpfaffenhofen, a few die-hards are still celebrating in the blue salon, and from the Columbus Control Centre (Col-CC) they are sending congratulations to Baikonur – staff here in Bavaria, too, are closely in touch with the Blue Dot mission. It is the people at the Col-CC who support the ISS astronauts around the clock, in permanent contact with the other five ISS control centres. They are responsible for the science hardware and for the smooth running of operations in the European Columbus laboratory. Long before the mission actually began, they were busy working out experiment schedules and workflows and integrating new experiment series into the schedule. Alexander Gerst will be involved in a total of 100 experiments, of which about 35 are European. 25 are led by German project scientists or supported by German industry. A scientist himself, Alexander Gerst will contribute his experience to make life on ‘spaceship Earth’ a little better, following the mission’s motto, ‘Shaping the Future’. While he is working on the ISS as a member of expeditions 40 and 41, acting as – so to speak – the ‘long arm’ of research, a large team of scientists will have to trust him to conduct their experiments in space conscientiously and successfully. They include DLR experiments like DOSIS 3D to characterise cosmic radiation as well as materials science experiments in the electromagnetic levitator (EML; see page 14). Furthermore, the daily timetable of the 38-year-old astronaut also contains investigations of the Earth’s magnetic field with MagVector/MFX as well as experiments from research institutions like the Berlin Charité Hospital, the German Sport University, or the Fraunhofer Institute for Physical Measurement and companies like Airbus.

The astronaut as plumber and fitter

Yet Alexander Gerst’s daily work consists not only of science. He will spend a great and important part of his working hours on preventive and corrective maintenance in the American as well as the European section of the station. In the American section, for example, he will be monitoring the water recycling system, inspecting the defibrillator, and servicing the air sampling system. He will be looking after the furnishings of the crew’s quarters and inspecting the portable emergency systems as well as the treadmill once a month. Cleaning the kitchen is another of Alexander Gerst’s duties. Yet another is preparing the American spacesuits for EVAs. Their batteries must be fully charged to provide power, light, communication, and life support; oxygen as well as cooling and drinking water containers must be filled. Suits and helmets must be airtight – a vital job. In the European part, he is responsible for the Columbus module. Alexander Gerst will take a water sample from the cooling system, which will be packaged, sent to Earth, and examined for contamina-

der Blue Dot-Mission. Denn die Col-CC-Mitarbeiter unterstützen die ISS-Astronauten rund um die Uhr, stehen permanent mit den fünf weiteren ISS-Kontrollzentren in Verbindung. Sie sind für die Versuchsanlagen und den reibungslosen Ablauf im europäischen Columbus-Labor verantwortlich. Schon lange vor Missionsbeginn wurden hier Pläne und Abläufe zu den Experimenten erstellt und neue Versuchsreihen in den Ablauf eingefügt. An insgesamt 100 Experimenten ist Alexander Gerst beteiligt. Etwa 35 davon sind europäisch. 25 finden unter Führung deutscher Projektwissenschaftler oder mit deutscher Industriebeteiligung statt. Alexander Gerst ist selbst Wissenschaftler. Unter dem Motto „Shaping the Future – Zukunft gestalten“ wird er seine Erfahrungen einbringen, um das Leben auf dem „Raumschiff Erde“ ein Stück besser zu machen. Wenn er als Mitglied der Expeditionen 40 und 41 sozusagen als „langer Arm“ für die Forscher sechs Monate lang auf der Raumstation arbeitet, wird ein großes Wissenschaftler-Team darauf angewiesen sein, dass er im All ihre Experimente gewissenhaft und erfolgreich durchführt. Dazu gehören Experimente des DLR wie DOSIS-3D zur Charakterisierung der Weltraumstrahlung, materialwissenschaftliche Experimente im Elektromagnetischen Levitator EML (siehe Seite 14) oder die Untersuchung des Erdmagnetfelds mit MagVector/MFX. Aber auch Experimente von Forschungseinrichtungen wie der Charité Berlin, der Deutschen Sporthochschule oder dem Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik sowie von Unternehmen wie Airbus werden auf dem täglichen Stundenplan des 38-jährigen Astronauten stehen.

Astronaut als Klempner und Installateur

Doch Alexander Gersts Arbeitsalltag besteht nicht nur aus Wissenschaft. Einen großen und wichtigen Teil seiner Arbeit verbringt er mit Wartung und Instandsetzung der Station. Dabei ist er sowohl für US-amerikanische als auch für europäische Arbeiten eingeteilt. So wird er im US-Teil der ISS das Wasseraufbereitungssystem überwachen, den Defibrillator inspizieren und das Luftprobenammelsystem warten. Er kümmert sich um die Ausstattung der Mannschaftsquartiere, inspiziert die tragbaren Notfallsysteme sowie monatlich das Laufband. Auch das Putzen der Küche gehört zu Alexander Gersts Aufgaben. Die amerikanischen EVA-Anzüge bereitet er für den Ausstieg vor: Die Batterien müssen für die Stromversorgung, Licht, Kommunikation und Lebenserhaltungssysteme vollständig geladen, Kühl- und Trinkwasser sowie die Sauerstoffversorgung gefüllt sein. Anzug und Helm müssen dicht sein – ein lebenswichtiger Job. Im europäischen Teil ist er für das Columbus-Modul zuständig. Alexander Gerst soll eine Wasserprobe aus dem Columbus-Kühlkreislauf nehmen. Die Probe wird verpackt, zur Erde geschickt und dort auf Verunreinigungen untersucht. Auch die Hardware im europäischen Labor wird erneuert: Alexander Gerst soll die alten Bandrekorder gegen moderne, raumfahrttaugliche Festplattenrekorder austauschen.

Es war ein fantastischer Flug in der Sojus mit meinem russischen und meinem amerikanischen Freund. Auf der Station werde ich noch mehr internationale Partner und Freunde treffen. Ich bin glücklich, hier mit allen zusammenarbeiten zu können und der Menschheit zu zeigen, wie großartig es hier ist, wie großartig die Zusammenarbeit mit der internationalen Crew funktioniert.

Alexander Gerst, elfter deutscher Astronaut

It was a fantastic flight on the Soyuz together with my Russian and my American friend. On the station, I am going to meet more of my international partners and friends. I am happy to be able to join the team, to show mankind how great things are up here and how perfectly the international crew is working together.

Alexander Gerst, eleventh German astronaut

Letzter ATV-Raumfrachter besucht die Raumstation

Auch für den europäischen Raumtransporter ATV-5 „Georges Lemaître“ ist Alexander Gerst zuständig. Nur: Das größte und leistungsfähigste aller ISS-Versorgungsfahrzeuge kann ebenso wie das russische Progress automatisch am russischen Swesda-Modul ankoppeln. Alexander Gerst wird die Annäherung des ATV und das sogenannte Docking auf einem Monitor überwachen. Im Notfall kann er das Manöver unterbrechen. Nach der Ankunft wird er gemeinsam mit seinen Kollegen das Raumschiff entladen. Doch nicht alle Transporter können automatisch an die Raumstation andocken. Die beiden kommerziellen amerikanischen Versorgungsschiffe Cygnus von der Firma Orbital und Dragon von SpaceX brauchen die Hilfe der ISS-Besatzung, ebenso das japanische HTV. Im Aussichtsmodul Cupola steuert Alexander Gerst – unterstützt von einem Kollegen – den großen kanadischen Roboterarm und kontrolliert das Manöver. Befindet sich das Raumschiff etwa zehn Meter vor dem Greifer, fängt er es ein und dockt das neun Tonnen schwere Fahrzeug am amerikanischen Teil an. Mit Hilfe des Greifarms koppelt Alexander Gerst das Raumschiff später wieder ab, bewegt es von der ISS weg und gibt es frei.

EVA – alles, aber kein Weltraumpaziergang

Die größte Herausforderung für jeden Astronauten ist ein Außenbordeinsatz, eine sogenannte Extravehicular Activity (EVA). Nur geschützt durch seinen Raumanzug ist der Astronaut den gefährlichen Bedingungen im All ausgesetzt – wahrlich mehr als nur ein Weltraumpaziergang. Mindestens einmal, voraussichtlich am 28. August 2014, wird Alexander Gerst die ISS verlassen – ein Höhepunkt seiner Mission. Er ist sowohl für den russischen Raumanzug ORLAN als auch für die amerikanische Extravehicular Mobility Unit (EMU) ausgebildet. Schon Tage vor dem Ausstieg muss Alexander Gerst den Raumanzug überprüfen und sich körperlich und mental auf die Extremsituation einstellen. Er steht dann nur noch sehr begrenzt für andere Aufgaben zur Verfügung. Für den EVA wird er in einem amerikanischen Raumanzug über die Quest-Schleuse die Raumstation verlassen und in den Weltraum hinaus-schweben. Sechs Stunden lang wird Alexander Gerst Außenanlagen der Station warten und wissenschaftliche Experimente installieren. Die Arbeiten bei einem EVA sind sehr anstrengend und erfordern ständig maximale Aufmerksamkeit und Koordination – und das alles in einer sehr stressigen, lebensfeindlichen Umgebung. Erst eine Woche nach seinem EVA hat er sich vollständig erholt und steht wieder für medizinische Versuche zur Verfügung.

Fünf Jahre – rund 6000 Stunden lang – hat Alexander Gerst für seine Mission weltweit trainiert und sich in Houston, Moskau, Tokio und Köln auf das Leben und Arbeiten in der ISS vorbereitet. Mit dem Start vom kasachischen Weltraumbahnhof Baikonur muss er seine erworbenen Kenntnisse in seinen sechs Monaten im Weltall nun anwenden.

tions there. The hardware in the European laboratory will be renewed as well: Alexander Gerst will exchange the old tape recorders by modern hard-disc devices that are suitable for space.

The last ATV space freighter visits the space station

Alexander Gerst is also responsible for the European automated transfer vehicle ATV5, Georges Lemaître. Like the Russian Progress, ATV5 – the biggest and most efficient of all ISS supply vehicles – is capable of docking automatically to the Russian Zvezda module. It will be Alexander Gerst who will closely monitor the approach and docking manoeuvre on a screen. In case of an emergency, he can abort the manoeuvre. Once docking is complete, Alexander and his crew mates will unload the spacecraft. However, not all transport vehicles are capable of docking on to the station automatically. The two commercially built US supply vehicles, Cygnus built by Orbital and Dragon built by SpaceX, need some help from the ISS crew, as does Japan's HTV. From the cupola, the station's observatory module, Alexander Gerst – assisted by a colleague – will manipulate the large Canadian-built robotic arm and control the entire manoeuvre. Once the nine-ton ship is about ten metres away it is caught by the gripper device and docked on to the American section. Later, again using the gripper arm, Alexander Gerst will undock the vehicle, move it away from the ISS and release it.

Mit dem Flug von Alexander Gerst wird das deutsche Engagement in der bemannten Raumfahrt konsequent fortgesetzt. In den letzten Jahrzehnten, beginnend mit den Flügen von Sigmund Jähn und Ulf Merbold, haben deutsche Ingenieure und Wissenschaftler mit dazu beigetragen, dass sich der Mensch im Erdorbit etablieren konnte. Wieder zeigt die Raumfahrt, was möglich ist, wenn über alle Grenzen hinaus international kooperiert wird, um ein gemeinsames Ziel zu verfolgen und dieses auch gemeinsam zu erreichen.

Prof. Johann-Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des DLR

With Alexander Gerst's mission, Germany consistently follows its commitment to human spaceflight. In the last few decades, beginning with the flights of Sigmund Jähn and Ulf Merbold, German engineers and scientists have been contributing towards enabling humankind to establish itself in an Earth orbit. Once again, spaceflight shows what can be done if there is international co-operation beyond national borders to pursue a common goal and reach it together.

Prof. Johann-Dietrich Wörner, Chairman of the DLR Executive Board

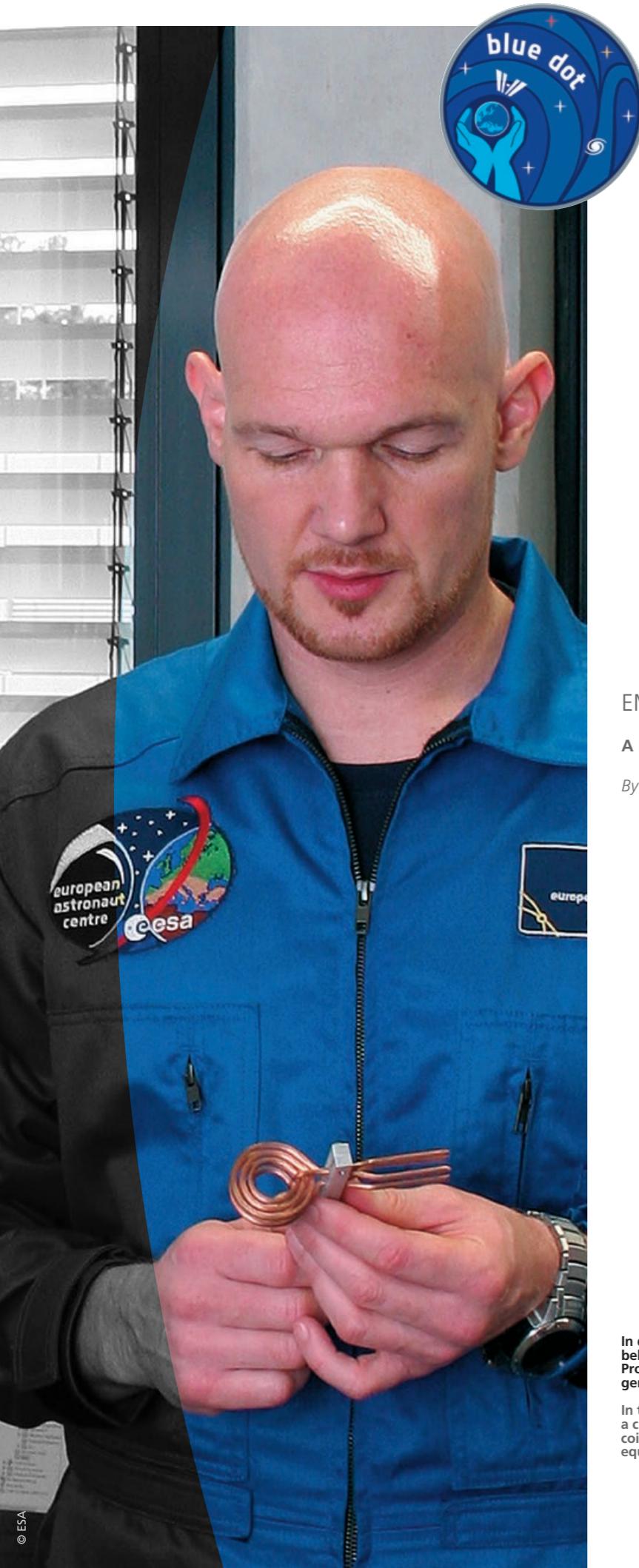
American Extravehicular Mobility Unit (EMU). Days before leaving the ISS, Alexander Gerst will have to check the spacesuit and adjust to the extreme situation both physically and mentally. During that time, his availability for other tasks will be highly restricted. For the EVA, he will leave the space station in an American spacesuit through the Quest airlock and float out into space. For six hours, Alexander Gerst will be servicing equipment outside the station and installing a number of scientific experiments. EVAs are known to be very strenuous and require a continuous maximum level of alertness and coordination. After his EVA, Alexander will take a week to recover completely, after which he will be available again for medical experiments.

Alexander Gerst spent five years or around 6,000 hours of training for his mission all over the world, getting ready for his life and work on the ISS in Houston, Moscow, Tokyo, and Cologne. After the take-off from the Kazakh spaceport at Baikonur, he will now have to put the knowledge thus acquired to practical use during his six months in space.



Kaum ist Alexander Gerst auf der Internationalen Raumstation ISS angekommen, schon muss er kräftig anpacken: Experimente durchführen, Raumfrachter ausräumen, die Raumstation warten und so weiter. Dennoch bleibt ihm auch die Zeit, sich gemeinsam mit seinen Crewmitgliedern Spiele der Fußballweltmeisterschaft in Brasilien anzuschauen. Und da Deutschland gegen die USA 1:0 gewonnen hat, müssen die Haare von Crewkollegen Reid Wiseman runter. Wettschulden sind schließlich Ehrenschulden. Das gilt für die Erde, wie auch für's Weltall.

Hardly arrived on board the International Space Station ISS, Alexander Gerst has his job cut out: run experiments, unload the supply vehicle, perform maintenance work on the space station and so forth. But he still has time to watch the Brazil World Cup. And given that Germany beat the USA 1:0, his crew mate Reid Wiseman's hair has to come off. A gambling debt is a debt of honour – both on Earth and in space.



EML:

Hightech-Schmelzofen für die Raumstation

Von Wolfgang Dreier

Vor mehr als 25 Jahren nahm eine revolutionäre Idee ihren Anfang: metallische Legierungen sollten in Schwerelosigkeit ohne störende, schwerekraftbedingte Einflüsse berührungslos geschmolzen werden. Deutsche Wissenschaftler und Ingenieure begannen damit, Schritt für Schritt eine Anlage aufzubauen, in der man sechs- bis acht Millimeter große Proben unter Schwerelosigkeit halten, aufschmelzen und anschließend bis zur Erstarrung experimentell untersuchen kann – das war die Geburtsstunde des Elektromagnetischen Levitators (EML). Konnten die Proben zunächst in Vorläufermodellen dieses Hightech-Schmelzofens auf TEXUS-Raketen und in Parabelflügen nur sehr kurz der Schwerelosigkeit ausgesetzt werden, so steht nun das Meisterstück kurz bevor: Am 25. Juli 2014 (24. Juli Ortszeit) soll EML mit dem europäischen Raumfrachter Automated Transfer Vehicle (ATV)-5 „Georges Lemaître“ auf einer Ariane-5 Rakete vom Weltraumbahnhof in Kourou zur Internationalen Raumstation ISS aufbrechen. Dort, rund 400 Kilometer über der Erde, können dann Langzeitexperimente durchgeführt und ganze Serien verschiedener Materialien prozessiert und erstarrt werden.

EML:

A High-Tech Melting Furnace for the Space Station

By Wolfgang Dreier

More than 25 years ago, a revolutionary idea was born: to melt metal alloys in microgravity without any disturbing gravity-induced factors, in a contactless process. Step by step, German scientists and engineers began to build a device in which specimens six to eight millimetres in size can be held in suspension and melted, to subsequently study their behaviour until and during solidification. It was the hour at which the electromagnetic levitator (EML) was born. While early experiments in predecessor models of the high-tech furnace during TEXUS rockets and parabolic flight campaigns could expose samples to microgravity only for very brief periods of time, the masterstroke is now imminent: on July 25, 2014, (July 24 local time), the EML will take off from the Kourou space centre to the ISS on a European space freighter, the Automated Transfer Vehicle (ATV-5) Georges Lemaître, aboard an Ariane-5 launcher. There, about 400 kilometres above ground, experiments of longer duration can be carried out, processing and solidifying entire series of specimens of different materials.

In der Schwerelosigkeit werden mit der EML-Anlage Legierungen behälterfrei geschmolzen. Eine elektromagnetische Spule hält die Probe in der Schwere. Alexander Gerst hat sich diese Probe schon genau angesehen.

In the EML, alloys are melted under microgravity conditions without a crucible. The specimen is kept in suspense by an electromagnetic coil. Alexander Gerst has already familiarised himself with the equipment on the ground.



Autor: **Wolfgang Dreier** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Forschung unter Weltraumbedingungen des DLR Raumfahrtmanagements und zuständig für das EML-Projekt.

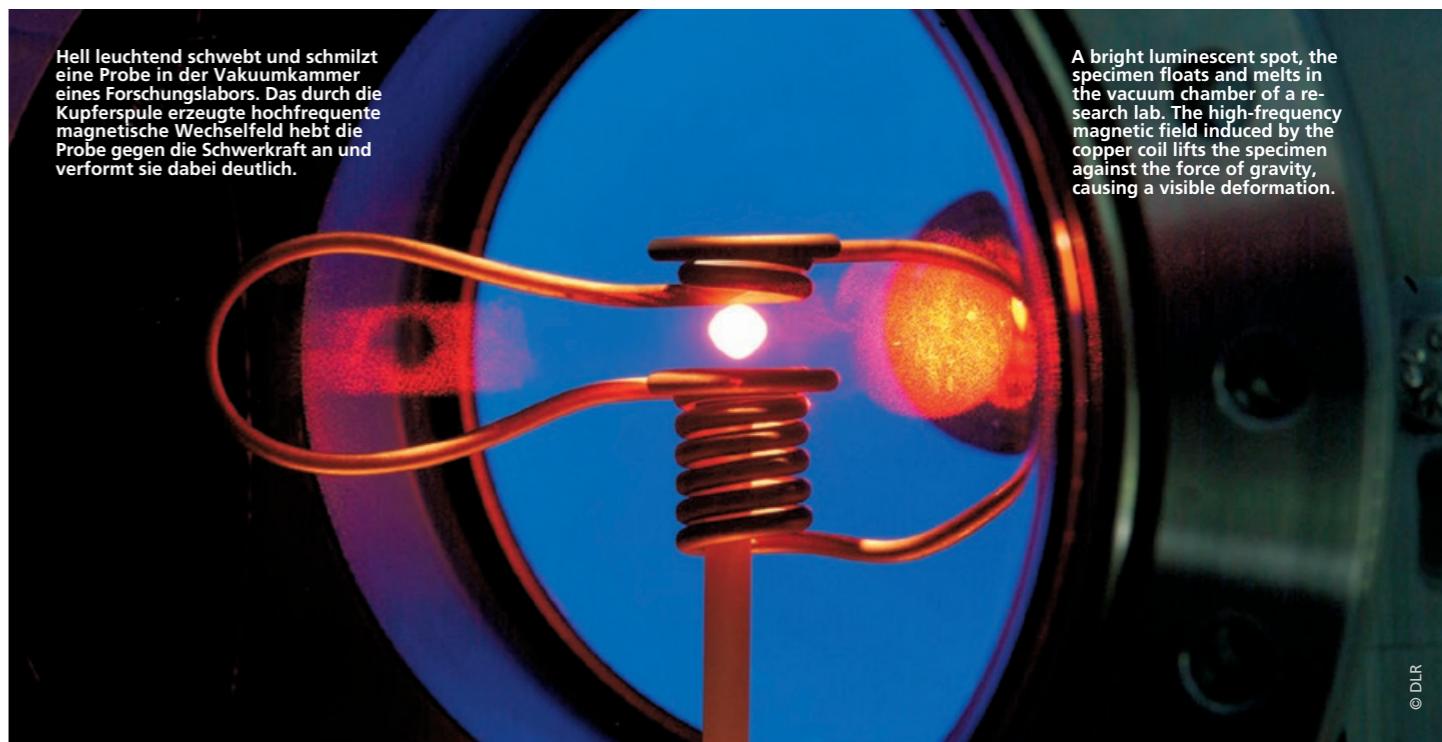
Author: **Wolfgang Dreier** works at the Microgravity Research Division of the DLR Space Administration. He is the scientist in charge of the EML project.

Gespannt verfolgen Wissenschaftler im Labor die in einer luftdichten Kammer zappelnde und glühend hell leuchtende, metallische Probe, die frei schwebend in einer wassergekühlten Kupferspule zu schmelzen beginnt. Das von der Spule erzeugte hochfrequente elektromagnetische Wechselfeld induziert in der Probe Wirbelströme, die wiederum ein Magnetfeld um sich herum aufbauen. Dieses Feld ist so ausgerichtet, dass es dem ursprünglich von der Spule aufgeprägten entgegenwirkt. So wird die Probe gegen die Schwerkraft angehoben und schwebt berührungslos innerhalb der Spule – ein unschlagbarer Vorteil bei Proben, die sonst mit Tiegelwänden sofort chemisch reagieren würden. Zusätzlich wird dadurch die Keimbildung in der Schmelze, die die Kristallisation auslösen würde, stark unterdrückt. Allein die elektrischen Wirbelströme führen nun dazu, dass die Probe schmilzt. Um Erstarrungsexperimente bei Temperaturen knapp über oder sogar im sogenannten unterkühlten flüssigen Zustand unterhalb des Schmelzpunktes durchzuführen, muss jetzt mit einem Gasstrom angeblasen werden. Plötzlich hellt sich die Probe blitzartig auf, die Erstarrung ist gelungen. Eine Hochgeschwindigkeits-Kamera hat diesen Vorgang im Bild festgehalten.

Nachträglich kann die Wachstumsgeschwindigkeit der sogenannten Erstarrungsfront, die flüssige von bereits erstarrten Bereichen voneinander trennt, ermittelt werden. Mit dieser Forschung sollen grundlegende Erkenntnisse mit Blick auf Bildung und Wachstum des festen Probenmaterials aus der unterkühlten Schmelze gewonnen werden. Die frühen Phasen der Entstehung eines Werkstoffgefüges industriell interessanter Legierungen werden damit besser verstanden. Aber auch andere – für Forschung und Industrie wichtige – thermophysikalische Daten lassen sich mit EML bestimmen: indem man die Probe durch einen

With bated breath, scientists at the laboratory follow the movements of the twitching, glaringly bright metallic specimen in its airtight chamber as it begins to melt while floating freely inside a water-cooled copper coil. The high-frequency alternating electromagnetic field generated by the coil causes eddy currents to flow in the specimen's interior, thus causing a magnetic field to form around it. The orientation of this field is perpendicular to the one around the coil. This is how the specimen is lifted up and floats freely within the coil without touching it. This offers an unbeatable benefit in the processing of specimens that would otherwise instantly react with a crucible surface. The process also prevents to a large extent the formation of crystallisation nuclei in the melt. In the EML, only electric eddy currents cause the sample to melt. To carry out solidification experiments at temperatures only very little above or even equal to that of the so-called supercooled liquid state, which is below the melting point, cooling with a jet of gas is required. Suddenly, the specimen lights up, and solidification has been achieved. A high-speed camera has recorded this process.

The footage can be used to take a closer look at the rate of growth of the so-called solidification front that separates solidified areas from liquid ones. This research is to provide some fundamental insights into the formation and growth of solidified specimen material from a supercooled melt, and thus provide a better understanding of the early phases of new material structures in alloys that might be interesting for industrial applications. But the EML can be used to determine other thermophysical data, too, which might turn out to be just as essential to science and industry. By briefly compressing a specimen in the electromagnetic field by means of a short pulse and then



Hell leuchtend schwebt und schmilzt eine Probe in der Vakuumkammer eines Forschungslabors. Das durch die Kupferspule erzeugte hochfrequente magnetische Wechselfeld hebt die Probe gegen die Schwerkraft an und verformt sie dabei deutlich.

A bright luminescent spot, the specimen floats and melts in the vacuum chamber of a research lab. The high-frequency magnetic field induced by the copper coil lifts the specimen against the force of gravity, causing a visible deformation.

kurzen Puls mit dem elektromagnetischen Feld zusammenpresst und dann frei „entspannen“ lässt, können aus der Frequenz oder der abklingenden Amplitude seiner Schwingungen die Oberflächenspannung oder die Zähigkeit (Viskosität) des Metalltropfens in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt werden. Beide Größen gehen in die Optimierung von Computermodellen ein, die den Erstarrungsvorgang beim Gießen von Werkstücken simulieren – ein Vorgang, der möglichst genaue Daten solcher Parameter benötigt. Diese Daten werden dringend nachgefragt, um zum Beispiel neuartige, leistungsfähigere und leichtere Turbinenschaufeln und Motorgehäuse herzustellen.

Warum in Schwerelosigkeit schmelzen?

Doch wie kann man präzise Daten gewinnen, die insbesondere die Einflüsse, welche durch Flüssigkeitsströmungen innerhalb des Tropfens verursacht werden, erfassen? Da im irdischen Labor zunächst die Schwerkraft überwunden werden muss, wird auf die Probe bereits eine hohe Kraft ausgeübt, die sie verformt. Auch dies stört die gewünschten Messungen (z.B. zur thermischen Ausdehnung der Probe). Weicht man dagegen in die Schwerelosigkeit aus, muss die Probe nur noch durch ein geeignet geformtes und sehr viel schwächeres Feld, das gleichzeitig wenig Heizleistung in die Probe einbringt, in der Spule auf Position gehalten werden. Das Heizfeld, das die Probe zum Schmelzen gebracht hat, kann dann reduziert oder ganz ausgeschaltet werden. So findet eine von den zuvor genannten Effekten weitgehend befreite Messung statt. Durch Vergleich der in Schwerelosigkeit prozessierten Proben mit Analogproben, die auf der Erde geschmolzen und erstarrt wurden, sollen die Wechselbeziehungen von Herstellungsprozess, Werkstoffgefüge und Werkstoffeigenschaften genauer als bisher möglich aufgeklärt werden.

releasing it to decompress, the frequency or the attenuating amplitude of its oscillation can be used to determine the surface tension or fluidity (viscosity) of the metal drop as a function of its temperature. Each of these results can then be used to optimise computer models that simulate the solidification process of large castings – a process that requires highly accurate parameters. There is an urgent demand for such data in areas such as the production of new, more powerful and light-weight turbine blades and engine housings.

Why melt metals in microgravity?

But how could one acquire and record data on what happens in terms of fluid flow inside the droplet? In a lab on the ground, the first force that must be overcome is gravity, which already exerts a major influence on the specimen, causing its shape to be deformed. This will corrupt the desired measurement results (such as the specimen's thermal expansion). If we take the experiment to a microgravity environment, all that needs to be done is to keep the specimen in position in a coil that provides a properly shaped magnetic field, which, at the same time, serves to ensure that as little additional heat as possible is transferred to the specimen. The hot field that is initially needed to make the specimen melt can then be reduced or switched off entirely.

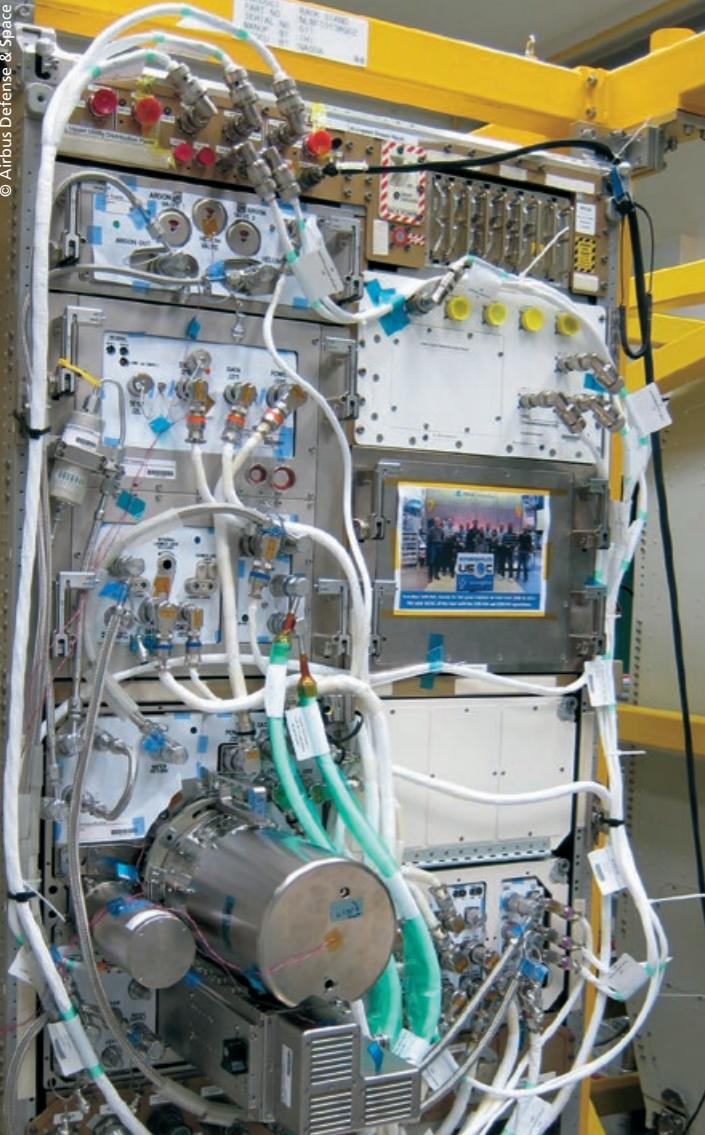
Ein Programmvorlag zur Entwicklung einer Anlage, die mittels dieses Konzepts unter Schwerelosigkeit einsetzbar ist, wurde bereits in den frühen 1980er-Jahren von den Forschern des DLR-Instituts für Raumsimulation (heute Institut für Materialphysik im Weltraum) beim DLR Raumfahrtmanagement eingereicht. Dank der hochrangigen wissenschaftlich-technischen Bewertung dieses Vorschlags sah das Raumfahrtmanagement gute Gründe, die Finanzierung und Leitung eines entsprechenden Projekts zu übernehmen. Dies war die Geburtsstunde der Versuchsanlage TEMPUS (Tiegelfreies Elektromagnetisches Prozessieren unter Schwerelosigkeit): Beginnend mit einem Labormodell hat man dabei zunächst grundlegende technische Herausforderungen gemeistert, Anlagenkomponenten entwickelt und auf Parabelflügen getestet. Da diese Forschung unter anderem in den USA und Japan auf großes Interesse stieß, wurde in den 1990er-Jahren eine Anlage für den Einsatz auf dem amerikanischen Space Shuttle entwickelt. Ein TEMPUS-Modell startete schließlich, integriert in ein Rack des europäischen Spacelab, dreimal in den Erdorbit: der Auftakt zu langandauernden Experimenten, die in Kurzzeitflügen nicht durchführbar sind. Um diese Möglichkeiten auszubauen setzte Deutschland im letzten Entwicklungsschritt – dem Bau und Test des EML für die Raumstation – auf seinen führenden Anteil am European Life- and Physical Sciences (ELIPS)-Programm der ESA. Mit weiteren Mitteln aus dem nationalen Budget kann die EML-Anlage nun im Sommer 2014 zur ISS aufbrechen.

Komplexes Labor mit vielen Möglichkeiten

Von Beginn an war die Firma Dornier in Friedrichshafen (heute: Airbus Defense & Space) im Auftrag des DLR maßgebend an der Entwicklung von TEMPUS und EML beteiligt. Nach der Einstellung der Space Shuttle-Flüge musste eine Anlage entwickelt

This is how an accurate measurement can be taken while ruling out most of the unwanted side effects mentioned above. Comparing the specimens created under microgravity conditions with analogue specimens melted and solidified in a terrestrial laboratory environment will lead to a better understanding of the reciprocal effects between manufacturing processes, material structures, and material properties.

A proposal for a programme to develop a device, based on this concept, which can be applied under microgravity conditions, was first submitted to the DLR Space Administration in the early 1980s by researchers at the DLR Institute of Space Simulation (now called Institute of Materials Physics in Space). Thanks to the fact that the Space Administration rated the proposal as one with great scientific and technological potential, it was decided that there were good reasons to provide the necessary funding and run a project. This was the birth hour of the TEMPUS test facility (German acronym for containerless electromagnetic processing under microgravity conditions). Starting with a lab model, some of the initial basic technical challenges were mastered, and components were developed and tested on parabolic flights. Since this research met with great interest also in the USA and in Japan, a device was developed in the 1990s that was to fly on the USA's Space Shuttle. A TEMPUS model was finally also deployed in a rack of the European Spacelab and was three times taken into an Earth orbit: this was the starting point of the more long-lasting experiments that cannot be handled in the timespan of a short flight. To develop these possibilities further during the last phase of the engineering process, i.e. the construction and testing of the EML for the space station, Germany relied on its major share of ESA's European Life

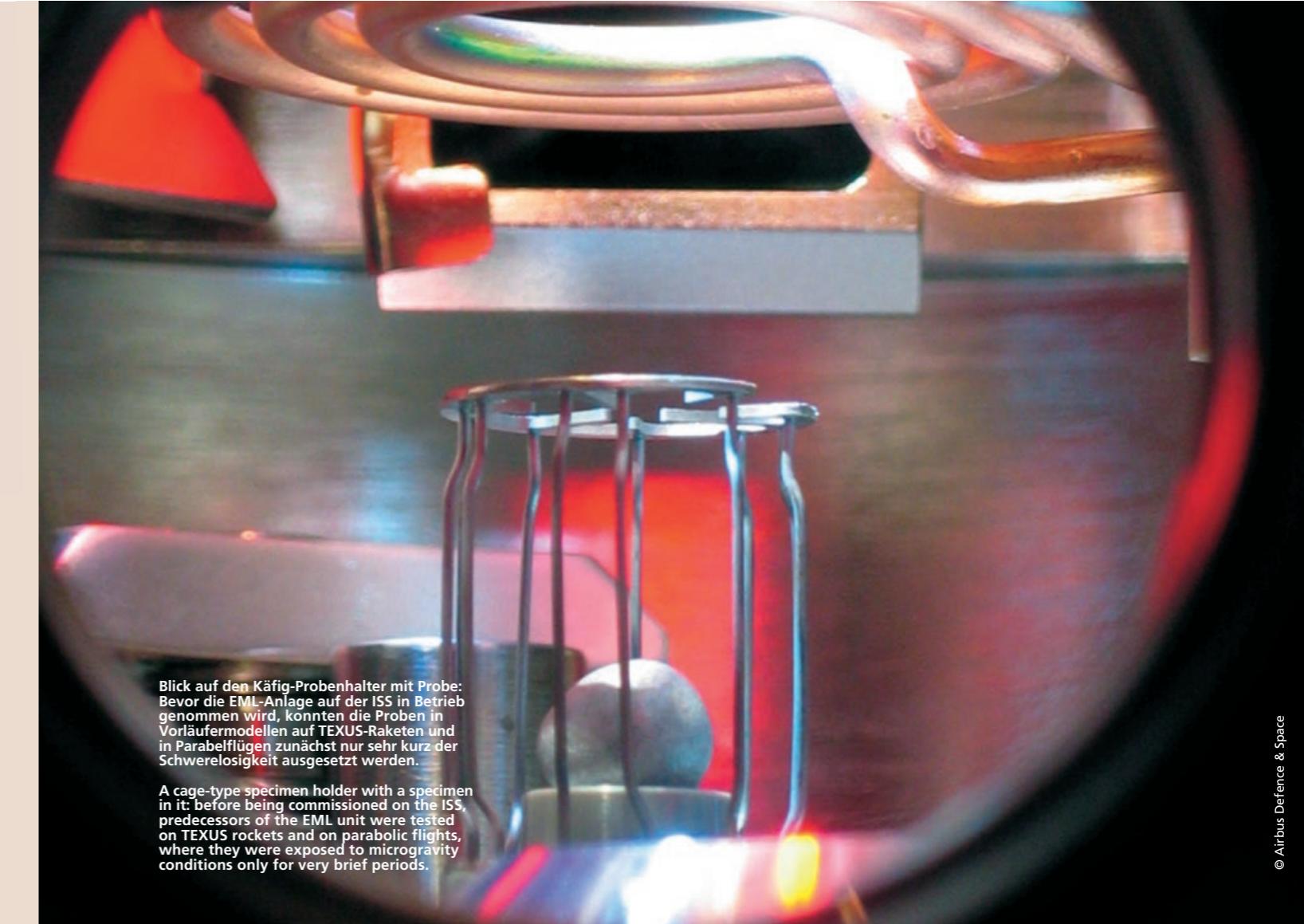


Auf der ISS wird auch Forschung betrieben, die Turbinenschaufeln für Flugzeugtriebwerke leichter machen soll. Eine Schaufel auf Titan-Aluminium-Basis ist zum Beispiel nur halb so schwer wie eine gewöhnliche Nickel-basierte Schaufel.

Some of the research conducted on the ISS will help to build lighter turbine blades for aircraft engines. A blade made of a titanium-aluminium alloy, for instance, weighs only half as much as a conventional nickel-based blade.

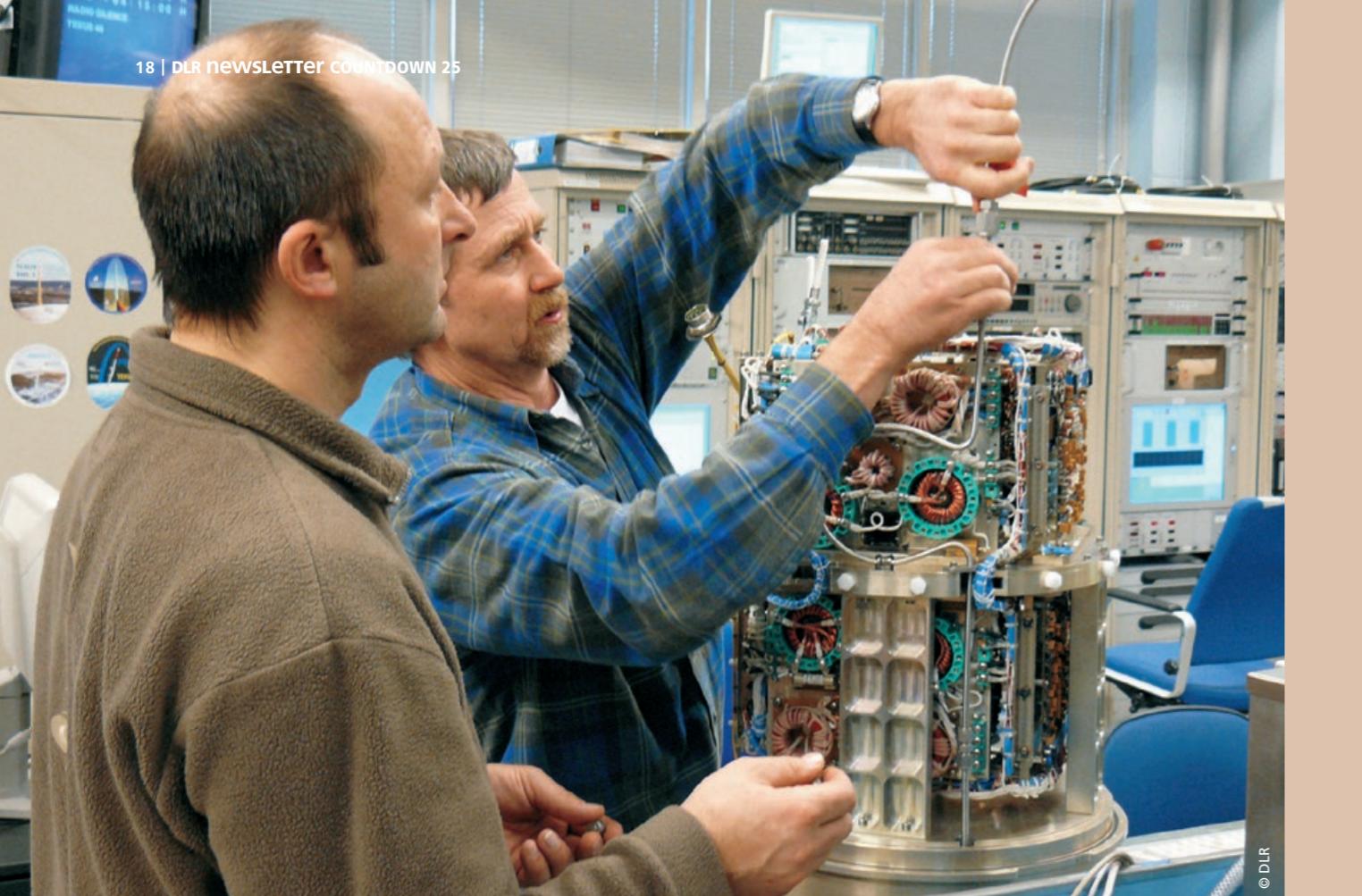
Die EML-Anlage wird auf der ISS im European Draw Rack (EDR) installiert. Dort wird sie mehr als die Hälfte der Einschübe belegen. Damit mögliche Fehler sofort behoben werden können, stehen auf der Erde baugleiche Racks. Hier können Fehler simuliert und Lösungen entwickelt werden.

The EML is to be installed in the European Draw Rack (EDR) of the ISS. It will take up more than half of its drawers. To ensure that any errors can be instantly corrected, an array of identical racks has been installed in a laboratory on the ground. This is where errors can be simulated and solutions developed.



Blick auf den Käfig-Probenhalter mit Probe: Bevor die EML-Anlage auf der ISS in Betrieb genommen wird, konnten die Proben in Vorläufermodellen auf TEXUS-Raketen und in Parabelflügen zunächst nur sehr kurz der Schwerelosigkeit ausgesetzt werden.

A cage-type specimen holder with a specimen in it: before being commissioned on the ISS, predecessors of the EML unit were tested on TEXUS rockets and on parabolic flights, where they were exposed to microgravity conditions only for very brief periods.



Auf dem Weg in die suborbitale Schwerelosigkeit: Auf TEXUS-Forschungsraketen wurde die EML-Vorgängeranlage TEMPUS auf 250 Kilometer Höhe geschossen und auf diesem ballistischen Flug sechs Minuten lang der Schwerelosigkeit ausgesetzt. In der Integrationshalle des Raumfahrtzentrums Kiruna (Nordschweden) bereiten Wissenschaftler die EML-Anlage auf den Raketenstart vor.

On its way to sub-orbital microgravity: on a TEXUS sounding rocket, the predecessor of EML, TEMPUS, was launched to a height of 250 kilometres and, on this ballistic flight, exposed to a six-minute period of microgravity. In the integration hall of the Kiruna space centre in northern Sweden, scientists are preparing the EML unit for its rocket launch.



Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst trainiert in Köln, wie die EML-Anlage einzubauen und zu bedienen ist. Er wird den Elektromagnetischen Levitator auf der ISS in Empfang und in Betrieb nehmen.

In Cologne, the German ESA astronaut Alexander Gerst is learning how to integrate and operate the EML unit. He will be receiving and commissioning the electromagnetic levitator on board the ISS.

werden, die aus einzelnen Modulen besteht. Nur so kann sie in das auf der ISS vorhandene European Drawer Rack (EDR) eingebaut werden. Das Experiment-Modul mit der Ultra-Hochvakuumkammer und das hieran befestigte Hochfrequenz-Spulen-System ist das Herzstück der EML-Anlage. Zwei Kameras sowie ein Strahlungsenergie-Messgerät (Pyrometer) sind die wichtigsten Diagnostikinstrumente, mit denen die Proben beobachtet werden können. In einer von außen an das Rack montierten Kammer lagern 18 Proben. Sie sind in einzelnen Halterungen auf einem Rad montiert und können so für das Experiment in die Prozesskammer und die darin befindliche Spule verschoben werden.

Weitere Module dienen der Versorgung der Anlage mit elektrischer Energie, reinen Prozessgasen (Argon und Helium) und einer Wasserkühlung. Über die Verkabelung aller Module von der Frontseite des Racks kann die EML-Elektronikeinheit die automatische Steuerung aller EML-Systeme sicherstellen. Die umfangreichen Videodaten werden zur Bodenstation übermittelt.

Mit der EML-Anlage steht ein komplexes Labor mit vielfältigen Experimentiermöglichkeiten zur Verfügung, das metallische Proben und Halbleiter im Bereich von 400 bis 2000 Grad Celsius aufschmelzen und erstarren kann. Während des Prozessierens können die Forscher auf der Erde die Daten und Videoaufnahmen in Echtzeit bewerten und durch Telekommandos auch in den Prozess eingreifen. Das ist ein Quantensprung in der Material- und Halbleiterforschung.

Die Überwachung des Experiments übernimmt das Microgravity User Support Center (MUSC) des DLR in Köln, das für die planerische und operationelle Vorbereitung der Experimente verantwortlich ist und die Durchführung der Versuche sicherstellt. Alle Parameter, die für die Steuerung der Experimente erforderlich sind, werden vorab in einem flugidentischen Nachbau der EML-Anlage getestet.

Bevor die erste Probe im EML geschmolzen werden kann, nimmt der deutsche Astronaut Alexander Gerst die Anlage mit ATV-5 in Empfang und baut sie im EDR-Rack ein. Er unterstützt auch die Durchführung der ersten Experimente. Damit kann eine längere Serie von Experimenten beginnen. Bis zu fünf weitere Probenkammern sollen dann mit der kommerziellen Falcon-9-Rakete der amerikanischen Firma SpaceX zur Raumstation gebracht werden.

and Physical Sciences (ELIPS) programme. With the help of some further funding from the national budget, the EML device can now finally head for the ISS in the summer of 2014.

A complex lab with lots of potential

From the onset, Dornier in Friedrichshafen (today's Airbus Defence & Space) was commissioned by DLR to take the lead in the development of TEMPUS and the EML. With the space shuttle flights discontinued, a device had now to be designed that consisted of individual modules, since this was the only way it would fit in the European Drawer Rack (EDR) on the ISS. The experiment module with its ultra-high vacuum chamber and the system of high-frequency coils attached to it form the centrepiece of the EML unit. Two cameras and a radiation energy sensor (or pyrometer) are the two most important diagnostic tools with which the specimens can be monitored. 18 specimens are kept in a chamber mounted to the outside of the rack. They are individually mounted on a magazine wheel, held in place by separate clamping devices, ready to be individually transferred into the process chamber and inserted into the coil inside.

Further modules supply the installation with electricity, process gases (pure argon and helium) and cooling water. On the front side of the rack, an electronic control unit ensures the automatic control of each EML system via cables. A vast body of video material is transmitted to ground control.

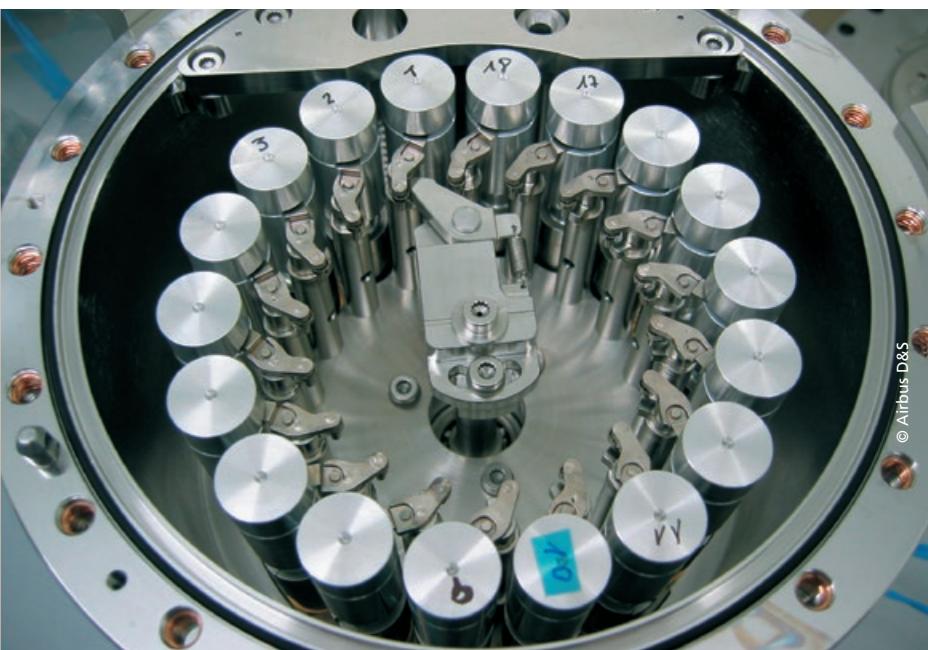
The EML device constitutes a complex laboratory unit with many options for experiments. It is capable of melting metallic specimens and semiconductors at temperatures between 400 and 2,000 degrees Celsius, and allow them to solidify. During processing, researchers on the ground can evaluate the data and video material in real time, and even intervene in the process via a telecommand link. This constitutes a quantum leap in the history of materials and semiconductor research.

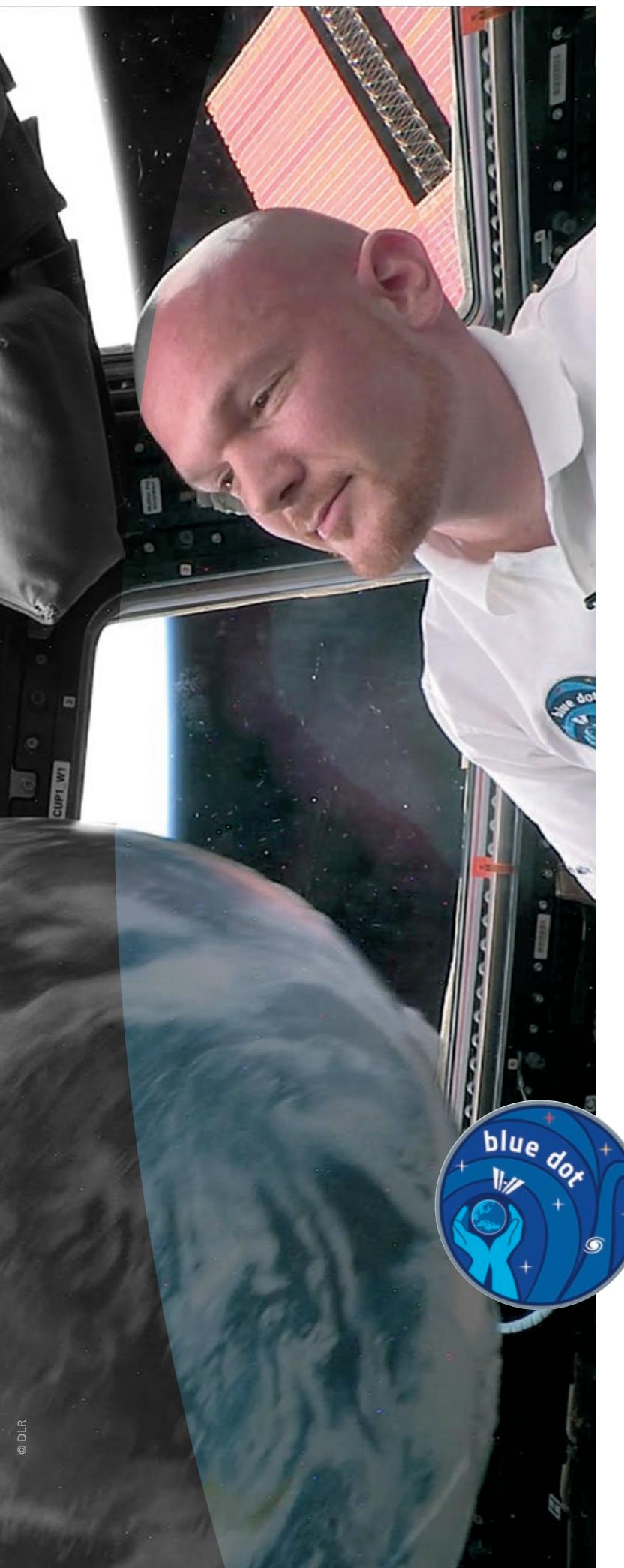
The experiment is monitored by the Microgravity User Support Center (MUSC) located at DLR Cologne. MUSC is responsible for the preparation of the experiments in planning and operational terms, as well as for their actual implementation. All parameters required to control the experiments are tested in an identical duplicate of the EML device on the ground before going into orbit.

Prior to melting the first specimen in the EML, the German astronaut Alexander Gerst will receive the device, which is shipped to the ISS on ATV-5, and install it in the EDR rack. He also supports the performance of the first batch of experiments in a series of many. Up to five more sample chambers will be delivered to the space station on a commercial Falcon-9 vehicle built by the American company SpaceX.

Bis zu 18 Probenhalter können in die EML-Probenkammer integriert werden. Auf einer Art Revolverrad montiert, können sie in die in der Prozesskammer befindliche Spule verschoben werden.

The EML chamber can accommodate up to 18 specimen holders. Mounted to a magazine wheel similar to that of a revolver, they can be individually inserted into the coil inside the process chamber.





Beschützer der Erde:

Alexander Gerst schafft ein Bewusstsein für unsere einzigartige Welt

Von Dr. Franziska Zeitler und Frauke Lindert

Damit unsere Erde eine Zukunft hat, braucht es vor allem junge, engagierte Menschen, die sich bewusst sind, wie verletzlich und einzigartig unser Planet ist. Deswegen gilt das Missionsmotto „shaping the future – Zukunft gestalten“ der Blue Dot-Mission des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst besonders für die Bildungsarbeit. Er kümmert sich daher während seiner Mission auf der Raumstation gerade auch um die jungen Bewohner unseres Planeten und schärft ihr Bewusstsein für die Probleme unserer Erde. Alexander Gerst hat von der Raumstation einen ganz besonderen Blick auf unseren Heimatplaneten. Um diese Perspektive an die Schüler weiterzugeben, hat der deutsche Astronaut am 18. Juni 2014 mit dem Dreh von Videos begonnen, die unsere Erde in ihrer einzigartigen Schönheit – aber auch in ihrer Zerbrechlichkeit zeigen. Der Startschuss zum Schülerprojekt „Beschützer der Erde“.

Earth Guardian:

Alexander Gerst's Awareness Campaign for Our Unique World

By Dr Franziska Zeitler and Frauke Lindert

To ensure that our Earth has a future, what we need most of all is a generation of inspired young people who know how vulnerable and unique our planet is. This is why the motto of the German ESA astronaut Alexander Gerst's Blue Dot mission 'Shaping the Future' is of particular relevance to education. For the duration of his stay on the space station, Alexander Gerst will make a particular effort to reach out to the young inhabitants of our planet, hoping to sharpen their awareness of the problems of the Earth. The angle from which Alexander Gerst views our home planet is a very special one. To share this perspective with school students, the German astronaut has begun to shoot a series of videos showing the Earth in its unique beauty but also in its fragility. This marks the beginning of 'Earth Guardian', Germany's ISS-based project for school children.

Alexander Gerst erklärt die Welt: Für das Schülerprojekt „Beschützer der Erde“ hat er Videos von der ISS-Aussichtsplattform Cupola gedreht.

Alexander Gerst explains the world: for the benefit of the school children taking part in the 'Earth Guardian' project, he shot a series of videos from within the 'cupola', the observation platform of the ISS.

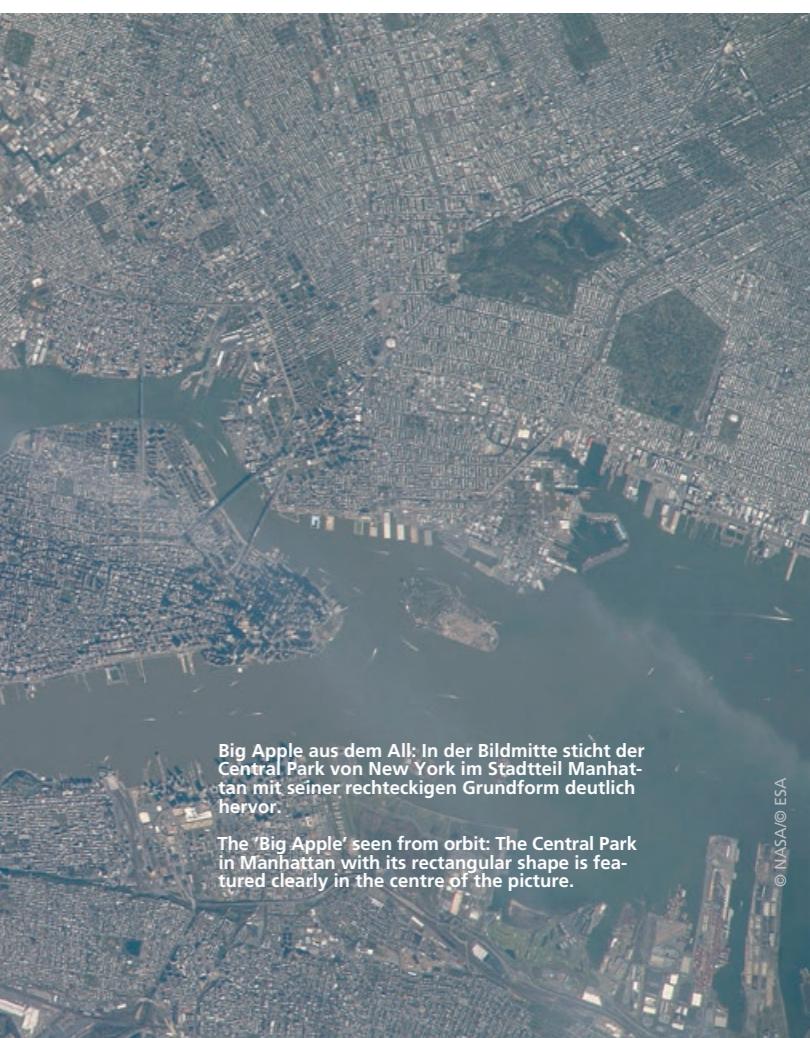


Autorinnen: **Dr. Franziska Zeitler** (links) ist im DLR Raumfahrtmanagement Leiterin der Fachgruppe „Innovation und neue Märkte, Schul- und Jugendprojekte“ und Organisatorin des Wettbewerbs „Beschützer der Erde“. **Frauke Lindert**, in der Fachgruppe zuständig für die Schulprojekte, koordiniert den Ablauf des Wettbewerbs und ist die Schnittstelle zur ESA.

Authors: **Dr Franziska Zeitler** (left) is head of the division 'Innovation and New Markets/School projects' at DLR Space Administration. She organizes the competition 'Earth Guardian'. **Frauke Lindert**, responsible for school projects within the division, coordinates the process of the competition and acts as contact point to ESA.

'The world belongs in the hands of children'

„Die Welt gehört in Kinderhände“, dass hatte der deutsche Sänger Herbert Grönemeyer in dem Lied „Kinder an die Macht“ erkannt. Gerade von den jungen Bewohnern unseres Planeten geht eine große Kreativität aus, die so manchen Erwachsenen neidisch werden lässt. Genau deshalb ist eine der wichtigsten Fragen bei Kindern besonders gut aufgehoben: Wie können wir unsere Erde effektiv und nachhaltig schützen? Einfallsreiche Ideen sind erforderlich, um diese Frage zu beantworten und so den bundesweiten Wettbewerb „Beschützer der Erde“ zu gewinnen, den das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie ins Leben gerufen hat. Grundschülerinnen und -schüler sollen so schon früh ein Bewusstsein für Klima- und Umweltthemen entwickeln, Handlungsmöglichkeiten zum alltäglichen Umweltschutz lernen und ermuntert werden, selbst einen Beitrag zur Bewahrung unserer Erde zu leisten. Dabei sollen die Unterrichtsfächer Sach- beziehungsweise Heimatkunde, Erdkunde und Biologie einbezogen werden. Gesucht werden kreative Ideen zur Bewahrung der Erde.



Big Apple aus dem All: In der Bildmitte sticht der Central Park von New York im Stadtteil Manhattan mit seiner rechteckigen Grundform deutlich hervor.

The 'Big Apple' seen from orbit: The Central Park in Manhattan with its rectangular shape is featured clearly in the centre of the picture.



Für die „Beschützer der Erde“-Schülervideos lässt sich Alexander Gerst einiges einfallen. Hier zeigt er den Schülern, wie sich Wasser in Schwerelosigkeit verhält.

In his 'Earth Guardian' videos, Alexander Gerst comes up with some ingenious ideas. In this one he demonstrates how water behaves under microgravity conditions.

Die Kinder sollen selbstständig Informationen sammeln, Probleme verstehen, erklären und Lösungsvorschläge entwickeln. Während seiner Mission begleitet Alexander Gerst die teilnehmenden Klassen von der ISS aus mit Videobotschaften bei ihrer kreativen Ideensuche. In diesen Videos bringt er den Schülern fünf Themengebiete zur Bewahrung unserer Erde näher: Ozeane, Land, Flüsse/Seen, Berge und Wälder. Der Dreh dieser Videos hat am 18. Juni 2014 auf der Internationalen Raumstation begonnen. An dem Ideenwettbewerb können – im Klassenverband, über die Schule organisiert – Mädchen und Jungen teilnehmen, die im Schuljahr 2014/2015 die vierte Klasse besuchen.

Direkt bei Alexander Gerst bewerben

Die Klassen können ihre Wettbewerbsbeiträge direkt bei Alexander Gerst einreichen. Umsetzung und Ergebnisse der Projekte sollen von den Schülerinnen und Schülern dokumentiert werden. So können zum Beispiel Projektmappen mit Texten, Bildern und Fotos gestaltet, Filme gedreht, eine Präsentation erstellt oder ein Audiobeitrag aufgenommen werden. Die Projektarbeiten starten bundesweit am 15. Oktober 2014. Eine unabhängige Jury mit Experten aus Bildung, Wissenschaft und Politik bewertet die eingereichten Beiträge nach folgenden Kriterien: Qualität der Inhalte, Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler, Kreativität

Children will be required to gather ideas independently, to understand and be able to explain the issues, and to develop their own proposals. During his mission, Alexander Gerst will be in touch with the participating classes, sending them video messages from the ISS to support them in their search for creative ideas. In these video messages, he will cover five themes of Earth stewardship: oceans, land masses, rivers and lakes, mountains, and forests. Shooting of the videos on the ISS started on June 18, 2014. Participation in this contest of ideas is open for classes of girls and boys attending year 4 in the 2014/2015 school year, and will be organised by their school.

Entries go directly to Alexander Gerst

Classes can send their entries directly to Alexander Gerst. Pupils are expected to collate a documentation giving details about the implementation and the results of their projects. This can be done in the form of project folders containing written texts, pictures and photographs, or in the form of a film, a presentation or an audio recording. Work on the projects starts on October 15, 2014 everywhere in Germany. An independent jury will review the projects and determine the winners based on the following criteria: quality of content, independent authorship, level of creativity and innovation, quality of presentation, as

und Innovation, Qualität der Darstellung sowie Sichtbarkeit und Wahrnehmung des Projektes in der Öffentlichkeit. Die jeweils Erstplatzierten aller fünf Themengebiete werden den Astronauten Alexander Gerst im Frühjahr 2015 in Berlin treffen.

Perspektivenwechsel

Durch das Experiment „Beschützer der Erde“ soll Schülerinnen und Schülern bewusst gemacht werden, wie wertvoll aber auch wie bedroht unsere Erde ist. Je mehr junge Menschen sich dieser Tatsache bewusst werden, desto besser wird es in der Zukunft gelingen, die Erde zu schützen. Denn sie ist der einzige Ort in unserem Sonnensystem, auf dem wir leben können. Unsere gesamte Geschichte, angefangen von Einzellern und Dinosauriern bis hin zu den Menschen, hat sich auf diesem einen, winzigen blauen Punkt im unendlichen Universum abgespielt. Auf der Raumstation sieht Alexander Gerst unseren Planeten mit anderen Augen. Er sieht, dass wir nur ganz begrenzte Ressourcen haben. Wenn wir diesen schützenswerten Ort verlieren, endet unsere Geschichte. Diesen Perspektivenwechsel möchte Alexander Gerst auch den Jungen und Mädchen ermöglichen und sie auf diesem Weg für den Schutz der Erde und der Umwelt im Alltag sensibilisieren.

well as public visibility and perception of the projects. The winners in each of the five categories are to meet with the astronaut in Berlin in the spring of 2015.

A change in perspective

The idea of the 'Earth Guardian' project is to make school children understand how valuable but also how threatened our Earth is. The greater the number of young people who become aware of this fact, the better are the chances to protect the planet successfully in the future. Earth, after all, is the only place in the solar system where we can live. Our entire history starting with single-cell organisms and dinosaurs right through to humanity has been happening on this one tiny blue dot in the infinite universe. High above us on the space station, Alexander Gerst can watch our planet through different eyes. He sees how our resources are limited. If we were to lose this sensitive home, our history would end. It is this fresh perspective that Alexander Gerst wants to share with boys and girls as a way to make them aware of the need to protect the Earth and our environment as part of our daily lives.



Der nördliche Oberrhein aus 400 Kilometern Höhe: Die Quadrat- und Universitätsstadt Mannheim ist mit dem Handelshafen ganz links im Bild zu erkennen. Im Umland leuchten die Felder gelb und grün, Wälder erscheinen dunkelgrün.

The northern part of the Upper Rhine seen from 400 metres above: Mannheim, the university town with its square pattern of streets and its river port is visible on the far left. The fields in the surrounding landscape appear in bright yellow and green, forests are dark green.



Auch die Dünens der Sahara sind aus dem Weltraum deutlich zu erkennen. Sandverwehungen und Versandung lassen sich von der ISS aus prima beobachten.

The sand dunes of the Sahara desert are also visible from space. Sand drifts and silted-up riverbeds can be easily spotted from the ISS.



Blue Dot:

**Alexander Gerst forscht auf der ISS
Teil 2: Muskel- und Knochenstoffwechsel
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. Seit dem 28. Mai 2014, als er zusammen mit dem russischen Kosmonauten Maxim Surajew und NASA-Astronaut Reid Wiseman an Bord eines Sojus-Raumschiffes vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur zur Internationalen Raumstation ISS aufbrach, betrachtet er auf seiner Mission „Blue Dot“ unseren Heimatplanet nun aus einem ganz anderen Blickwinkel. Aus rund 400 Kilometern Höhe erscheint ihm unser Heimatplanet als lebenswerter blauer Punkt in einem Meer von schwarz. Unter dem Motto „shaping the future – Zukunft gestalten“ wird er bis November 2014 an Bord der ISS neben operativen Aufgaben die besonderen Bedingungen des Weltraums wie vor allem die Schwerelosigkeit nutzen, um circa 100 spannende wissenschaftliche 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.

Blue Dot:

*Alexander Gerst Doing Research on the ISS
Part 2: The Human Muscle and Bone Metabolism*

By Prof. Günter Ruyters

He is the eleventh German in space: as a geophysicist and volcanologist, ESA astronaut Dr Alexander Gerst knows a lot about our Earth, particularly about what goes on in its interior. Since his arrival at the International Space Station (ISS) on May 28, 2014, in the company of Russian cosmonaut Maxim Surayev and NASA astronaut Reid Wiseman, he has been looking at our home planet from quite a different angle on his 'Blue Dot' mission. From an altitude of around 400 kilometres, our home planet appears to him as a life-friendly blue dot in a sea of blackness. Under the motto 'Shaping the Future', until November 2014 he will 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 about 100 exciting scientific experiments. 35 of these experiments, which were selected in an international contest, come from Europe, and most of them were submitted by German research institutes – reason enough for us to present these as well as a few previously completed experiments that are closely related thematically and have already produced some interesting results.



Autor: Prof. Günter Ruyters leitet in der Abteilung Forschung unter Welt- raumbedingungen 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. Experimente zum Muskel- und Knochenabbau der Astronauten werden so helfen, Krankheiten wie Muskelatrophie und Osteoporose besser zu verstehen und zu therapiieren.

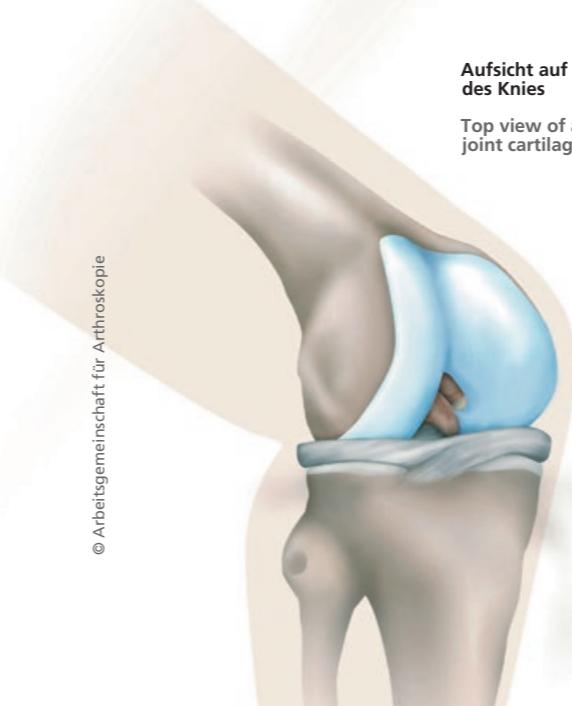
Cartilage:

Wird auch der Gelenkknorpel im All beeinträchtigt?

Mechanische Belastung durch Gravitation und körperliche Aktivität ist für uns Menschen auf der Erde für den Erhalt und die Funktion des muskulo-skelettalen Bewegungssystems wichtig. Dabei passen sich nicht nur die Muskeln, sondern auch Knochen, Knorpel, Sehnen und Bänder an die mechanischen Beanspruchungen an. Eine moderate Gelenkbelastung ist zur Nährstoffversorgung und für die Funktion des Knorpels unverzichtbar. Von daher sollte eine geringere mechanische Belastung wie bei Astronauten im Weltraum oder bei Patienten während längeren Liegezeiten zu einer Schädigung dieses Gewebes führen. Degenerierter Gelenkknorpel kann sich allerdings nicht mehr erholen. Ist er einmal zerstört, dann ist ein künstliches Gelenk die einzige Therapiemöglichkeit. Während es zum Muskel- und Knochenabbau in Schwerelosigkeit eine Vielzahl gesicherter Erkenntnisse gibt, ist der Gelenkknorpel bei Astronauten bis heute noch nicht untersucht worden. Selbst auf der Erde gibt es noch viele ungeklärte Fragen. Das Cartilage-Experiment der Deutschen Sport-

Aufsicht auf Gelenkknorpel des Knie

Top view of a knee joint cartilage



Because of the lack 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 equilibrium 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 insights that are valuable for people on Earth, too. In this way, experiments investigating the degradation of muscles and bones in astronauts will help us to improve our understanding and our treatment of diseases like muscular atrophy and osteoporosis.

Cartilage:

Does the articular cartilage suffer in space as well?

For us humans on Earth, the mechanical loads imposed by gravity and physical activity are important for preserving the function of the musculoskeletal system. Not only muscles but also bones, cartilage, tendons, and ligaments adapt to mechanical loads. Moderate exercise is indispensable for a joint to supply its cartilage with nutrients and preserve its function. This being so, any reduction in mechanical loads, such as that experienced by astronauts in space or by patients on Earth who are confined to bed for prolonged periods, is likely to harm this tissue. Degenerated articular cartilage, however, cannot recover again. Once it has been destroyed, an artificial joint is the only therapy option.

While we already have a substantial body of knowledge about the degradation of muscles and bones in microgravity, the articular cartilage has not been investigated in astronauts to this day. On Earth, too, many open questions remain. Therefore, the Cartilage experiment run by the German Sport University (DSHS) in Cologne is designed to investigate the influence of microgravity exposure on the structure and biology of the knee cartilage in astronauts and establish whether there is a connection with muscular atrophy. To this end, the knee tissue of the astronauts is examined by magnetic resonance tomography (MRT) directly before and after the flight to the ISS and again four to six weeks after their return, the morphology (volume and thickness) of the cartilage being recorded in each case. In addition, certain biomarkers of the cartilage metabolism are analysed in blood and urine samples. The experiment began in mid-2013. Alexander Gerst, too, is one of the subjects; he completed his pre-flight examinations successfully.

SOLO:

Does salt weaken the astronauts' bones?

Many processes in the human body are influenced by nutrition. Following a series of experiments on the Russian space station MIR in the late 1990s, scientists had raised doubts concerning the connection between the salt and the water balance of astronauts living under microgravity conditions. In subsequent ground studies, researchers did indeed discover a hitherto unknown mechanism by which salt is stored in the skin, in which sodium

hochschule (DSHS) Köln soll daher den Einfluss der Schwerelosigkeit auf Aufbau und Biologie des Kniegelenkknorpels der Astronauten untersuchen und einen möglichen Zusammenhang mit dem Muskelabbau herstellen. Dazu wird das Gewebe der Astronauten unmittelbar vor und nach dem Flug zur ISS sowie noch einmal vier bis sechs Wochen nach dem Flug mittels Kernspintomographie (Magnet-Resonanz-Tomographie, MRT) des Knies bildlich dargestellt und die Morphologie (Volumen und Dicke) erfasst. Zusätzlich werden in Blut- und Urinproben bestimmte Biomarker des Knorpelstoffwechsels analysiert. Das Experiment begann Mitte 2013. Auch Alexander Gerst ist Proband für dieses Experiment und hat die Vorfluguntersuchungen bereits erfolgreich absolviert.

SOLO:

Schwächt Kochsalz die Knochen der Astronauten?

Viele Prozesse im Körper des Menschen werden durch seine Ernährung beeinflusst. Versuche auf der russischen Raumstation MIR hatten bereits Ende der 1990er-Jahre Zweifel an der strengen Koppelung von Salz- und Wasserhaushalt bei Astronauten in der Schwerelosigkeit ausgelöst. In nachfolgenden Bodenstudien entdeckten Forscher in der Tat einen bislang unbekannten Mechanismus der Salzspeicherung in der Haut: Dabei wird Natrium an bestimmte Zucker-Eiweiß-Moleküle gebunden (siehe Ausgabe 23 der COUNTDOWN). Zudem scheint zu viel Salz einen nachteiligen Effekt auf das Skelettsystem auszuüben: Der Knochenabbau wird durch eine hohe Kochsalzzufuhr gesteigert. Verstärkt sie den durch die Schwerelosigkeit verursachten Knochenabbau bei Astronauten also noch zusätzlich? Das Experiment SOLO (Sodium Loading), das zwischen Herbst 2008 und Sommer 2012 auf der ISS stattfand und mit letzten Nachflugmessungen im Juni 2013 abgeschlossen wurde, sollte diese Frage beantworten. Experten des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln und der Universität Bonn untersuchten hierbei das Zusammenspiel von Ernährung, Salz-, Flüssigkeits- und Säure-Basenhaushalt auf den Knochenstoffwechsel.

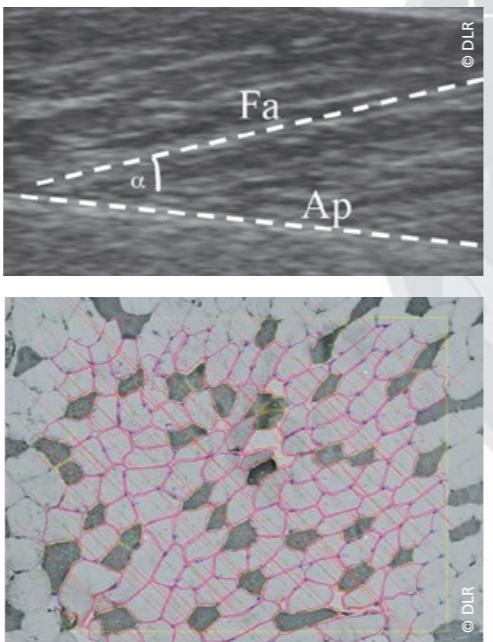
Die Astronauten mussten während ihres Aufenthaltes auf der ISS zweimal jeweils fünf Tage lang eine festgelegte Diät mit einem niedrigen beziehungswise einem hohen Salzgehalt einhalten. Die Ausscheidung von Salz sowie von bestimmten Markern, die einen Hinweis auf den Knochenstoffwechsel geben, wurde über den Urin exakt erfasst. In Blutproben der Astronauten analysierten die Wissenschaftler weitere Knochenmarker und Hormone des Salz- und Wasserhaushalts sowie zusätzlich den Säuren-Basen-Status. Über regelmäßiges Wiegen der Astronauten im All wurde die über die Haut abgegebene Flüssigkeitsmenge ermittelt. Erste Ergebnisse zeigen, dass bei hoher Kochsalzzufuhr tatsächlich mehr Calcium als bei niedriger Einnahme ausgeschieden wird. Dies könnte langfristig zu einer negativen Calciumbilanz und damit zu einer erhöhten Knochenresorption führen. Der Knochenaufbau scheint dagegen nicht beeinträchtigt zu sein.

Kochsalzbedingter erhöhter Knochenabbau hat nicht nur für den Astronauten negative Folgeerscheinungen. Die vorläufigen Resultate legen nahe, dass wenig körperliche Anstrengung – wie bei alten und bettlägerigen Menschen – gekoppelt mit einem hohen Salzverzehr langfristig zu einem erhöhten Knochenabbau führen würde. Diätetische Gegenmaßnahmen sollten darum zusammen mit Fitnessprogrammen in die Gesundheitsvorsorge einfließen. Ein Experiment amerikanischer Forscher, das während des Aufenthalts von Alexander Gerst auf der ISS läuft und an dem auch die SOLO-Wissenschaftler beteiligt sind, nimmt das Verhältnis von tierischem Eiweiß zu Kalium in der Nahrung und dessen Einfluss auf den Knochenstoffwechsel genauer unter die Lupe.

bonds to certain sugar-protein molecules (see edition 23 of COUNTDOWN). Moreover, an excess of salt seems to have a deleterious effect on the skeletal system: bone degradation is enhanced by an excessive intake of table salt. Could this provide an extra boost to the bone degradation that is caused in astronauts by microgravity exposure? The experiment intended to answer that question was SOLO (Sodium Loading) which took place on the ISS from the autumn of 2008 to the summer of 2012 and was concluded by final after-flight tests in June 2013. Based on that experiment, experts from the DLR Institute of Aerospace Medicine in Cologne and from Bonn University studied the interaction between nutrition and the salt, liquid, and acid-base balance on the one hand and the bone metabolism on the other.

For two five-day periods during their stay on the ISS, the astronauts had to follow a fixed diet featuring either a low or a high salt content. Urine samples revealed the elimination of salt and provided information on certain markers of the bone metabolism. In blood samples taken from the astronauts, scientists analysed additional bone markers and hormones of the salt and water balance and also the acid-base status. The amount of liquid released through the skin was determined by weighing the astronauts regularly in space. The first results suggest that a high intake of salt does indeed lead to the elimination of more calcium than a low intake. In the long run, this might cause the calcium balance to turn negative and increase bone resorption. Conversely, the bone regeneration process does not appear impaired.

Bone degradation intensified by salt has negative consequences not only for astronauts. Tentative results suggest that insufficient physical exercise – as in old and bedridden people – together with a high intake of salt does, in fact, increase bone degradation in the long run. Therefore, preventive care should include dietary countermeasures as well as exercise programmes. A study conducted by American researchers during Alexander Gerst's stay on the ISS and in which the SOLO scientists are participating takes a close look at the ratio of animal protein



Menschlicher Muskel in einer Ultraschallaufnahme: Der Fiederungswinkel ergibt sich aus der Richtung der Faszikel (Fa) und der Aponeurose (oben). Feinschnitt-Untersuchung einer menschlichen Muskel-Gewebeprobe. Die dunkelgefärbten Fasern sind vom langsamen und die hellen vom schnellen Typ. Die Auswertung (= farbige Linien) erfolgte mit dem im DLR entwickelten Software „Histometer“ (unten).

A human muscle shown in an ultrasound scan: the pennation angle is determined by the direction of the fascicle (fa) and the aponeurosis (top). A microsection of a human muscle tissue specimen. The stained (dark) fibres represent fast-twitch and the light ones slow-twitch muscle fibre types. The evaluation (= colored lines) was done using a histometer software developed by DLR scientists (bottom).

SARCOLAB:

Dem Muskelabbau der Astronauten auf der Spur

Seit langem ist bekannt, dass sich die Gesäß- und Beinmuskulatur beim Astronauten in Schwerelosigkeit abbaut. Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei Bettlägerigen und bei alten Menschen gemacht. Man nimmt deshalb an, dass die wesentliche Ursache für den Muskelschwund im Weltraum das Fehlen von mechanischen Reizen ist. Die bislang angewandten Trainingsmethoden auf der ISS – also zum Beispiel Fahrrad-, Laufband- und Krafttraining – sind nur teilweise wirksam. Das deutet darauf hin, dass die Ursachen des Muskelschwundes im All – und wohl auch auf der Erde – nicht vollständig verstanden sind.

Dies soll das Sarcolab-Experiment ändern. Als erstes untersuchen die Wissenschaftler des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin und ihre Kooperationspartner per Ultraschall den inneren Aufbau des Muskels, um Auskunft über die Länge und Ausrichtung der Fasern oder Faszikel zu erhalten. Grundsätzlich gilt, dass ein größerer Fiederungswinkel (Muskelfasern verlaufen schräg zur Ansatzsehne) die Kraft der Kontraktion steigert und ihre Geschwindigkeit senkt. Eine weitere mögliche Ursache könnte die Abnahme der nervösen Einflüsse auf den Muskel sein. Sie werden im Sarcolab-Experiment durch Elektrostimulation des Muskels und seiner versorgenden Nerven bestimmt. Erfahrungen aus früheren Untersuchungen auf der Erde lassen aber auch direkte Veränderungen im Muskelgewebe selber vermuten. Darum werden Gewebeproben untersucht, die vor und nach dem Weltraumaufenthalt aus den Beinen der Astronauten durch einen kleinen Eingriff mit örtlicher Betäubung – der sogenannten Muskelbiopsie – gewonnen werden. Das Experiment Sarcolab hat 2011 mit ersten Vor- und Nachfluguntersuchungen begonnen. Diese Daten liefern bereits interessante Ergebnisse. In den kommenden Jahren sind weitere Untersuchungen geplant. Derzeit warten die Wissenschaftler gespannt auf den Einsatz des Muscle Atrophy and Resistance Exercise Systems (MARES), mit dem Messungen zur Muskelfunktion während des Fluges auf der ISS möglich werden. Sie werden das Experiment ab 2015 komplettieren.

Insgesamt werden aus diesen und weiteren geplanten Experimenten wichtige Ansätze zum Verständnis und zur Therapie von Krankheiten des Bewegungsapparates auch für den Menschen auf der Erde erwartet.

„Mein Opfer im Namen der Forschung“. Alexander Gerst muss sich auf der Raumstation regelmäßig Blut abnehmen, das dann im Labor auf der Erde von den Wissenschaftlern untersucht wird.

‘My sacrifice in the name of science’. Alexander Gerst has to take his own blood samples regularly. They will later be analysed by scientists in a lab on the ground.

and potassium in the human diet and its influence on the bone metabolism.

SARCOLAB:

Investigating muscular atrophy in astronauts

It has been known for a long time that microgravity exposure reduces gluteal and leg muscles in astronauts. Similar observations have been made in bedridden and elderly people. Therefore, it is assumed that the chief cause of muscular atrophy in space is lack of mechanical stimuli. The types of exercise applied so far on the ISS such as, for example, stationary bike, treadmill, and simulated weightlifting are only partially effective. This indicates that the causes of muscular atrophy in space – and probably on Earth as well – have not been completely understood.

The Sarcolab experiment is designed to change that. First, scientists of the DLR Institute of Aerospace Medicine and their cooperation partners will examine the inner structure of the muscle, using an ultrasonic scan, to learn about the length and orientation of the fibres or fascicles. It is known that a wide pennation angle (the angle between a muscle fibre and the tendon to which it is attached) increases the force of contraction and reduces its velocity. Another possible cause of degradation might be a decline in the neural influence on muscle activity. Under the Sarcolab experiment, this influence will be determined by electrically stimulating the muscle and the nerves that supply it. However, experience gathered in former studies on Earth suggests that there might be further changes in the muscular tissue itself. This will be investigated by a muscle biopsy, i.e. tissue samples taken from the astronaut's legs by a small operation under a local anaesthetic before and after their stay in space. In 2011, the Sarcolab experiment began with initial pre and post-flight examinations. This data has already yielded interesting results. Further examinations are planned for the years to come. At the moment, scientists are eagerly waiting for the Muscle Atrophy and Resistance Exercise System (MARES) to become operational since it will permit measurements relating to the function of muscles during the flight on the ISS. It will complete the experiment from 2015 onwards.

All in all, these and other planned experiments are expected to give us new approaches to understanding and treating illnesses of the locomotor system for people in space as well as on Earth.



Außerirdisch gealtert: Knochen- und Muskelabbau schreiten auf der ISS schnell voran. Schuld daran ist die Schwerelosigkeit. Weil die Belastung der Schwerkraft im Weltraum wegfällt, haben Muskeln und Knochen ein zu leichtes Leben – sie müssen nicht mehr gegenarbeiten. Gut für die Wissenschaftler, denn sie können Alterungsprozesse im Zeitraffer studieren. Schlecht für Astronauten wie Alexander Gerst, denn sie müssen mit speziellen Trainingsgeräten auf der Raumstation gegen den Abbau ankämpfen.

Bodily degeneration in outer space: bone and muscle loss proceeds fast on the ISS. The reason is the prevailing microgravity. Because of the lack of exercise as a result of the absence of gravity, life becomes too easy for the musculoskeletal system. There is no force to work against. This is good for science since it makes it possible to study ageing processes in a kind of fast-forward manner. Not so good for the astronauts like Alexander Gerst, because they need to counteract the rapid decay by regular workouts on special gym equipment.



Copernicus

Vom All in den Alltag

Von Dr. Vanessa Keuck und Dr. Jörn Hoffmann

Satelliten zeigen uns kontinuierlich und über einen langen Zeitraum, wie sich die Erde verändert. Ihr Nutzen ist dabei breit gefächert: Wir erfahren plastisch, wie der Klimawandel unsere Umwelt beeinflusst, können bei Naturkatastrophen schneller und effektiver handeln oder Erdbeobachtungsdaten bei der lokalen Land- und Forstwirtschaft und der Stadtplanung einsetzen. Auch in der Gesundheitsprävention können Satellitendaten zum Beispiel bei Allergien, Hautkrebs oder Asthma helfen, weil sie Informationen über die Luftqualität oder die Sonnenintensität liefern. Diese wichtigen zivilen Daten können in naher Zukunft so umfassend und genau wie nie zuvor erhoben werden. Mit dem Erdbeobachtungssystem Copernicus – ehemals Global Monitoring for Environment and Security (GMES) – schafft die Europäische Union gemeinsam mit der europäischen Weltraumbörde ESA eine moderne, leistungsfähige und nachhaltige Infrastruktur für Erdbeobachtung und Dienstleistungen der Geoinformation. Mit dem Start des ersten eigens für Copernicus gebauten Sentinel-Satelliten, der Verabschiedung der Copernicus-Verordnung und der Copernicus-Datenpolitik-Verordnung beginnt nun die lang ersehnte operationelle Phase des Programms und eine neue Ära in der Erdbeobachtung. Nun sollen auch deutsche Nutzer Potenziale erkennen, die Möglichkeiten ausschöpfen und das Programm aktiv mitgestalten. So sollen sie von den europäischen Investitionen profitieren.

Copernicus

From Cosmos to Commonplace

By Dr. Vanessa Keuck and Dr. Jörn Hoffmann

Satellites show us continuously how the Earth changes over long periods. Their benefits are manifold and varied: they offer compelling evidence of how climate change influences our environment, enable us to react more rapidly and effectively in the event of a natural disaster, or provide us with Earth-observation data for use in local agriculture, forestry, and urban planning. Moreover, satellite data may be helpful in preventing, for example, allergies, skin cancer, or asthma by supplying information about the quality of the air or the intensity of the solar radiation. In the near future, we will be able to gather such important data more comprehensively and accurately than ever before. Established jointly by the European Union and the European Space Agency (ESA), the Copernicus Earth-observation programme – formerly Global Monitoring for Environment and Security (GMES) – constitutes a modern, efficient, and sustainable infrastructure for Earth observation and geoinformation services. Now that the first Sentinel satellite specifically built for Copernicus has been launched and both the Copernicus Regulation and the Data Policy Regulation have been adopted, the long-awaited operational phase of the programme begins, ushering in a new era of Earth observation. It is now up to German users to recognise these new potentials, exploit the possibilities, and participate in shaping the programme. In this way, they stand to benefit from Europe's investments.



Autoren: Dr. Vanessa Keuck ist in der Abteilung Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement für die nationale Umsetzung des europäischen Copernicus-Programms verantwortlich. Ihr Kollege Dr. Jörn Hoffmann koordiniert die Copernicus-Maßnahmen und ist Delegierter im Copernicus-Ausschuss der EU.

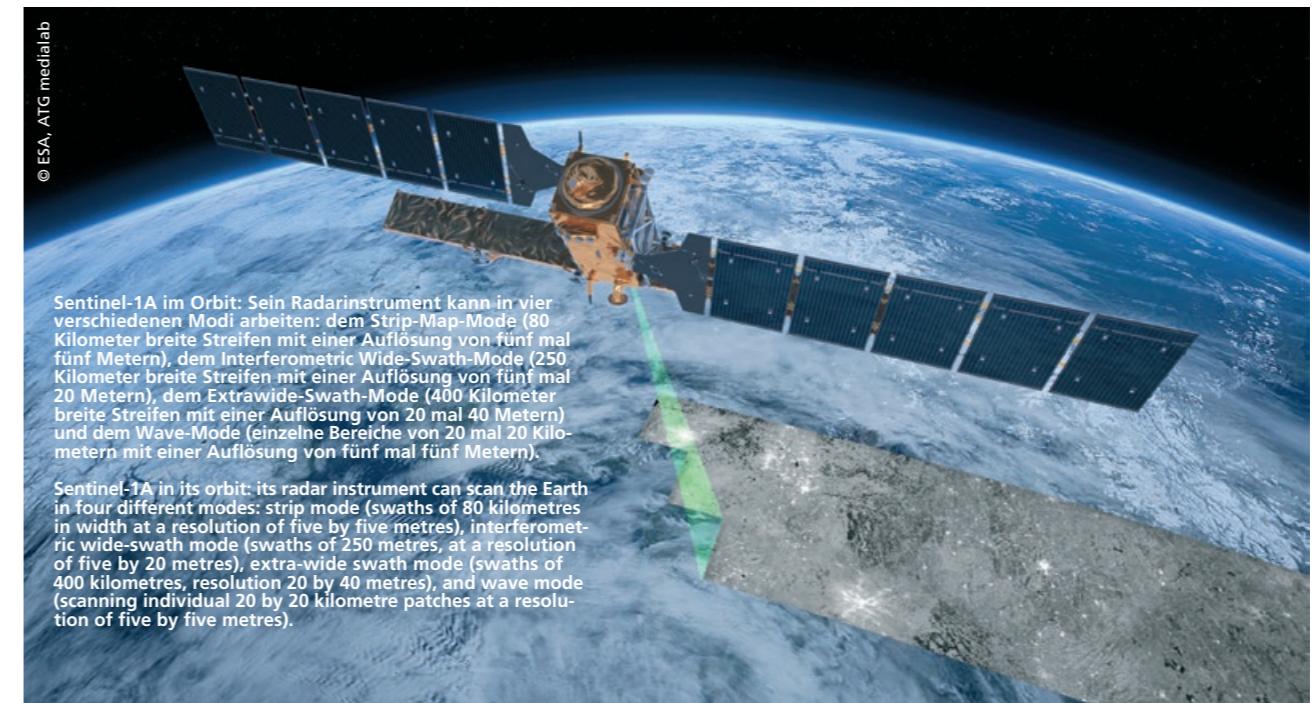
Authors: In the Earth Observation department of the DLR Space Administration, Dr. Vanessa Keuck is responsible for the national implementation of the European Copernicus programme. Her colleague Dr. Jörn Hoffmann coordinates the Copernicus activities. He is also a delegatee in the EU Copernicus Committee.

Mit dem erfolgreichen Start von Sentinel-1A und dem Inkrafttreten der Copernicus-Verordnung im April 2014 ist das europäische Erdbeobachtungsprogramm nach Jahren der Vorbereitung nun in der langersehnten operationellen Phase. Die Europäische Union stellt für den Betrieb von 2014 bis 2020 rund 4,3 Milliarden Euro bereit. Seit 2002 haben ESA und Europäische Kommission bereits 3,7 Milliarden Euro in die Entwicklung des Programms investiert. Copernicus ist eine Leitinitiative der Europäischen Weltraumpolitik und in seinem Umfang und der strategischen Planung weltweit einzigartig. Nach dem erfolgreichen Start des ersten „Wächters“ Sentinel-1A im April folgen bis Ende 2015 vier weitere Satelliten. Im Endausbau werden acht eigenständige Wächter und zwei Instrumente auf den meteorologischen Plattformen von Eumetsat, gleichzeitig aktiv sein. Sie bilden das Rückgrat des weltweit umfassendsten Beobachtungssystems im Weltall. Beim diesjährigen „Nationalen Forum für Fernerkundung und Copernicus“ der Bundesregierung war die Aufbruchsstimmung in die neue Ära deutlich zu spüren.

Mit den Daten und Produkten der sechs Sentinel-Missionen (siehe Kasten auf Seite 33) werden Atmosphäre, Ozeane und Landmassen – die Teilsysteme der Erde – regelmäßig beobachtet und überwacht. Copernicus stellt zuverlässige und sichere Daten bereit, die im Umwelt- und Sicherheitsbereich für eine Fülle von Anwendungen sowie als Entscheidungshilfe nützlich sind. Diese Dienste sind das Herzstück des Programms. Sie liefern Informationen in den Bereichen Landüberwachung, Meeresumwelt, Katastrophen- und Krisenmanagement, Atmosphäre, Klimawandel und Sicherheit. Die Beobachtungsinfrastrukturen im Weltraum, in der Luft und am Boden liefern hierfür die notwendige Datengrundlage.

When Sentinel-1A was launched successfully and the Copernicus Regulation came into force in April 2014, the European Earth-observation programme entered its long-awaited operational phase after years of preparation. The European Union provides about 4.3 billion euros for operations between 2014 and 2020. Together, ESA and the European Commission have already invested 3.7 billion euros in the development of the programme since 2002. Copernicus is a flagship initiative of the European space policy. Its scope and strategic planning are unique worldwide. The picture-perfect launch of Sentinel-1A in April will be followed by four more satellites until the end of 2015. Its final architecture will comprise eight autonomous satellites and two instruments mounted on the meteorological platforms of Eumetsat, all of which will be active simultaneously, forming the backbone of the most comprehensive civilian space observation system worldwide. The atmosphere of departure into the new operational era could be felt clearly at this year's national Forum on Remote Sensing and Copernicus organised by the federal government in Berlin in April.

The data and products of the six Sentinel missions (see box on page 33) will be used for regularly observing and monitoring the Earth's subsystems – atmosphere, oceans, and land masses. Copernicus reliably provides quality-assured data that will be useful for a multitude of applications and decision support in the environmental and security fields. The Copernicus Services form the core of the programme, providing information in the fields of land monitoring, marine environment, disaster and crisis management, atmosphere, climate change, and security. The requisite data foundation will be provided by observation infrastructures in space, in the air, and on the ground.



Deutschland war von Anfang an dabei und hat mehr als jedes andere Land in die Entwicklung der Sentinel-Missionen der ESA investiert. Denn Copernicus ist ein wichtiges Puzzlestück bei der Umsetzung der deutschen Raumfahrtstrategie der Bundesregierung, die Raumfahrt als Werkzeug zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Bürger versteht. Doch was kann das europäische Erdbeobachtungsprogramm auf nationaler Ebene leisten? Wie können wir die Potenziale ausschöpfen und wo gibt es eventuell noch Hindernisse? Mit dem nationalen Copernicus-Maßnahmenprogramm will die Bundesregierung genau diese Fragen beantworten. Die Bundesbürger sowie deutsche Unternehmen sollen spürbar von dem weltweit einzigartigen System profitieren. Dabei steht die Bundesregierung vor dem Problem der „Markteinführung“. Nur wenige, die von Copernicus profitieren könnten, sind sich der neuen Möglichkeiten bewusst. Mit gezielten Maßnahmen gilt es daher den Nutzer „abzuholen“, um dem europäischen Programm auch national Leben einzuhauchen. So können die neuen Potenziale auch in Deutschland für die Entwicklung innovativer Produkte, Dienste und für eine verbesserte öffentliche Dienstleistung genutzt werden.

Um Potenziale besser zu erkennen und effektiv zu nutzen, fördert das DLR Raumfahrtmanagement mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) unterschiedliche Vorhaben von der wissenschaftlichen Nutzung, über die Entwicklung neuer Produkte bis hin zur Unterstützung administrativer Prozesse. Die Themen und die operationelle Nähe, sind dabei so vielfältig wie das Programm selbst und befassen sich mit den unterschiedlichen Teilsystemen der Erde. Ein Beispiel ist die Kunststoffmüll-Verschmutzung von Flüssen, Seen und Meeren. Sie stellt die Menschheit vor ein großes Problem. Alle diese Lebensräume sind mit enormen Mengen von Plastikmüll belastet, die auch in die Nahrungskette des Menschen gelangen. Die ökonomischen und ökologischen Folgen dieses Umweltrisikos sind noch nicht abschätzbar, da noch nicht einmal die bereits vorhandene Menge großflächig und einheitlich bestimmt werden kann. Können die Sentinel-Satelliten messen, wie viel Plastikmüll in Fließgewässer und Ozeane schwimmt? Mit dieser Frage befassen sich Forscher im Rahmen des Projektes „Sentinels4marine plastic waste“ und untersuchen die technische Machbarkeit.

Einen Schritt weiter Richtung Umsetzung ist man bereits im Vorhaben „Biomasse-Erkundung und Monitoring (BiomassMon)“.

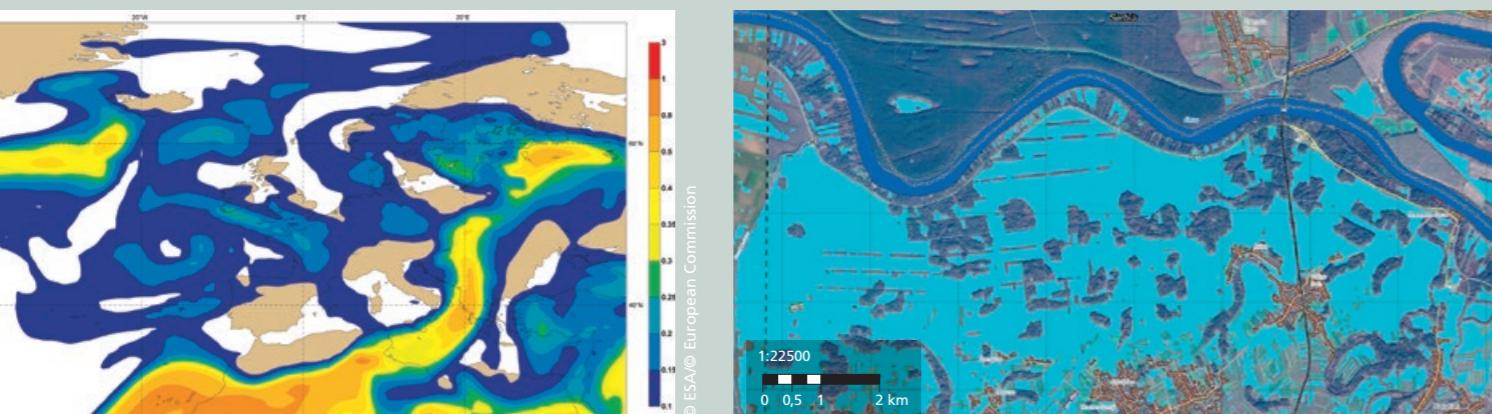
Germany has been part of it all from the beginning. It has invested more than any other country in the development of ESA's Sentinel missions. Copernicus is an important piece in the puzzle in implementing the federal government's space strategy for Germany, in which space is considered a tool for improving the citizens' living conditions. But what can we expect from the European Earth-observation programme at the national level? How can we exploit its potential, and where may be obstacles to this? The national Copernicus action programme was developed by the federal government to answer precisely these questions, so that German citizens as well as enterprises might derive palpable benefits from this system that is unique worldwide. The federal government is confronted with the challenge to 'bring Copernicus to the market'. Only few of those who might benefit from Copernicus are aware of the new opportunities. Therefore, deliberate steps must be taken to 'pick up' the user in order to breathe life into the European programme at the national level, so that its new potentials may also be used in Germany to develop innovative products and services and improve public services.

Funded by the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) and the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), the DLR Space Administration implements projects of scientific exploitation, the development of new products, and the support of administrative processes. Research topics and their operational environment are as diverse as the programme itself, addressing the Earth's different sub-systems. One example is the pollution of rivers, lakes, and seas with plastic waste, a significant problem confronting mankind. All these biotopes are contaminated by enormous quantities of plastic waste, which even enter the human food chain. At present, it is impossible to assess the economic and ecological consequences of this environmental hazard because we are unable even to determine the existing quantity constantly and on a large scale. Will the Sentinel satellites be able to measure the quantity of plastic waste that is floating in rivers and oceans? Examining the technical feasibility, this question is addressed by researchers under the project 'Sentinels4marine plastic waste'.

The project 'biomass exploration and monitoring (BiomassMon)' is one step further along towards implementation. Supporting the goals of Germany's national energy transition policy, the project contributes to the federal states' sustainability goals



© ESA/© European Commission



Aerosolpartikel spielen eine wichtige Rolle für unser Wetter. Als Kondensationskerne regen sie die Tropfen- und Wolkenbildung an. Als Eiskeime führen sie zur Bildung von Eiskristallen, die in Wolken für Regen sorgen. Dank der Sentinel-1A-Daten können täglich Karten der Aerosol-Verteilung erstellt werden, die Aufschluss über unser Klima geben.

Aerosol particles play an important part in our weather. Acting as condensation nuclei, they initiate the formation of droplets or clouds. As ice nuclei, they cause ice crystals to form which eventually turn into rain clouds. Thanks to Sentinel-1A data, maps of aerosol circulations can be generated on a daily basis to help scientists monitor our climate.

Am 13. Mai 2014 kam es nach Starkregenfällen in Bosnien-Herzegowina zu starken Überschwemmungen. Ganze Teile des Landes wurden überflutet. Karten – erstellt auf Basis der Sentinel-1A-Radardaten – zeigen das Ausmaß der Überschwemmungen um die Stadt Balatun (Nordosten) und tragen so dazu bei, die Katastrophenhilfe zu koordinieren.

On May 13, 2014, heavy rainfalls in Bosnia-Herzegovina caused major flood events, leaving entire swaths of land inundated. Maps generated on the basis of Sentinel-1A radar data show the extent of the floods near the small town of Balatun (north-east), and were thus helpful in coordinating disaster relief operations.

Nationale Maßnahmen

Information: Den Betroffenen soll das Programm nahe gebracht werden. In regelmäßigen Abständen finden auf nationaler Ebene Workshops statt, bei denen sich Akteure intensiv über die neuen Potenziale, die neuen Chancen sowie die aktuellen Herausforderungen austauschen.

Abstimmen und Vernetzen: Gibt es spezifische Interessen und Bedürfnisse in Deutschland? Diese werden gesammelt und verankert. So kann die Bundesregierung das europäische Programm im Interesse der deutschen Nutzer gestalten.

Befähigen und Begleiten: Öffentliche Dienstleister müssen lernen, mit Copernicus umzugehen. Dafür werden Pilotanwendungen durchgeführt und die neuen Dienste mit etablierten Verfahren verglichen. Die Akteure werden bei diesen Vorbereitungen zur Einführung unterstützt.

Bereitstellen: Die Copernicus-Datenpolitik verankert, dass die Sentinel-Daten und die Produkte der Dienste offen zugänglich und kostenlos nutzbar für jedermann sind. Damit wurde eine langjährige Forderung der Anwender in Deutschland erfüllt. Jetzt geht es darum, auch technisch einen einfachen, bedarfsgerechten Zugang zu verwirklichen. Denn die großen Datenmengen der Sentinel-Missionen überfordern vielfach die bestehenden Systeme der Nutzer.

The National Copernicus Action Programme

Information: introduce Copernicus to the public at large. At regular intervals, workshops will be held at the national level where players will exchange views about new potentials, new opportunities, and current challenges.

Coordinating and networking: what specific interests and needs are there in Germany? These will be collected and embedded, permitting the federal government to shape the European programme in the interest of German users.

Empowering and supporting: to induce public service providers to recognise the potentials of Copernicus, pilot applications will be initiated and compared to established methods. Players will be supported in these implementations.

Access: the Copernicus Data Policy stipulates that Sentinel data and the products of related services shall be freely accessible and available to everyone free of charge. This meets a demand which users in Germany have been making for many years. What is needed now is a mode of access for national users that is also technically simple and responds to user requirements, because processing and saving the large volumes of data generated by the Sentinel missions present a challenge to many users.

Hintergrund zu Copernicus

Das „Baveno-Manifest“ gab den Startschuss zur Copernicus-Initiative. Damals hatten sich alle europäischen Raumfahrtinstitutionen dafür ausgesprochen, eine „globale Überwachung für die Sicherheit der Umwelt“ ins Leben zu rufen. Im Juni 2001 beschlossen daraufhin die Europäische Kommission und die Europäische Weltraumorganisation ESA den gemeinsamen Aktionsplan „Global Monitoring for Environment and Security (GMES)“. Mit Beschluss des „GMES Space Component Programme“ auf der ESA-Ministerratskonferenz in Berlin im Jahr 2005 begann die Entwicklung der ersten Sentinels. Drei Jahre später folgte dann die Entscheidung über den zweiten Programmteil. Bereits 2009 trafen die ESA-Mitgliedsstaaten den Entschluss, dass die Daten der Sentinels prinzipiell kostenlos bereitgestellt werden. Sie legten so den Grundstein für die Copernicus-Datenpolitik, die 2013 durch eine europäische Verordnung umgesetzt wurde. Von 2011 bis 2013 rief die Europäische Union ein erstes Betriebsprogramm ins Leben. Seit April 2014 werden diese Aktivitäten im Copernicus-Programm der EU weitergeführt.

Dieses Projekt unterstützt die Ziele der nationalen Energiewende in Deutschland, trägt damit auch zu den Nachhaltigkeitsstrategien der Bundesländer zur Biomassenutzung bei und hilft bei der Bestimmung dieser Potenziale außerhalb Deutschlands. Die Daten der Sentinel-Missionen und der nationalen Missionen wie Rapid-Eye und TerraSAR-X sind hierfür ideal geeignet: Sie decken die gesamte Erdoberfläche ab, beobachten kontinuierlich durch häufige Wiederholraten und bestimmen die oberirdische Biomasse und die Erntetermine quantitativ und qualitativ hochgenau. Um Biomasse wirtschaftlich zu verwerten, muss sie regional genutzt werden. Nur so können Transportwege und Qualitätsverluste verringert werden, so dass „Erntetermine“ mit den Informationen „Güte“ und „Menge“ eng mit der Auslastung der Verwertungsanlagen vor Ort abgestimmt sind. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Produkte liefern flächenbezogene Informationen zu Erntezeitpunkt, Qualität und Quantität von Biomasse.

Wie kann Copernicus einen Beitrag für eine effizientere öffentliche Verwaltung leisten? Diese Frage soll zum Beispiel das „Bodenbewegungsmonitoring“ beantworten. Die für Geologie und Bergbau zuständigen Ämter des Bundes und der Länder verfolgen geologische und ingenieurgeologische Sachverhalte im Interesse der Allgemeinheit. Sie beraten in Bezug auf geologische und bergbau-bezogene Gefahren und nehmen Aufsichtspflichten wahr. Wie und wobei kann Copernicus hierbei unterstützen? Die Behörden arbeiten zum überwiegenden Teil mit bodengebundenen Verfahren, erheben also schrittweise sehr präzise Daten an einzelnen Messpunkten. Doch wie kommen diese Daten ohne Genauigkeitsverlust in die Fläche damit Sie für Gefährungs- und Risikoanalysen sinnvoll genutzt werden können. Auf Basis der Daten von Sentinel-1A werden die Bodenbewegungen erfasst und in die behördlichen Analysen integriert. In einem Pilotprojekt wird ein Monitoring der heute noch aktiven Vulkaneifel eingerichtet und Senkungs- und Einsturzgefährdungen in Gebieten mit oberflächennahem Basaltbergbau kartiert. Außerdem werden die Hänge im Mosel- und Rheintal auf Instabilität untersucht. Diese Anwendung kann künftig in vielen ähnlichen Situationen in ganz Deutschland eingesetzt werden. Das Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover entwickelt deshalb ein Konzept für eine „Bodenbewegungskarte Deutschland“.

Das DLR Raumfahrtmanagement arbeitet daran, Copernicus in Deutschland weiter mit Leben zu füllen, das Programm beständig zu verbessern, den sich ständig wandelnden Bedarf des Nutzers zu berücksichtigen und Wachstumsimpulse für die deutsche Wirtschaft zu setzen.

The background of Copernicus

The Baveno Manifest of May 1998 is regarded as the starting point for the Copernicus initiative. At that time, all European space institutions approved creating a 'Global Monitoring for Environmental Security' initiative. In June 2001, the European Commission and the European Space Agency adopted a joint action plan called Global Monitoring for Environment and Security (GMES). When the GMES space component programme was approved by ESA's Ministerial Council at its meeting in Berlin in 2005, the development of the first Sentinel began. A decision about the second part of the programme followed three years later. As early as 2009, the ESA member states decided that the Sentinel data should be made available free of charge in principle, laying the foundation for the Copernicus Data Policy, which was implemented in a European regulation in 2013. For the period from 2011 to 2013, the European Union set up an initial operations programme, the activities of which are being continued operationally under the EU Copernicus Programme as from April 2014.

regarding the exploitation of biomass and assists in identifying such potentials outside of Germany. The data of the Sentinel missions and national missions such as RapidEye and TerraSAR-X are ideal for this purpose: monitoring the entire surface of the Earth, they provide continuous observations through rapid repeat rates. From this data, quantitative and qualitative information about surface biomass and harvest dates can be derived with great precision. If biomass is to be processed economically, it must be used regionally. This is the only way of reducing transport distances and degradation in quality; ensuring that harvest dates and information on quality and quantity are closely matched to the capacity of the processing facilities nearby. The products developed under the project provide spatially explicit and geo-located information about biomass harvest times, quality, and quantity.

How can Copernicus contribute towards increasing the efficiency of the public administration? One of the projects designed to answer this question is called 'ground motion monitoring'. The federal and state authorities in charge of geology and mining monitor processes of geology and engineering geology in the interest of the public. They provide advice about hazards relating to geology and mining and act as regulatory agencies. How and in what respect will Copernicus be able to support them? Using mostly ground-based methods, the authorities gather highly precise data step by step at individual locations. But how can this data be extrapolated to entire areas without loss of precision so that it can be used for meaningful hazard and risk analyses? Based on data from Sentinel-1A, ground motions are registered and integrated in official analyses. A pilot project to monitor the still active volcanic Eifel range is being set up to map risks of subsidence and collapse in areas where basalt is being mined close to the surface. In addition, valley slopes along the rivers Moselle and Rhine are being examined for instability. In the future, this application can be used in numerous similar scenarios all over Germany. This is why the Federal Institute of Geosciences and Natural Resources in Hanover is developing a concept for a ground motion map of Germany.

The DLR Space Administration is working on invigorating Copernicus in Germany, constantly improving the programme, taking into account the evolving needs of the users, and giving impulses for growth of the German economy.

Sentinels Spezifikationen

Sentinel-1

Sentinel-1 trägt ein C-Band-Radarinstrument mit synthetischer Apertur (SAR), das hochauflöste Aufnahmen der Land- und Ozeanoberfläche liefert. Die Produkte werden für die Überwachung des Schiffsverkehrs und die Erkennung von Ölverschmutzungen ebenso wie für die Vermessung von Hochwasser benötigt. Die Mission umfasst zwei Satelliten, die gleichzeitig um die Erde kreisen. Der erste Satellit ist am 3. April 2014 erfolgreich gestartet. Der Zweite wird Ende 2015 folgen.

Sentinel-1 carries a C-band synthetic aperture radar (SAR) instrument which generates high-resolution images of land and ocean surfaces. Its products are needed for monitoring maritime traffic and identifying oil slicks as well as for mapping floods. The mission consists of two satellites, which orbit the Earth simultaneously. The first satellite was launched on April 3, 2014; the second will follow at the end of 2015.

Sentinel-2

Sentinel-2 trägt ein optisches Instrument mit 13 Spektralkanälen, die mit einer Auflösung von zehn bis 60 Metern die Erde aufnehmen. Die hochauflösten Daten sollen vor allem zur Beobachtung der Landbedeckung und -nutzung verwendet werden. Landwirtschaft oder die Veränderungen von Ökosystemen weltweit, zum Beispiel als Folge des Klimawandels, sind wichtige Anwendungsbereiche. Die Starts der ersten beiden Satelliten sind für März 2015 und März 2016 geplant.

Sentinel-2 carries an optical instrument featuring 13 spectral channels, which acquires data of the Earth's surface at a resolution between 10 and 60 metres. These high-resolution data will mainly be used to observe the land coverage and land use. Important areas of application include agriculture and changes in ecosystems worldwide that are triggered, for example, by climate change. The first two satellites are scheduled for launching in March 2015 and March 2016.

Sentinel-3

Auf Sentinel-3 sind drei unterschiedliche Instrumente zur Beobachtung der Land- und Ozeanoberflächen untergebracht:
Das Ocean and Land Cover Instrument (OLCI) ist ein optisches Instrument mit 21 Spektralkanälen. Es erzeugt mittellaufgelöste Bilder (300 Meter) mit sehr breiten Aufnahmestreifen (1.270 Kilometer) und ermöglicht hierdurch eine globale Abdeckung innerhalb von zwei Tagen.

Das Sea and Land Surface Temperature (SLST)-Instrument ist ein Radiometer mit neun Spektralkanälen, die auch den Infrarottbereich abdecken. Es erzeugt niedrig aufgelöste Bilder (500 bis 1.000 Meter) mit sehr breiten Aufnahmestreifen (1.675 Kilometer).

Das Sentinel-3 Radar Altimeter (SRAL) dient der hochgenauen Vermessung der Land-, Eis- und Meeresoberfläche.

Die Starts der ersten beiden Satelliten sind für Juni 2015 und Ende 2016 geplant.

Sentinel-3 carries three different instruments for observing land and sea surfaces:

The Ocean and Land Cover Instrument (OLCI) is an optical instrument featuring 21 spectral channels. Generating medium-resolution (300 metres) images acquired with a very wide swath (1,270 kilometres), it is able to scan the entire globe within two days.

The Sea and Land Surface Temperature (SLST) instrument is a radiometer featuring 9 spectral channels which also cover the infrared range. It generates low-resolution images (500 to 1,000 metres) of a very wide swath (1,675 kilometres).

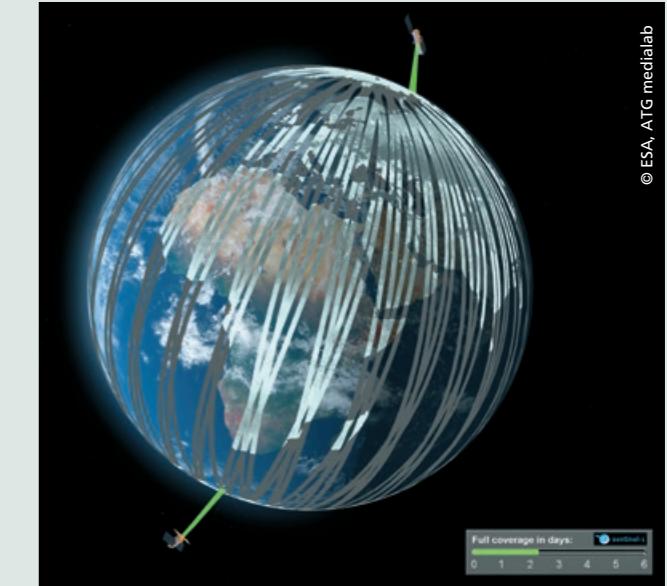
The Sentinel-3 Radar Altimeter (SRAL) serves to survey land, ice, and sea surfaces at high precision.

The first two satellites are due for launching in June 2015 and late in 2016.

Sentinel-4

Sentinel-4 ist ein Spektrometer im ultravioletten, sichtbaren und nahen infraroten Bereich. Es soll Spurengase in der Atmosphäre kontinuierlich überwachen. Die Instrumente werden auf den „sounder“ Satelliten der dritten Generation von Meteosat (geostationärer Orbit) integriert. Der Start ist für 2021 (MTG-S) geplant.

Moving in a polar orbit, Sentinel-6 is a satellite altimeter which permits 'tide-free' measurements of the sea level. It continues the Jason missions. At present, the date scheduled for launching is the end of 2020.



Radar-Satellitenpaar in Aktion: Sentinel-1A und -1B beobachten von ihren polaren Umlaufbahnen in rund 695 Kilometern Höhe die Erde. Beide Satelliten werden sich gegenseitig ergänzen, so dass sie die Erde in rund zwei Tagen komplett gescannt haben.

Twin satellites in action: from their polar orbit, the radar systems of Sentinel-1A and 1B are scanning the Earth from an altitude of about 695 kilometres. The two satellites will complement each other, so that they will have scanned the complete planet in about two days.

Sentinel-4 is a spectrometer working in the ultraviolet, visible, and near-infrared range. It is designed to monitor atmospheric trace gases on an ongoing basis. The instrument will be integrated in the 'sounder' satellites of the third generation of geostationary weather satellites (Meteosat) by Eumetsat. Their launch is scheduled for 2021 (MTG-S).

Sentinel-5

Sentinel-5 ist ein Spektrometer im ultravioletten, sichtbaren, nah- und kurzweligen Infrarotbereich. Es überwacht global Spurengase und Aerosole in der Atmosphäre. Die Sentinel-5-Instrumente werden auf den polar-umlaufenden „MetOP second Generation“-Satelliten von Eumetsat mit Starttermin 2020 integriert.

Sentinel-5 is a spectrometer working in the ultraviolet, visible, near-infrared, and short-wave infrared range. It monitors trace gases and aerosols in the atmosphere worldwide. The instruments of Sentinel-5 will be integrated in the MetOP second-generation satellites of Eumetsat, which are to be launched into a polar orbit in 2020.

Sentinel-5 Precursor

Sentinel-5 Precursor ist ein eigenständiger Satellit, der die Überwachung der Spurengase von Sentinel-5 schon vor dessen Start ermöglicht. Er wird Ende 2015 ins All aufbrechen.

Sentinel-5 Precursor is a single satellite, which will monitor the trace gases that Sentinel-5 is designed to measure from 2020 onward. Sentinel-5 Precursor will set out for space at the end of 2015.

Sentinel-6

Sentinel-6 ist ein Satelliten-Altimeter im polaren Orbit und ermöglicht die „tiden-freie“ Messung des Meeresspiegels. Es ist die Fortführung der Jason-Missionen. Der derzeitige Starttermin ist für Ende 2020 geplant.

Moving in a polar orbit, Sentinel-6 is a satellite altimeter which permits 'tide-free' measurements of the sea level. It continues the Jason missions. At present, the date scheduled for launching is the end of 2020.

Business Launch



Hoher Besuch auf der ILA: NASA-Direktor Charles Bolden (links) erklärt Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel (M. r.) und der Koordinatorin für Luft- und Raumfahrt, Staatssekretärin Brigitte Zypries (M.), in Anwesenheit des DLR-Vorstandsvorsitzenden Prof. Johann-Dietrich Wörner (h. l.) und des ESA-Generaldirektors Jean-Jacques Dordain den Abtrennungsorgang des neuen Orion oder auch MPCV (Multi Purpose Crew Vehicle)-Raumschiffs. Das MPCV basiert auf dem europäischen Raumfrachter ATV, der zu großen Teilen in Deutschland produziert wird.

High-ranking visit at ILA: Speaking to Dr Angela Merkel (centre right) and the BMW aerospace coordinator, Parliamentary Undersecretary Brigitte Zypries (centre), in the presence of the chairman of the DLR Executive Board Professor Johann-Dietrich Wörner (half left) and ESA's Director General Jean-Jacques Dordain, NASA Director Charles Bolden (left) explains the separation process of the new Orion/Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV) spacecraft. The MPCV is based on the European ATV orbital freighter, a major part of which is built in Germany.



Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand zuständig für das Raumfahrtmanagement, erklärt Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel bei ihrem Besuch der Luft- und Raumfahrtmesse ILA am 20. Mai 2014 in Berlin die deutsche Satellitenmission Heinrich Hertz. Der Satellit soll die Kommunikation revolutionieren und neue Technologien direkt im Weltall erproben.

On her visit to the Berlin Air Show (ILA) on May 20, 2014, Federal Chancellor Angela Merkel was welcomed by Dr Gerd Gruppe, Head of Space Administration and member of the DLR Executive Board, who briefed her on the German satellite mission Heinrich Hertz. The satellite is intended to revolutionise the communications sector and test new technologies directly in space.



In der zweiten Juniwoche reiste eine deutsche Delegation unter Leitung von DLR-Vorstand Dr. Gerd Gruppe (Mitte) nach Japan. Mit dabei waren hochrangige Vertreter deutscher Raumfahrtunternehmen: Dr. Fritz Merkle (Vorstand, OHB), Michael Scheiding (CEO, Astro- und Feinwerktechnik), Andreas Kern (Airbus Defence and Space), Dietmar Ratzsch (CEO, Jena-Optronik), Peter Freeborn (Director Sales, Eurockot) und Peter Schlote (CEO, Tesat-Spacecom). Am 12. Juni 2014 war die Delegation bei IHIAeroSpace zu Gast und wurde von Vorstand Hideo Kitsuda (rechts neben Dr. Gruppe) begrüßt.

In the second week of June, a German delegation led by DLR Executive Board member Dr Gerd Gruppe (centre) travelled to Japan. It included senior representatives of German space firms: Dr Fritz Merkle (Director, OHB), Michael Scheiding (CEO, Astro- und Feinwerktechnik), Andreas Kern (Airbus Defence and Space), Dietmar Ratzsch (CEO, Jena-Optronik), Peter Freeborn (Director Sales, Eurockot), and Peter Schlote (CEO, Tesat-Spacecom). On June 12, 2014, the delegation paid a visit to IHIAeroSpace and was welcomed by its director, Mr Hideo Kitsuda (to the right of Dr Gruppe).



Januar 2014: Dr. Gerd Gruppe trifft in Washington Steven Palazzo, Mitglied des US-Repräsentantenhauses. Palazzo gehört dem Ausschuss für Wissenschaft, Raumfahrt und Technologie sowie dem Streitkräfteausschuss an.

January 2014: Dr Gerd Gruppe meets Steven Palazzo, member of the House of Representatives, in Washington. Palazzo serves on the Committee on Science, Space and Technology and on the Committee on Armed Services.

Raumfahrtkalender

Termin Ereignis

2014

21. Juli Start der 4. CCF-Experimentkampagne auf der Internationalen Raumstation ISS

23. Juli Start Progress 56P von Baikonur (Versorgung ISS)

25. Juli Start Raumtransporter ATV-5 „Georges Lemaître“ mit Ariane 5ES von Kourou

August Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 4. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-4)

21. August Start Sojus STB von Kourou mit den OHB Galileo-Satelliten 1 und 2

23. August Beginn Beobachtung am Kometen Churyumov-Gerasimenko mit der Sonde ROSETTA

12. September Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 5. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-5)

Ende September Landung des Rückkehr-Satelliten FOTON-M4

30. September Start Sojus 40S von Baikonur (ISS Expedition)

Anfang Oktober Zweite Startkampagne des Projektes WADIS (IAP) von Andoya Rocket Range (Norwegen)

3.-10. Oktober Studenten-Ballonkampagne BEXUS 18/19 in Esrange (Schweden) mit fünf Experimenten deutscher Teams

4. Oktober Start Sojus STB von Kourou mit den OHB Galileo-Satelliten 3 und 4

20.-31. Oktober 25. DLR-Parabelflug in Bordeaux

29. Oktober Start Progress 57P von Baikonur (Versorgung ISS)

Anfang November Beginn der ersten Experimente im Electromagnetic Levitator (EML) auf der ISS

11. November Absetzung des ROSETTA-Landers PHILAE auf dem Kometen Churyumov-Gerasimenko

Ende November Start TEXUS 51 (DLR) von Esrange mit vier deutschen Experimenten

23. November Start Sojus 41S von Baikonur (ISS Expedition)

25. November Start der japanischen Asteroidenmission Hayabusa 2 vom Weltraumbahnhof Tanegashima (Japan)

28. November Rückkehr Blue-Dot-Mannschaft mit deutschem ESA-Astronauten Alexander Gerst in Sojus-Kapsel

5. Dezember Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 6. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-6)

22. Dezember Start Sojus STB von Kourou mit den OHB Galileo-Satelliten 5 und 6

Space Calendar

Date Event

2014

July 21 Launch of the 4th CCF experimental campaign on the International Space Station ISS

July 23 Launch of Progress 56P from Baikonur (ISS logistics)

July 25 Launch of Ariane 5ES from Kourou; carrying the space transport vehicle ATV-5 'Georges Lemaître'

August Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 4th ISS logistics flight (SpaceX CRS-4)

August 21 Launch of Soyuz STB from Kourou; carrying the 1st OHB Galileo satellite pair (1 and 2)

August 23 Beginning of ROSETTA's observation of the comet Churyumov-Gerasimenko

September 12 Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 5th ISS logistics flight (SpaceX CRS-5)

End of September Landing of the deorbiting satellite FOTON-M4

September 30 Launch of Soyuz 40S from Baikonur (ISS expedition)

Early October 2nd campaign of WADIS (IAP) from Andoya Rocket Range (Norway)

October 3 - 10 Student balloon campaign BEXUS 18/19 in Esrange (Sweden); carrying five experiments of German research teams

October 4 Launch of Soyuz STB from Kourou; carrying the 2nd OHB Galileo satellite pair (3 and 4)

October 20 - 31 25th DLR parabolic flight campaign in Bordeaux

October 29 Launch of Progress 57P from Baikonur (ISS logistics)

Early November Beginning of the experiment series on the Electromagnetic Levitator (EML) at the ISS

November 11 Debarcation of the ROSETTA lander PHILAE on the comet Churyumov-Gerasimenko

End of November Launch of TEXUS 51 (DLR) from Esrange; carrying four German experiments

November 23 Launch of Soyuz 41S from Baikonur (ISS expedition)

November 25 Launch of the Japanese asteroid mission Hayabusa 2 from spaceport Tanegashima (Japan)

November 28 Return of the Blue Dot crew with the German ESA astronaut Alexander Gerst in a Soyuz capsule

December 5 Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 6th ISS logistics flight (SpaceX CRS-6)

December 22 Launch of Soyuz STB from Kourou; carrying the 3rd OHB Galileo satellite pair (5 and 6)



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: M&E Druckhaus
49191 Belm
www.me-druckhaus.de

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: M&E Druckhaus
49191 Belm, Germany
www.me-druckhaus.de

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