

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 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

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



DLR

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**
German Aerospace Center

Raumfahrtmanagement
Space Administration
Königswinterer Straße 522-524
53227 Bonn, Germany

DLR.de
DLR.de/en

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Missionsbroschüre
Mission Brochure



Blue Dot –

Alexander Gerst gestaltet
unsere Zukunft auf der
Internationalen Raumstation

*Alexander Gerst shapes
our future on the
International Space Station*



DLR

Inhalt

Interview: „Wir Astronauten sind Entdecker“	4
Die Ausbildung	8
Der Raumflug	14
Der ArbeitsALLtag	24

Contents

Interview: 'We astronauts are discoverers'	4
Training	8
The Space Flight	14
Astronauts On the Job	24

Impressum

Herausgeber:
Deutsches Zentrum für Luft-
und Raumfahrt (DLR)
Sabine Hoffmann
Leiterin DLR-Kommunikation
(ViSP)
Redaktion:
Martin Fleischmann
(Redaktionsleitung)
Elisabeth Mittelbach
Andreas Schütz

Königswinterer Straße 522–524
53227 Bonn
DLR.de/rd

Druck:
Meinders & Elstermann
GmbH & Co. KG
49191 Belm

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

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

Imprint

Publisher:
Deutsches Zentrum für Luft-
und Raumfahrt (DLR)
Sabine Hoffmann
Director DLR Corporate
Communications
(responsible according to the
press law)
Editorial office:
Martin Fleischmann
(Editor in Chief)
Elisabeth Mittelbach
Andreas Schütz

Königswinterer Straße 522–524
53227 Bonn, Germany
DLR.de/rd

Print:
Meinders & Elstermann
GmbH & Co. KG
49191 Belm

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

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 necessar-
ily reflect the opinion of the editor-
ial staff. Distribution free of charge.

Name: Dr. Alexander Gerst
Beruf: Astronaut
Mission: *Blue Dot – shaping the future*
Start zur ISS: 28. Mai 2014, 21:57 Uhr MESZ vom
russischen Kosmodrom Baikonur
Missionsdauer: 166 Tage
Docking: 29. Mai 2014, 03:44 Uhr MESZ
Öffnen der Luke: 29. Mai 2014, 05:52 Uhr MESZ
Außenbordeinsatz (EVA): 7. Oktober 2014
Rückkehr zur Erde: 10. November 2014, 04:58 Uhr MESZ

Geboren am: 3. Mai 1976
Geburtsort: Künzelsau, Region Hohenlohe-Franken
(Baden-Württemberg)
Hobbies: Bergwandern, Klettern, Tauchen,
Fallschirmspringen, Fechten, Fotografie
Schule: Ganerben Gymnasium Künzelsau und
Technisches Gymnasium in Öhringen bei
Heilbronn
Studium: Geophysik am Karlsruhe Institut für Techno-
logie (Diplom) und
Geowissenschaften an der Universität in
Wellington, Neuseeland (Master)

Studienbeginn: 1998
Promotion: Mai 2010 Institut für Geophysik
an der Universität Hamburg

Promotionsthema: Eruptionsdynamik des antarktischen
Vulkans Mount Erebus

Karriere: Geophysiker und Vulkanologe: Entwicklung
neuer wissenschaftlicher Instrumente für
die vulkanologische Forschung am Institut
für Geophysik der Universität Hamburg
(2004 bis 2009)

ESA-Auswahl: Mai 2009
ESA-Ausbildungsbeginn: 1. September 2009
Ende ESA-Basistraining: 22. November 2010
**Nominierung für
ISS-Mission:** 22. September 2011

**Beginn der
Missionsvorbereitungen:** September 2011

Auszeichnungen: DFG: Bernd Rendel-Preis
für hervorragende Forschung

Name: Dr Alexander Gerst
Profession: Astronaut
Mission: Blue Dot – shaping the future
Take-off for the ISS: *May 28, 2014, 21:57h CEST, from
the Russian Cosmodrome Baikonur*
Mission duration: 166 days
Docking: *May 29, 2014, 03:44h CEST*
Hatch opening: *May 29, 2014, 05:52h CEST*
**Extravehicular activity
(EVA):** *October 7, 2014*
Return to Earth: *November 10, 2014, 04:58h CEST*

Date of birth: *May 3, 1976*
Place of birth: *Künzelsau, Hohenlohe-Franken region
(Baden-Wuerttemberg)*
Hobbies: *Mountain hiking, climbing, diving,
parachuting, fencing, photography*
Formal education: *Ganerben Grammar School, Künzelsau, and
Technical Grammar School, Öhringen near
Heilbronn*
Studies: *Geophysics at the Karlsruhe Institute of
Technology (Diploma) and
Geosciences at Wellington University, New
Zealand (Master)*

Studies begun in: 1998
PhD: *May 2010, Institute of Geophysics
at Hamburg University*
Thesis: *Eruption Dynamics of the Antarctic
Volcano Mount Erebus*

Career: *Geophysicist and volcanologist: develop-
ment of new scientific instruments for
volcanological research at the Institute of
Geophysics of Hamburg University (2004
to 2009)*

Selection by ESA: *May 2009*
Start of ESA training: *September 1, 2009*
End of basic ESA training: *November 22, 2010*
**Nomination for
ISS mission:** *September 22, 2011*

**Start of mission
preparations:** *September 2011*

Awards: *DFG: Bernd Rendel Prize
for outstanding research*



„Wir Astronauten sind Entdecker“

Seitdem Alexander Gerst am 28. Mai 2014 zur Internationalen Raumstation aufgebroschen ist, ist er der elfte deutsche Astronaut und der dritte Deutsche auf der ISS. Mehr über seine Mission „Blue Dot – shaping the future“ verrät er im folgenden Interview.

Bevor Sie als Astronaut ausgewählt wurden, haben Sie als Geophysiker und Vulkanforscher unsere Erde – und vor allem die Phänomene im Erdinneren – genau untersucht. Auf Ihrer Mission *Blue Dot* werden Sie unseren Heimatplaneten aus einem ganz anderen Blickwinkel betrachten. Was reizt Sie am meisten daran?

Gerst: Die Reise in den Weltraum ist für mich ein Trip ins Unbekannte. Astronauten sind Entdecker und stehen auf den Schultern von Columbus, Magellan und Cook. Uns treibt die Neugier an. Der Mensch hat immer neue Kontinente und Inseln erforscht, sich immer einen Schritt weiter in neue Lebensräume gewagt und die Welt aus einem anderen Blickwinkel betrachtet. Genau das machen wir Astronauten auch. Wir verlassen unsere Erde, um sie aus einer anderen, grandiosen Perspektive zu sehen. Doch das können wir erst seit 50 Jahren – einem Wimpernschlag in der Geschichte. Die Raumfahrt bietet uns seitdem die großartige Möglichkeit, unsere Erde mit anderen Augen zu sehen und wissenschaftliche Entdeckungen zu machen, die uns sonst verborgen geblieben wären. Genau deswegen ist mein Job als Astronaut die Erweiterung von dem, was ich vorher als Geophysiker gemacht habe. Vorher habe ich mich um das Erdinnere gekümmert. Was ist dort in der Tiefe los? Wie können wir Menschen unsere Erde besser verstehen und uns dadurch wirksamer vor Naturkatastrophen wie Erdbeben oder Vulkanausbrüchen schützen? Jetzt werde ich unseren Heimatplaneten verlassen, um unsere Umgebung im All zu erforschen, die uns ja tatsächlich auch gefährlich werden kann. Asteroiden und Sonnenstürme sind Bedrohungen, die wir verstehen müssen, um uns davor zu schützen.

Auf Vorschlag des Astronomen Carl Edward Sagan wurde die Raumsonde *Voyager 1* so gedreht, dass die Kamerainstrumente die Erde aus 6,4 Milliarden Kilometern Entfernung aufgenommen haben – der größten Distanz, aus der unser Heimatplanet jemals abgebildet wurde. Sie war nur noch als „pale blue dot“ – als blasser blauer Punkt – zu sehen. Hat der „Namensgeber“ Ihrer Mission deutlich gemacht, wie klein, verwundbar und gleichzeitig unheimlich wertvoll unsere Erde ist?

Gerst: Ja, genau aus diesem Gedanken heraus ist der Missionsname *Blue Dot* entstanden. Ich war von diesem Voyager-Bild sehr beeindruckt. Zum ersten Mal haben wir eine Aufnahme, auf der mehrere Planeten unseres Sonnensystems von außen gesehen abgebildet

Als Geophysiker war Alexander Gerst schon auf vielen Vulkanen – unter anderem auf dem Mount Erebus in der Antarktis, über dessen Eruptionsdynamik er seine Diplomarbeit verfasste.

Being a geophysicist, Alexander Gerst has spent a lot of his time wandering around on volcanoes, such as Mount Erebus in the Antarctic, the eruption dynamics of which were the subject of his thesis.



‘We astronauts are discoverers’

After Alexander Gerst set out for the International Space Station on May 28, 2014, he became the eleventh German astronaut and the third German to stay on the ISS. In the following interview, he tells us more about his mission ‘Blue Dot – shaping the future’.

Before you were selected to become an astronaut, you studied our home planet as a geophysicist and volcanologist, with a particular focus on what goes on in Earth’s interior. On your *Blue Dot* mission, you will be looking at our planet from a very different angle. What do you find most intriguing about that?

Gerst: *To me, the journey to space is a trip into the unknown. Astronauts are discoverers standing on the shoulders of Columbus, Magellan, and Cook. We are driven by curiosity. Man has successively explored new continents and islands, venturing step after step into new living environments and looking at the world from ever-changing angles of view. This is exactly what we astronauts are doing. We leave Earth behind to look at it from another grand perspective. That, however, we have been able to do for no more than 50 years – a mere moment in history. Since then, space travel has been offering us the splendid opportunity of viewing our Earth through different eyes and making scientific discoveries that would have remained hidden otherwise. This is exactly why my job as an astronaut adds a whole new dimension to what I used to do before as a geophysicist. I used to be concerned with the interior of the Earth. What is going on down there in the depths? How can we humans learn to understand our Earth better so that we may protect ourselves more effectively against natural disasters such as earthquakes or volcanic eruptions? Now, I am going to leave our home planet to explore our environment in space, which in fact is also a potential source of danger. Asteroids, and solar storms are perils which we need to understand in order to protect ourselves against them.*

Following a proposal by astronomer Carl Edward Sagan, the *Voyager 1* space probe was rotated so that its imaging instruments were able to photograph the Earth from a distance of 6.4 billion kilometres – the longest distance from which our home planet was ever photographed. It was visible only as a pale blue dot. Did the view after which your mission was named succeed in showing how small, vulnerable, and yet incredibly valuable our Earth is?

Zusammen mit Wissenschaftlern aus Neuseeland hat Alexander Gerst eine Methode entwickelt, Vulkanausbrüche zuverlässiger vorherzusagen. Während seiner Forschungen an dem neuseeländischen Mount Ruapehu – hier von der ISS aufgenommen – entdeckte Alexander Gerst zeitliche Spannungsänderungen in der Erdkruste, die normalerweise vor Eruptionen auftreten. Sollte sich das Spannungsfeld um den knapp 2.800 Meter hohen Vulkan erneut stark wandeln, könnte dies die Vorhersage eines Ausbruchs ermöglichen – und das mehrere Monate oder gar ein Jahr im Voraus.

Together with scientists from New Zealand, Alexander Gerst developed a method of forecasting volcanic eruptions with greater reliability. During his studies on New Zealand’s Mount Ruapehu, – shown here in an image shot from the ISS – Alexander Gerst discovered that stresses in the Earth’s crust vary over time, a phenomenon that normally precedes a volcanic eruption. Should such stress variations recur around the 2,800 metre high volcano, this might make it possible to forecast an eruption – as early as several months or even a year before the event.



Interview: „Wir Astronauten sind Entdecker“
Interview: 'We astronauts are discoverers'

sind – alles einzelne Pixel. Die Erde ist eben nur einer davon – ein kleiner, blasser, blauer Punkt. Und gerade einmal zwölf Prozent dieses Bildpunktes sind von der Erde ausgefüllt. Wir leben wirklich auf einer winzigen Steinkugel, die durch das dunkle Universum rast und nur von einer hauchdünnen Atmosphäre umgeben ist. Das ist unser Raumschiff Erde. Das ist alles, was wir haben. 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. Unsere Ressourcen wie Öl, Energie, Wasser und Luft sind nur begrenzt vorhanden. Wir leben aber, als wäre alles in unendlichen Mengen vorhanden, als wenn es kein Ende gäbe. Verlässt man unseren Planeten, so sieht man mit eigenen Augen, dass wir nur ganz begrenzte Ressourcen haben. Sieht, wie verletzlich unsere Erde ist. Unser kleiner blauer Planet, mit dem wir alle zusammen jedes Jahr einmal um die Sonne reisen. Wenn wir unser Raumschiff Erde verlieren, endet unsere Geschichte. Das ist die Perspektive, die ich gerne von der Raumstation zurückbringen will. Jeder hat die Wahl, ob er nur als Passagier mitreisen oder zur Mannschaft gehören möchte.

Ihre Mission steht unter dem Motto „shaping the future“. Was bedeutet das für Sie?

Gerst: Dass wir sehr viele Experimente auf der ISS haben, die unser zukünftiges Leben beeinflussen. Es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass uns die Raumfahrt weiterhelfen kann, unsere Probleme auf der Erde zu lösen. Wir haben Experimente zur Materialphysik an Bord, mit denen wir neue Legierungen untersuchen. Im Elektromagnetischen Levitator, an dem auch das DLR beteiligt ist, entwickeln wir Materialien der Zukunft, die in zehn Jahren womöglich in Flugzeugturbinen stecken, Autos leichter machen und uns so helfen, Treibstoff zu sparen. Das ist für mich „shaping the future“. Wir machen die Zukunft besser. Wir untersuchen auch Krankheiten, zum Beispiel multiresistente Keime im Immunsystem. Weil im Weltraum ein verstärkter Knochenabbau stattfindet, lässt sich dort Osteoporose sehr gut im Zeitraffer erforschen. Da sind wir Astronauten Versuchskaninchen dafür, dass es in Zukunft den Kranken auf der Erde besser geht und man sie gezielter behandeln kann. Schon jetzt gibt es Medikamente, die aufgrund solcher Forschung entwickelt wurden und Patienten auf der Erde helfen. Doch wir greifen nicht nur positiv in die Zukunft ein, sondern wollen auch deutlich machen, dass jeder Mensch auf der Erde eine Verantwortung trägt. Jeder hat die Möglichkeit, seine eigene Zukunft und die seiner Nachfahren zu beeinflussen.

Welche Kriterien haben Sie erfüllt, um aus dem Pool von 8.400 Bewerbern ausgewählt zu werden?

Gerst: Im Detail weiß ich das gar nicht. Das ist eine Entscheidung der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Was man aber für den Beruf des Astronauten definitiv braucht, ist Neugier. Man sollte Begeisterung haben für das, was man tut. Zielstrebig und verlässlich sein. Deswegen wählt die ESA Kandidaten aus, die mentalen und physischen Belastungen Stand halten können. Das wird zwar bei den Auswahltests schon geprüft, es ist aber nicht so einfach, herauszufinden, wie sich jeder einzelne in Extremsituationen verhält. Deswegen werden bevorzugt Bewerber ausgesucht, die anhand ihres Lebenslaufs gezeigt haben, dass sie mit solchen Situationen umgehen können. Ich war zum Beispiel in der Antarktis und auf Vulkanen, habe dort zum Teil Wochen lang mit nur wenigen anderen Menschen abgeschieden und auf engstem Raum zusammengelebt und gearbeitet. Ich denke, diese Erfahrung hat mir bei meiner Auswahl geholfen. Auf der Raumstation lebe und forsche ich sechs Monate lang mit sechs Kolleginnen und Kollegen in einem Raum von der Größe eines 747-Jumbojets zusammen. Wir sind vielseitig ausgebildet, jeder von uns muss nahezu alles können, was auf der ISS gefragt ist. Neben meiner persönlichen Lebenserfahrung musste ich viele neue Dinge dazu lernen. Dabei ist es eigentlich zweitrangig, wo man herkommt und was man vorher gemacht hat. Ich habe in den letzten viereinhalb Jahren einen völlig neuen Beruf gelernt – das war wie ein zweites Studium.

Gerst: Yes, this is exactly the idea that gave birth to the name of our mission, Blue Dot. I was deeply impressed by this Voyager image. For the first time, we have a photo showing several planets of our solar system viewed from the outside – all of them no more than a few individual pixels. And Earth is only one of them – a small, pale blue dot. What is more, the Earth fills no more than twelve percent of this pixel. We really do live on a tiny ball of rock that races through a dark universe, surrounded only by a paper-thin atmosphere. This is our spaceship. This is all we have. Our entire history, from monocytes to dinosaurs to humans, has unfolded on this tiny blue dot in the infinity of the universe. Our resources, including oil, energy, water, and air, are limited, but we live as if everything were available in infinite quantities, as if there were no end. If you leave our planet, you will see with your own eyes how severely limited our resources are. You will see how vulnerable our Earth is. Our small blue planet, on which we all travel around the Sun once a year. Should we lose our spaceship Earth, our history will come to an end. That is the perspective which I would like to bring back from the space station. Anyone can choose between merely travelling along as a passenger and being an active member of the crew.

The motto of your mission is 'shaping the future'. What does that mean to you?

Gerst: That we have a great many of experiments on the ISS that influence our future life. The past has shown that space tech can help us solve some of our problems on Earth. On board, there are experiments in material physics, in which we examine new alloys. In the electromagnetic levitator, in which DLR is involved as well, we will be developing materials of the future that in ten years' time may well be seen in aircraft turbines and make cars lighter, thus helping us to save fuel. To me, this is 'shaping the future'. We improve the future. We also investigate illnesses like multi-resistant germs in the immune system. Because bone degradation speeds up in space, this is the ideal place for studying osteoporosis in fast motion. In this case, we astronauts will play the part of guinea pigs so that sick people will fare better on Earth and receive more specific treatment. Even now, there are medicines that were developed from such research and now help patients on Earth. But we do not only shape the future positively; we also want to make it clear that every human being on Earth bears responsibility. Everyone has a chance of influencing their own future and that of their descendants.

What criteria did you have to meet to be selected from a pool of 8,400 applicants?

Gerst: I do not know any details about that. The decision was made by the European Space Agency, ESA. However, what you definitely need for the job of an astronaut is curiosity. You should be enthusiastic about what you are doing, do it well, and be focussed and reliable. This is why ESA selects candidates who are able to withstand the mental and physical stress of the job. While this aspect is examined during the screening tests, it is not at all easy to find out how an individual will behave in an extreme situation. This is why preference is given to those applicants whose C.V. shows that they can handle such situations. I, for one, have stayed in the Antarctic and on volcanoes, living and working there in isolation in the company of only a few other people in a highly confined space. I think it was this experience that helped in my selection. On the space station, I will be living and researching for six months in a team of six in a space the size of a 747 Jumbo Jet. We have been trained in many ways; each of us must be able to do nearly everything that needs doing on the ISS. I had to learn many new things over and above my personal life experience. At that, it is really of secondary importance where you come from and what you did before. In the last four years and a half, I learned a new profession from scratch – like going back to university again.



Vorbild im Rücken: Alexander Gerst (v. l.) und sein Crew-Kollegen Maxim Surajew und Reid Wiseman posieren auf dem Gelände des russischen Kosmodroms im kasachischen Baikonur vor dem Yuri Gagarin-Denkmal – Gagarin flog am 12. April 1961 als erster Mensch ins All. Gerst, Surajew und Wiseman sind die Crew der ISS-Expedition 40/41. Zugleich waren sie die Ersatzmannschaft für die ISS-Expedition 38, die am 7. November 2013 zur ISS gestartet ist. Wäre einer jener Astronauten krankgeworden, hätte Alexander Gerst seinen ersten Flug zur Raumstation bereits mit Soyuz TMA-11M am 7. November 2013 angetreten.

Posing in front of their role model: Alexander Gerst (from left) and his colleagues Maxim Surajew and Reid Wiseman posing in front of the memorial of Yuri Gagarin – who started on April 12, 1961 as the first human in space – on the premises of Russia's cosmodrome at Baikonur in Kazakhstan. Gerst, Surajew and Wiseman are members of the Expedition Crew 40/41 that was the replacement crew for mission 38, which headed for the ISS on November 7, 2013. Had one of the members of that mission been taken ill, Alexander Gerst would have had his first trip to the space station back then, flying on Soyuz TMA-11M on November 7, 2013.

„Schauen Sie auf diesen blassen blauen Punkt. Das ist hier. Das ist unser Zuhause. Das sind wir“, hatte der US-amerikanische Astronom Carl Edward Sagan in seinem Buch „Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space“ geschrieben. Die Aufnahme stammt von der Raumsonde Voyager 1. Die NASA entschied sich im Jahr 1990, die Raumsonde zu schwenken und mit der Kamera einen Blick auf unsere Erde zu werfen. Unser Heimatplanet war damals 6,4 Milliarden Kilometer weit weg – die entfernteste Aufnahme, die jemals von unserer Erde gemacht wurde. Dieser blass blaue Punkt gab der Mission von Alexander Gerst seinen Namen.

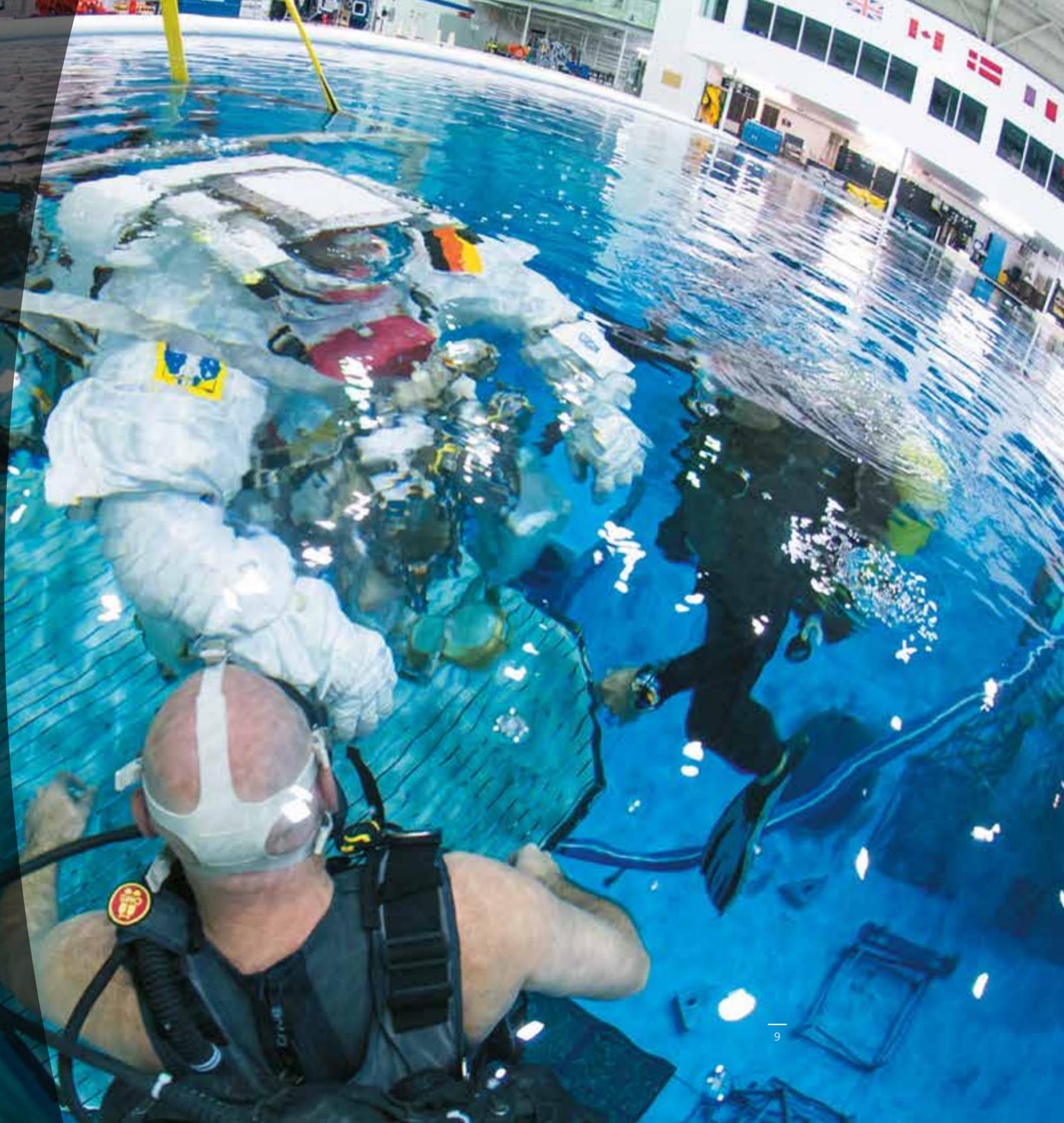
'Look again at that Pale Blue Dot. That's here. That's home. That's us.' Those were the words used by the US American astronomer Carl Edward Sagan in his book 'Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space'. The image was shot from Voyager I. In 1990, NASA had decided to turn the probe around and to point its camera towards Earth. At that time, our home planet was 6.4 billion kilometres away – the most distant picture ever made of our planet. It is this pale blue dot that gave Alexander Gerst's mission its name.

Die Ausbildung

Egal ob Außenbordeinsatz, Docking eines Raumtransporters, wichtige Reparaturarbeiten oder Experimentablauf – Alexander Gerst muss auf alle Aufgaben im Weltraum vorbereitet sein. Dafür war eine lange und harte Ausbildung notwendig. Von seiner Auswahl bis zum Raumflug hatte er fünf Jahre Zeit, den Beruf „Astronaut“ zu erlernen. Doch bevor Alexander Gerst und seine fünf europäischen Mitschüler der Astronautenklasse 2009 sich überhaupt Astronaut nennen durften, mussten sie einen 18-monatigen Grundkurs mit hunderten Ausbildungsstunden durchlaufen. In den wichtigen Ausbildungszentren in den USA, Russland, Deutschland, Japan und Kanada erwarb er Kenntnisse über Raumfahrttechnik, Weltraumforschung, und nicht zuletzt Grundwissen in Medizin. Auch die Funktionsweise der ISS und ihrer Transporter hat er dort studiert. Um sich besser verständigen zu können, musste Alexander Gerst außerdem innerhalb von nur drei Monaten Russisch lernen – für ihn der härteste Teil seiner Ausbildung. Dafür lebte er einige Wochen mit einer russischen Familie im Sternenstädtchen bei Moskau zusammen. Er erhielt Tauchunterricht, da das Unterwassertraining auf der Erde die beste Möglichkeit ist, Außenbordeinsätze an der ISS zu trainieren. Als er im September 2011 der *Blue Dot*-Mission zugewiesen wurde, erhöhte sich die Gangart: Nun trainierte der Deutsche ohne Pause bis zu 60 Stunden pro Woche für seinen ersten Einsatz im All. Um optimal miteinander zusammen zu arbeiten, trainierte Alexander Gerst so oft wie möglich mit seinen Mannschaftskollegen, dem Russen Maxim Surajew und dem US-Amerikaner Reid Wiseman.

Training

Extra-vehicular activities, docking a transfer vehicle, important repairs, or monitoring experiments – on his workplace in orbit, Alexander Gerst must be prepared for all conceivable on-board jobs. This called for long and hard training. From his selection to his arrival in space, he had no more than five years to learn the job of ‘an astronaut’. But before Alexander Gerst and his five European fellow students of the 2009 class were allowed to call themselves astronauts, they had to pass an 18-month entry-level course comprising hundreds of training lessons. Studying at all important training centres in the USA, Russia, Germany, Japan, and Canada, he acquired a substantial body of knowledge in space technology and research as well as a grounding in medicine, while learning at the same time how the space station and its transfer vehicles work. To improve his ability to communicate, moreover, Alexander Gerst had to learn Russian within only three months – the hardest part of his training in his opinion. For this purpose, he spent a few weeks living with a Russian family in Star City near Moscow. He attended diving lessons to prepare himself for the EVA training course under water. When he received his flight orders for the Blue Dot mission in September 2011, his training grew even more rigorous, occupying up to 60 hours per week without a break. To do a perfect job in space, Alexander Gerst trained as often as possible together with his crew mates – the Russian cosmonaut Maxim Surayev and the US astronaut Reid Wiseman.





Wartung und Instandsetzung

Während seiner Mission war Alexander Gerst auch ein Handwerker. Schon bevor er zur Raumstation aufgebrochen ist, wurden seine Aufgaben festgelegt und die entsprechenden Handgriffe trainiert. So lernte er zum Beispiel, Wasserkreisläufe sowie Ventile zu prüfen und bei Bedarf zu wechseln. Alexander Gerst konnte natürlich nicht auf alles vorbereitet sein. Fällt ein Gerät wie der brandneue Schmelzofen EML zufällig aus, entwickelt ein Bodenteam entsprechende Reparaturprozeduren, die der Astronaut Alexander Gerst dann direkt an Bord umsetzen musste. Beim Einbau dieser Apparatur klemmte ein Bolzen – ausgerechnet auf der glatten Fläche, auf der die Kamera des Schmelzofens sitzen sollte. Das Bodenteam hat fieberhaft nach Lösungen gesucht und innerhalb weniger Tage mehrere Arbeitsabläufe geschrieben. Einfach mit der Zange ließ sich der Bolzen nicht lösen, Säge und Feile mussten zum Einsatz kommen, ohne dass Astronaut Alexander Gerst zum Beispiel herumschwebende Sägespäne einatmen könnte. Die Idee: Rasierschaum. Der Astronaut schmierte die Sägestelle ein, sägte – und das Schrauben-Problem war erledigt. Eventuell wären auch Außenbordeinsätze notwendig gewesen, um Geräte an der Außenhülle der ISS wieder instand zu setzen.

Ankoppeln von Transportschiffen

Als einer der letzten Astronauten trainierte Alexander Gerst am Automated Transfer Vehicle (ATV)-Simulator des europäischen Astronautenzentrums EAC in Köln, um die automatische Annäherung des Raumtransporters an den russischen Kopplungsknoten Swesda zu überwachen. Alexander Gerst kontrollierte dabei insbesondere die Annäherungskordinaten und die Geschwindigkeit des ATV. Bei zu großen Abweichungen hätte er per Knopfdruck das Manöver abbrechen können. Bei der NASA übte er gemeinsam mit Astronautenkollegen, mit dem großen Greifarm der Raumstation die sich nähernden Transportschiffe Cygnus, Dragon oder das japanische Transportmodul HTV zu packen und an der Schleuse festzumachen.

Experimente

Alexander Gerst kümmerte sich auf seiner Mission in erster Linie um die Experimente, die im europäischen Forschungslabor Columbus auf der ISS stattfanden. Hierfür hatte er am Boden an entsprechenden Modellen geübt, wie er die Experimente auf der ISS steuern und überwachen kann. In speziellen Unterrichtsstunden hatte er die wissenschaftlichen Hintergründe und Zielsetzungen kennengelernt. Bei den Experimenten für Kinder und Jugendliche ging es besonders darum, die Einzigartigkeit und Verwundbarkeit unseres Heimatplaneten Erde zu vermitteln. In den USA, Japan und Russland hatte der 38-Jährige die außereuropäischen Experimente seiner ISS-Mission zum Teil ebenfalls trainiert.

Welches Teil braucht man noch einmal wofür? Alexander Gerst musste sich für seine Mission sehr viel merken – gar ganze Bau- und Schaltpläne auswendig lernen.

What component goes where again? Alexander Gerst had a lot of things to remember for his mission – he even had to memorise entire design drawings and circuit diagrams.

Maintenance and Repair

During his mission, Alexander Gerst had doubled as a mechanic. Long before setting out for the space station, he was assigned his duties and instructed in the requisite operations. Thus, for example, he learned how to inspect water recycling systems and check and replace valves as required. Needless to say, Alexander Gerst could not be prepared for everything. Should a piece of equipment fail like the EML furnace during his mission, a ground team will develop a specific repair procedure which he will learn on board. A bolt got stuck in the flat surface designed to accommodate one of the furnace's cameras. The ground team had to find a solution to solve this problem. They wrote several operating procedures in just a few days. Attempts to release the bolt using pliers failed. Gerst then had to use a saw and a file, but this presented the problem that he might breathe in particles of material released into the laboratory. There was a flash of inspiration – shaving foam. The astronaut smeared foam on the point he intended to saw – and the bolt problem was solved. Repairing equipment on the outer shell of the ISS should have also required him to engage in extra-vehicular activities.

Docking of Transfer Vehicles

Alexander Gerst was one of the last astronauts to train on the automated transfer vehicle (ATV) simulator at the European Astronaut Centre (EAC) in Cologne, learning how to monitor the automatic approach of the transfer vehicle to the Russian docking node Zvezda. This involved controlling the approach coordinates and the velocity of the ATV. In the event of excessive variations occurring, he was able to press a button to abort the manoeuvre. At NASA, he rehearsed with other astronauts how to use the space station's big manipulator to grab Cygnus, Dragon, or the Japanese transfer vehicle HTV and connect them to the air lock.

Experiments

During his mission, Alexander Gerst was mainly be dealing with experiments taking place in the European space laboratory, Columbus. On the ground, he used models to learn how to control and monitor experiments on the ISS, and received special tuition about their scientific backgrounds and objectives. He underwent additional training in the USA, Japan, and Russia, on some of the non-European experiments that will be conducted during his ISS mission. An additional element of particular importance in his mission has been to provide schools with a view from the ISS of our vulnerable planet for educational purposes.



Für manche Situationen können Astronauten vorher nicht trainieren. Alexander Gerst hat mit Rasiercreme und einem Sägeblatt einen klemmenden Bolzen im EML-Experimentmodul abgesägt.

Alexander Gerst successfully used shaving cream and a saw to cut a stuck launch bolt off the great EML experiment – an example for a situation astronauts could not exercise before.

Während seiner Ausbildung zum Astronauten musste Alexander Gerst vor allem ein Gefühl für die Schwerelosigkeit entwickeln und mit dem plötzlichen Wechsel von Schwerelosigkeit auf mehrfache Schwerkraft klarkommen. Dafür trainierte er auf Parabelflügen den plötzlichen Wegfall der Schwerkraft und wurde in der Zentrifuge mit mehrfacher Erdbeschleunigung, wie sie bei einem Raketenstart und dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre herrschen, in den Zentrifugensitz gedrückt.

During his training as an astronaut, Alexander Gerst had to develop the knack of moving about in microgravity and learned to handle the sudden transition between microgravity and exposure to forces at several times the Earth's gravity. On parabolic flights, he had experienced the sudden absence of gravity, and in a centrifuge he had become acquainted with the feeling of being pushed into his seat at several times the Earth's gravity similar to the acceleration forces occurring during a rocket launch and the re-entry into the Earth's atmosphere.





Medizinische und andere Notfälle

Gerade in der Isolation des Weltraums müssen Astronauten auch auf Notfälle vorbereitet sein. Ärzte und Krankenhäuser sind unerreichbar. Eine Evakuierung würde zu lange dauern. Tritt ein medizinischer Notfall ein, müssen die Astronauten sich selbst helfen können. Alexander Gerst wurde deshalb durch das EAC zusammen mit der Uniklinik Köln theoretisch und praktisch ausgebildet: Er war einer von zwei medizinischen Notfallverantwortlichen auf der ISS. Alexander Gerst hatte gelernt, Wunden zu nähen und Zahnfüllungen zu reparieren. Nach der theoretischen Ausbildung an echten Menschen nachempfundenen Puppen hatte er drei Tage in den Operationsräumen, der Notaufnahme und der Intensivstation der Uniklinik Köln verbracht. Doch nicht nur medizinische Notfälle können ganze Missionen gefährden. Auch Feuer ist auf der Raumstation absolut lebensbedrohlich. Wie man sich bei einem Brand oder beim Austreten von giftigen Substanzen verhält, lernen die Astronauten im ISS-Modell der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA in Houston. Hier gehört auch das Benutzen von Atemmasken, das Löschen von Feuer, das Abschotten von brennenden beziehungsweise vergifteten Modulen und das Beseitigen giftiger Substanzen zum Trainingsalltag.

Notfälle müssen gut trainiert werden: Ein medizinischer Notfall oder ...

Training for an emergency: On the space station, a medical emergency or ...

Überlebenstraining

Was passiert, wenn die Sojus-Kapsel nicht im vorgesehen Gebiet landet? Auch für dieses Szenario hatte Alexander Gerst mit seinen beiden Mitfliegern trainiert. Sowohl die Landung im Wasser als auch im russischen Tiefschnee hatte die Crew geübt. Bei der Wasserlandung musste er lernen, wie er sich mit einem Hubschrauber retten lassen kann. Im Wald nahe des Kosmonauten-Ausbildungs-Zentrums im Sternenstädtchen hatte Alexander Gerst erfahren, wie man zwei Tage fernab der Zivilisation überleben kann. Aus den Sitzen der Sojus bauten er und seine Kollegen Transportschlitten, aus den Fallschirmen Zelte. In der Sojus-Raumkapsel befindet sich immer eine Notfallausrüstung wie Mittel zum Feuermachen, warme Kleidung und Signalaraketen.

Medical and Other Emergencies

Particularly in the isolation of space, astronauts must be ready for emergencies. Doctors and hospitals are beyond reach because evacuation would take too long. If a medical emergency occurs, astronauts must be able to help themselves. In a course especially designed for space missions, Alexander Gerst was coached in theory and practice by the EAC together with the Cologne University Hospital. This made him one of only two persons responsible for medical emergencies on the space station: Alexander Gerst has learned to stitch wounds and to fill teeth. After a period of theoretical training on dummy human patients, he spent three days in operating theatres, the accident and emergency unit, and the intensive care unit of the Cologne University Hospital. However, it is not only medical emergencies that may endanger entire missions; fire, too, is a life-threatening hazard on the space station. In NASA's ISS model in Houston, astronauts are taught how to respond to a fire or a release of poisonous substances. Instruction in how to use respirators, extinguish fires, seal off burning or contaminated modules, and dispose of poisonous substances also forms part of a trainee astronaut's daily life.

Survival Training

What happens if the Soyuz return capsule should not land in its designated target area? This scenario, too, formed part of the training of Alexander Gerst and his two fellow astronauts. The crew rehearsed landing in water as well as in the snows of Russia. For landing in water, Gerst had to learn how to let himself be rescued by a helicopter. In the forest near the Cosmonaut Training Centre in Star City, Alexander Gerst learned how to survive for two days out of civilisation. He and his crew built sleds from the seats of the capsule and tents from parachutes. Each Soyuz space capsule is equipped with an emergency kit containing the utensils to light a fire, some warm clothing, and signal rockets.



... ein Feuer auf der Raumstation können lebensbedrohlich sein. Im Ernstfall muss schnell gehandelt werden. Jeder Handgriff muss sitzen. Alexander Gerst hat für beide Szenarien ausführlich trainiert.

... a fire can represent a fatal hazard. In such an event, urgent action is called for. Every move must be spot-on. Alexander Gerst has undergone elaborate training courses for both of these scenarios.



Vom Kurs abgekommen: Alexander Gerst (v. l.), Maxim Surayev und Reid Wiseman trainierten im Januar 2013 in der Nähe des Sternenstädtchens bei Moskau das Überleben nach einer Landung in unerwartetem Gebiet – ein unerlässlicher Teil des Sojus-Trainings. Bei diesen Übungen werden außerdem in einem Modell der Flug zur ISS simuliert und dabei sämtliche Fehler durchgespielt. Mal schaltet sich ein Triebwerk zu früh ab, mal funktioniert die Sauerstoffzufuhr nicht regelmäßig. Sind die Trainer besonders hart, dann werden sogar lebensgefährliche Feuersbrünste geübt.

Straying off course: (from left) Alexander Gerst, Maxim Surayev and Reid Wiseman in a survival training situation not far from Star City near Moscow after a simulated landing in an unexpected terrain. The exercise is an indispensable component of the Soyuz training programme. A model is used to simulate an entire flight to the ISS for astronauts to practise every conceivable contingency along the way. A booster shutting down prematurely, the oxygen supply working irregularly – and if a trainer happens to be particularly nasty mood, the exercise includes real, life-threatening outbreaks of fire.

Der Raumflug

Wie bei jeder Dienstreise stand auch bei der Mission von Alexander Gerst am Anfang die „Anreise“. Dazu ist er zwei Wochen vor dem Start nach Kasachstan gereist. Noch aus den Zeiten der ehemaligen Sowjetunion befindet sich dort der für Russland wichtigste Raketenstartplatz: das Kosmodrom Baikonur. Von hier aus startete bereits Juri Gagarin 1961 zu seinem historischen Flug als erster Mensch ins All. Auch Alexander Gerst ist von Baikonur aus am 28. Mai 2014 um 21:57 Uhr MESZ mit einer russischen Sojus-Rakete zur ISS aufgebrochen. Mussten die Crews bis vor kurzem noch 34 Mal die Erde umrunden, um zwei Tage nach dem Start an der ISS anzukommen, dockte die Sojus-Kapsel mit Alexander Gerst an Bord dank einer neuen Flugbahn bereits nach vier Erdumrundungen in nur sechs Stunden Flugzeit an der Raumstation an. Ursprünglich gab es für den Crew-Transport zur ISS zwei Startplätze: das Kosmodrom in Baikonur und das Kennedy Space Center der NASA an der Atlantikküste im US-amerikanischen Florida. Nach dem Ende der Space Shuttle-Ära im Jahr 2011 werden nur noch von Baikonur aus bemannte Missionen zur ISS gestartet. In den USA liefern sich derzeit drei Firmen einen Wettbewerb, ein neues amerikanisches Crew-Raumschiff zu entwickeln. Bis zu dessen Erststart wird es aber noch ein paar Jahre dauern.

The Space Flight

Like everyone on a business trip, Alexander Gerst began his mission by 'getting there', which in his case means flying to Kazakhstan two weeks before the launch. Dating back to the era of the Soviet Union, the Baikonur Cosmodrome has been Russia's most important rocket launch base. It was from here that Yuri Gagarin took off in 1961 for his historic flight as the first man in space. Alexander Gerst has similarly set out from Baikonur for the ISS on a Russian Soyuz rocket at 21:57h CEST on May 28, 2014. Until a short while ago, crews had to do 34 orbits around Earth to arrive at the ISS two days after take-off. Thanks to a new flight path, the Soyuz capsule carrying Alexander Gerst docked at the space station after no more than four orbits and a flight time of only six hours. Originally, there were two launch sites for transporting crews to the ISS: the Cosmodrome at Baikonur and the Kennedy Space Center on the Atlantic coast of Florida. The end of the space shuttle era in 2011 has left Baikonur as the only spaceport from which crewed missions leave for the ISS. In the USA, three companies are currently competing to develop a new American crew spaceship. However, it will take a few years yet before it flies for the first time.





Fast wie eine Familie: Als die Raumfahrer der Expedition 40/41 (von hinten nach vorne), Alexander Gerst, Maxim Surajew und Reid Wiseman zur ISS aufgebrochen sind, lagen dreieinhalb Jahre gemeinsames Training hinter ihnen. In dieser Zeit war Alexander Gerst viel unterwegs. Seinen Haushalt hatte er auf verschiedenen Kontinenten eingerichtet: In Russland wohnte er im Sternestädtchen, in Houston (USA) hatte 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. Auf der ISS blieb ihnen Zeit für ein gemeinsames Selfie in der Cupola.

Almost like a family: while the three members of the Expedition 40/41 (from back to front), Alexander Gerst, Maxim Surajev, and Reid Wiseman has been flown to the ISS, they spent three years of training together. During this time, Alexander Gerst has been travelling a lot. He set up his household on various continents. In Russia he lived in Star City, he had an apartment in Houston (USA) and a flat in Cologne. He feels at home wherever he stays because he is surrounded by friends in all these places, whether he is having dinner with colleagues in the US, enjoying a barbecue in a garage with his Russian trainers, or going for a run with his crew mate Reid Wiseman. On the ISS they took their time for a selfie shot.

Die Crew

Die Crew bei einem Sojus-Start besteht in der Regel aus drei Personen. Zusammen mit Alexander Gerst waren der Kosmonaut Maxim Surajew (Russland) und der Astronaut Reid Wiseman (USA) mit an Bord. Wiseman wurde wie Alexander Gerst im Jahr 2009 für die Mission ausgewählt. Seitdem kennen sich die beiden. Sie haben sich von Anfang an immer wieder getroffen und sehr gut verstanden. Mit Wiseman ging er oft lange im Wald laufen und die Familien trafen sich im Wochenendhaus von Maxim Surajew. Auch ihn kennt er schon seit dem Jahr 2011. Alle haben zusammen das Überlebenstraining gemeistert – also drei Tage lang bei minus 20 Grad im Wald gefroren und nachts am Lagerfeuer gegessen. Das hat die drei zusammengeschweißt. Eine Crew auf der ISS besteht allerdings aus sechs Astronauten. Da nur drei Astronauten gleichzeitig fliegen können, wird nach einem halben Jahr immer jeweils die Hälfte ausgetauscht. Zwischen Abflug der alten und Ankunft der neuen Crew bewohnen für einen kurzen Zeitraum von circa zwei Wochen nur drei Astronauten die ISS. Als Alexander Gerst, Maxim Surajew und Reid Wiseman die Raumstation erreichten, trafen sie dort auf Steven Swanson (USA), Alexander Skworzow (Russland) und Oleg Artjomjew (Russland). Zusammen bildeten die sechs Männer die Mannschaft der Expedition 40. Mitte September 2014 kam es zum nächsten „Schichtwechsel“ auf der Raumstation. Swanson, Skworzow und Artjomjew kehrten am 10. September zur Erde zurück und wurden am 26. September durch Alexander Samokutjajew (Russland), Jelena Serowa (Russland) und Barry Wilmore (USA) ersetzt. Diese neue Besatzung markierte den Beginn der Expedition 41. Dies war auch eine Premiere, da mit Jelena Serowa das erste Mal eine Russin an Bord der ISS gekommen ist. Sie ist erst die vierte russische Kosmonautin im All überhaupt. Jede Dreier-Crew hat eine Ersatzcrew. Sollte vor dem Start ins All ein Astronaut der Mannschaft zum Beispiel wegen Krankheit verhindert sein, werden alle drei Astronauten ausgetauscht. Die Ersatzcrew besteht aus den Astronauten der übernächsten Startgruppe. Sie trainieren die meiste Zeit zusammen mit der Originalcrew. So sind sie auch für deren Aufgaben gewappnet und werden gleichzeitig auf ihre eigene Mission vorbereitet. „Ersatzfrau“ für Alexander Gerst war die italienische ESA-Astronautin Samantha Cristoforetti, die am 23. November 2014 zu ihrer sechsmonatigen Mission „Futura“ zur ISS gestartet ist.

ISS Expedition 40	
	
Commander	Steven Swanson  3 rd space flight
1 st Flight engineer	Alexander Skvortsov  2 nd space flight
2 nd Flight engineer	Oleg Artemyev  1 st space flight
3 rd Flight engineer	Maxim Surajev  2 nd space flight
4 th Flight engineer	Reid Wiseman  1 st space flight
5 th Flight engineer	Alexander Gerst  1 st space flight
	Alexander Samokutyayev  2 nd space flight
	Elena Serova  1 st space flight
	Barry Wilmore  2 nd space flight

The Crew

As a general rule, a Soyuz capsule carries a crew of three. Alexander Gerst has been accompanied on board by cosmonaut Maxim Surajev (Russia) and astronaut Reid Wiseman (USA). Like Alexander Gerst, Wiseman was selected for the mission in 2009, and the two have been friends ever since. From the beginning, they have visited each other often and got along very well. Gerst frequently went for long runs in the forest with Wiseman, and their families has met at Maxim Surajev's weekend house. Gerst has known Surajev since 2011. All three did their survival training together, shivering in the forest for three days at minus 20 degrees and sitting round a campfire at night. This experience has forged a bond between them. Of course, the crew on the ISS consists of six people. As no more than three can fly at the same time, half the crew is replaced after six months. Between the departure of the old and the arrival of the new group, only three astronauts inhabit the ISS for a brief period of about two weeks. On reaching the space station, Alexander Gerst, Maxim Surajev, and Reid Wiseman met Steven Swanson (USA), Alexander Skvortsov (Russia) and Oleg Artemyev (Russia). Together, the six men formed the crew of Expedition 40. The next 'shift change' on the space station was in mid-September 2014, when Swanson, Skvorzov, and Artyomyev returned on September 10 to Earth. After a brief interval, they replaced on September 26 by Alexander Samokutyayev (Russia), Elena Serova (Russia) and Barry Wilmore (USA). This new crew marked the start of Expedition 41. What made that mission a curtain-raiser is that Yelena Serova has become the first Russian woman to arrive on board the ISS. What is more, she is only the fourth female cosmonaut ever to have gone to space. For each crew of three, there is a back-up group. If, for example, one member should be forced to opt out of the mission for reasons such as illness, the entire crew will be replaced by the astronauts scheduled for the next but one launch. Most of the time, they train together with the original crew, and thus become familiar with its tasks while preparing for their own mission. The 'stand-in' for Alexander Gerst was Samantha Cristoforetti, an Italian ESA astronaut who, took off to ISS on November 23, 2014 for her own six-month 'Futura' mission.

ISS Expedition 41

Commander
1st Flight engineer
2nd Flight engineer
3rd Flight engineer
4th Flight engineer
5th Flight engineer



Raumfahrer brauchen ihre Rituale: Die Crews pflanzen gemeinsam einen Baum. Kosmonauten und die Sojus-Rakete werden kurz vor dem Start von einem russisch-orthodoxen Priester gesegnet. Außerdem unterschreibt die gesamte Crew auf ihren Zimmertüren im Cosmonaut Hotel am Kosmodrom Baikonur (Kasachstan). Neben einem Glas Champagner steht auch traditionell der Film „White Sun of the Desert“ auf dem Programm.

Space travellers need their rituals: the crews plant a tree together. Shortly before the launch, the cosmonauts and the Soyuz rocket receive a blessing from a Russian Orthodox priest. Also, the entire crew leave their signatures on their room doors at the Cosmonaut Hotel on the Cosmodrome at Baikonur (Kazakhstan). Besides a glass of champagne, the traditional procedure also includes a showing of the film "White Sun of the Desert".

Der Start

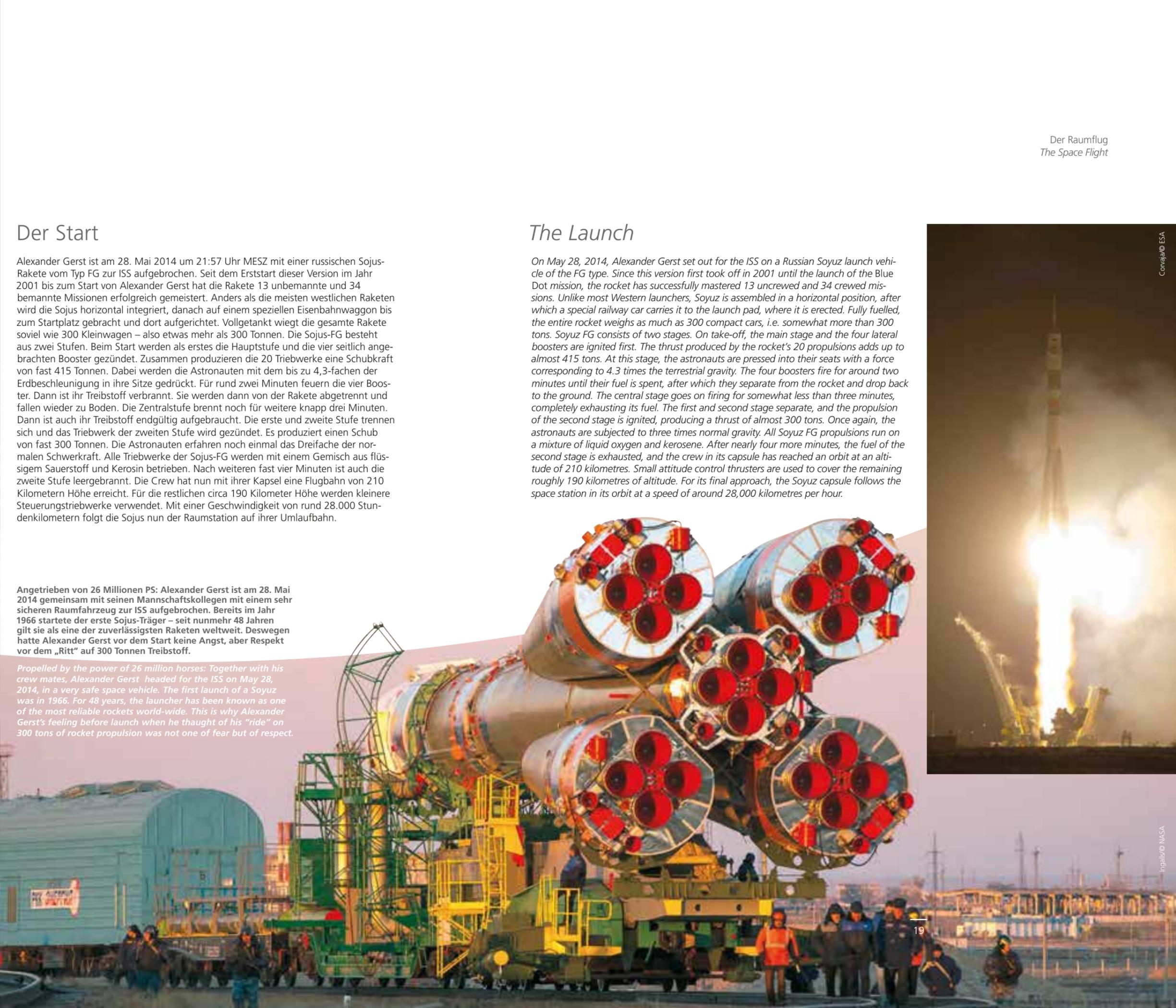
Alexander Gerst ist am 28. Mai 2014 um 21:57 Uhr MESZ mit einer russischen Sojus-Rakete vom Typ FG zur ISS aufgebrochen. Seit dem Erststart dieser Version im Jahr 2001 bis zum Start von Alexander Gerst hat die Rakete 13 unbemannte und 34 bemannte Missionen erfolgreich gemeistert. Anders als die meisten westlichen Raketen wird die Sojus horizontal integriert, danach auf einem speziellen Eisenbahnwaggon bis zum Startplatz gebracht und dort aufgerichtet. Vollgetankt wiegt die gesamte Rakete soviel wie 300 Kleinwagen – also etwas mehr als 300 Tonnen. Die Sojus-FG besteht aus zwei Stufen. Beim Start werden als erstes die Hauptstufe und die vier seitlich angebrachten Booster gezündet. Zusammen produzieren die 20 Triebwerke eine Schubkraft von fast 415 Tonnen. Dabei werden die Astronauten mit dem bis zu 4,3-fachen der Erdbeschleunigung in ihre Sitze gedrückt. Für rund zwei Minuten feuern die vier Booster. Dann ist ihr Treibstoff verbrannt. Sie werden dann von der Rakete abgetrennt und fallen wieder zu Boden. Die Zentralstufe brennt noch für weitere knapp drei Minuten. Dann ist auch ihr Treibstoff endgültig aufgebraucht. Die erste und zweite Stufe trennen sich und das Triebwerk der zweiten Stufe wird gezündet. Es produziert einen Schub von fast 300 Tonnen. Die Astronauten erfahren noch einmal das Dreifache der normalen Schwerkraft. Alle Triebwerke der Sojus-FG werden mit einem Gemisch aus flüchtigem Sauerstoff und Kerosin betrieben. Nach weiteren fast vier Minuten ist auch die zweite Stufe leergebrannt. Die Crew hat nun mit ihrer Kapsel eine Flugbahn von 210 Kilometern Höhe erreicht. Für die restlichen circa 190 Kilometer Höhe werden kleinere Steuerungstriebwerke verwendet. Mit einer Geschwindigkeit von rund 28.000 Stundenkilometern folgt die Sojus nun der Raumstation auf ihrer Umlaufbahn.

Angetrieben von 26 Millionen PS: Alexander Gerst ist am 28. Mai 2014 gemeinsam mit seinen Mannschaftskollegen mit einem sehr sicheren Raumfahrzeug zur ISS aufgebrochen. Bereits im Jahr 1966 startete der erste Sojus-Träger – seit nunmehr 48 Jahren gilt sie als eine der zuverlässigsten Raketen weltweit. Deswegen hatte Alexander Gerst vor dem Start keine Angst, aber Respekt vor dem „Ritt“ auf 300 Tonnen Treibstoff.

Propelled by the power of 26 million horses: Together with his crew mates, Alexander Gerst headed for the ISS on May 28, 2014, in a very safe space vehicle. The first launch of a Soyuz was in 1966. For 48 years, the launcher has been known as one of the most reliable rockets world-wide. This is why Alexander Gerst's feeling before launch when he thought of his "ride" on 300 tons of rocket propulsion was not one of fear but of respect.

The Launch

On May 28, 2014, Alexander Gerst set out for the ISS on a Russian Soyuz launch vehicle of the FG type. Since this version first took off in 2001 until the launch of the Blue Dot mission, the rocket has successfully mastered 13 uncrewed and 34 crewed missions. Unlike most Western launchers, Soyuz is assembled in a horizontal position, after which a special railway car carries it to the launch pad, where it is erected. Fully fuelled, the entire rocket weighs as much as 300 compact cars, i.e. somewhat more than 300 tons. Soyuz FG consists of two stages. On take-off, the main stage and the four lateral boosters are ignited first. The thrust produced by the rocket's 20 propulsions adds up to almost 415 tons. At this stage, the astronauts are pressed into their seats with a force corresponding to 4.3 times the terrestrial gravity. The four boosters fire for around two minutes until their fuel is spent, after which they separate from the rocket and drop back to the ground. The central stage goes on firing for somewhat less than three minutes, completely exhausting its fuel. The first and second stage separate, and the propulsion of the second stage is ignited, producing a thrust of almost 300 tons. Once again, the astronauts are subjected to three times normal gravity. All Soyuz FG propulsions run on a mixture of liquid oxygen and kerosene. After nearly four more minutes, the fuel of the second stage is exhausted, and the crew in its capsule has reached an orbit at an altitude of 210 kilometres. Small attitude control thrusters are used to cover the remaining roughly 190 kilometres of altitude. For its final approach, the Soyuz capsule follows the space station in its orbit at a speed of around 28,000 kilometres per hour.



Die Ankunft

Während des Fluges haben Alexander Gerst und seine Kollegen in ihrem Raumschiff Sojus TMA-13M gesessen – der aktuellsten Version dieser Weltraum-Taxis, die sich aus drei Modulen zusammensetzen. Den hinteren Teil bildet das Servicemodul. Es beherbergt die Antriebe des Raumschiffs und die dazugehörigen Tanks. Außerdem sind die beiden Solarpaneele zur Energieversorgung dort angebracht. An das Servicemodul schließt sich das Landemodul an. Hier sind alle Systeme, die für eine sichere Rückkehr zur Erde notwendig sind, untergebracht: die Steuerdüsen, das Lebenserhaltungssystem sowie die Landungsfallschirme. Außerdem ist das Modul rundherum mit einem Hitzeschild beschichtet. Es verbrennt nach und nach beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre, nimmt dabei die Wärme auf und schützt damit die Kapsel. An der Spitze des Raumschiffs befindet sich das Orbitalmodul. Die Astronauten sitzen während des gesamten Fluges auf engstem Raum in der Sojus-Kapsel: Sie teilen sich dabei gerade einmal fünf Kubikmeter. Von hier aus wird das Raumschiff auch gesteuert. Der Koppplungsmechanismus befindet sich ebenfalls an diesem Modul. Rendezvous und Koppplung laufen automatisch ab, werden aber von der Crew überwacht. In etwa acht Kilometern Entfernung von der Raumstation schaltet sie dafür den Docking-Monitor – das sogenannte „Sojus-Fernsehen“ – ein. Ein Drehstab am Ende des Orbitalmoduls gleitet beim Ankoppeln in das Dockingmodul der ISS und zieht das Raumschiff an die ISS heran. Über mehrere Bolzen und Haken wird dann eine dichte Verbindung hergestellt. Danach sorgt die Besatzung für den Druckausgleich zwischen ISS und Sojus. Die Neuankömmlinge legen ihre Sokol-Raumanzüge ab und öffnen die Luke zur Raumstation. Die Crew ist angekommen.



Langsam – bei der ungeheuren Fluggeschwindigkeit von 28.000 Stundenkilometern – kommt die Sojus-Kapsel der ISS näher. Ein Stab am Ende des Orbitalmoduls gleitet beim Ankoppeln in das Dockingmodul der ISS. Über mehrere Bolzen wird eine Verbindung hergestellt, ehe der Druck zwischen Sojus und Raumstation ausgeglichen wird. Dann öffnen die Neuankömmlinge die Luke und schweben in die Raumstation.

Very slowly yet at the enormous speed of 28,000 kilometres per hour, the Soyuz capsule approaches the ISS. A spike attached to the end of the orbital module slides into the space station's docking module. Several bolts make an airtight connection before the pressures in the Soyuz capsule and the ISS are allowed to equalise. Then, the new arrivals open the hatch and float into the space station.

The Arrival

During the flight, Alexander Gerst and his colleagues have been sitting in their Soyuz TMA-13M, the latest version of this space taxi, which is composed of three modules. Its rear part is formed by the service module, which houses the spaceship's engines and their tanks. It also carries the two solar panels that provide its energy. Next to the service module comes the re-entry module, which contains all systems required for a safe return to Earth: the attitude control thrusters, the life support systems, and the parachutes. The entire surface of the module is coated with a heat shield which gradually burns up during the module's re-entry into the terrestrial atmosphere, absorbing heat and thus protecting the capsule. The orbital module rides at the tip of the spacecraft. In the Soyuz capsule, the astronauts sit throughout the flight, closely crammed together, sharing a space of no more than five cubic metres. This module houses the control centre of the spacecraft as well as the docking mechanism. The rendezvous and docking process is automated but supervised by the crew. At a distance of about eight kilometres from the space station, the crew activates the docking monitor, also known as 'Soyuz television'. The manoeuvre involves a torque rod attached to the orbital module slipping into the ISS docking port and pulling up the capsule to the station. An airtight connection with the ISS is made by tightening several bolts and hooks. Next, the crew sees to it that pressures are equalised between the ISS and Soyuz. The new arrivals then shed their Sokol space suits and open the hatch to the space station. The crew has arrived.



Das berühmte „Sojus-Fernsehen“ schaltet die Crew in circa acht Kilometern Entfernung von der ISS ein – also unmittelbar vor dem Docking.

The famous 'Soyuz TV' is switched on by the crew about eight kilometres from the ISS – immediately prior to docking.





Nach dem sogenannten „Leak-Check“ ist Alexander Gerst und die Soyuz TMA-13M-Crew bereit, die ISS zu verlassen und zur Erde zurückzukehren – das Ende der sehr erfolgreichen Expedition 40/41.

Leak check passed. The Soyuz TMA-13M crew including Alexander Gerst has been ready for their flight home after a very successful International Space Station Expedition 40/41.

Die Rückkehr

Üblicherweise bleiben immer zwei Sojus-Raumschiffe für jeweils sechs Monate an der ISS angedockt. Sie dienen damit auch als Rettungskapseln für die Crew. Am Ende seiner Mission am 10. November 2014 ist Alexander Gerst wieder in das Raumschiff Sojus TMA-13M eingestiegen, mit dem er zuvor zur ISS gekommen war. Nach dem Schließen der Luke endete die Mission *Blue Dot*. Etwa vier Stunden später landete Alexander Gerst in der kasachischen Steppe. Nach dem Ablegen von der ISS zündten in 19 Kilometer Entfernung die Triebwerke der Sojus für etwa vier Minuten. Durch dieses „Deorbit Burn“-Bremsmanöver wird die Wiedereintrittsflugbahn eingeleitet. 30 Minuten vor der Landung in 140 Kilometern Höhe über der Erde werden Orbital- und Servicemodul kurz vorm Eintritt in die dichten Schichten der Atmosphäre abgesprengt. Sie verglühen beim Wiedereintritt in rund 100 Kilometern Höhe. Die Crew sitzt im Landemodul, das im freien Fall auf die Erde zurast. Durch die Luftreibung wird die Außenhaut auf bis zu 1.000 Grad Celsius erhitzt. Beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre drücken die Crew Kräfte von bis zu fünffacher Erdbeschleunigung in ihre Sitze. Nach einem ersten kleinen Bremsfallschirm öffnet sich der Hauptschirm, der die Kapsel auf 25 Kilometer pro Stunde abbremsst. Kurz vor dem Aufsetzen in der kasachischen Steppe werden – 80 Zentimeter über dem Boden – noch Bremsraketen gezündet, um den Aufprall auf fünf Kilometer pro Stunde abzumindern. Helfer, die die Funksignale der Kapsel mittlerweile geortet haben, eilen per Hubschrauber zum Landeplatz. Da die Muskelkraft und der Kreislauf der Raumfahrer nach sechs Monaten in der Schwerelosigkeit nun wieder plötzlich der vollen Erdanziehung ausgesetzt sind, werden sie beim Aussteigen aus der Kapsel durch die Helfer unterstützt. Direkt nach seiner Landung wurde Alexander Gerst nach Köln geflogen und dort als erster europäischer Astronaut im ESA-Astronautenzentrum und beim DLR medizinisch betreut. Das war eine Premiere: Bislang wurden die Gesundheitschecks aller westlichen Astronauten in Houston durchgeführt.

The Return

It is common practice for two Soyuz space ships to remain docked to the ISS for six months each, serving as rescue capsules for the crew. At the end of his mission on November 10, 2014, Alexander Gerst entered again the Soyuz TMA-13M spacecraft in which he had arrived before on the ISS. Once the hatch getting closed, mission Blue Dot was over. About four hours later, Alexander Gerst landed in the steppe of Kazakhstan. Once a distance of 19 kilometres has been reached after undocking from the ISS, the Soyuz engines will fire for about four minutes. This 'deorbit burn' braking manoeuvre marks the beginning of the re-entry flight path. 30 minutes before landing, at an altitude of 140 kilometres above ground, the orbital and service modules are blown off shortly before the denser layers of the atmosphere are entered. They burn up during re-entry at an altitude of around 100 kilometres. The crew sits in the descent module which races towards Earth in free fall, its outer shell being heated up to 1,000 degrees Celsius by atmospheric friction. During re-entry into the atmosphere, the crew are pressed into their seats by a force equal to five times that of normal gravity. After a first small drogue, the main parachute opens, decelerating the capsule to 25 kilometres per hour. Shortly before touchdown in the Kazakhian steppe, braking rockets are fired 80 centimetres above ground to reduce the speed of impact to five kilometres per hour. Having localised the capsule's radio signals, helpers hurry to the landing site by helicopter. Because the astronaut's muscles and cardiovascular systems, weakened by six months in microgravity, are now suddenly exposed to the full force of gravity again, helpers support the astronauts as they leave the capsule. Directly after landing, Alexander Gerst flew to Cologne for the first medical attendance to be performed on an European astronaut at the ESA Astronaut Centre (EAC) and on the DLR facility. Formerly, all Western astronauts had their health checked in Houston.

Bei der Landung rast die Sojus-Kapsel mit einer ungeheuren Geschwindigkeit dem Erdboden entgegen. Damit das Raumschiff nach dem Wiedereintritt sicher und weich mit gerade einmal fünf Stundenkilometern ankommt, feuern die Triebwerke der Sojus, spannen sich Brems- und Hauptfallschirm und Bremsraketen zünden noch einmal 80 Zentimeter über dem Boden. Ist alles gutgegangen, dann landet die Kapsel sicher in der kasachischen Steppe.

During landing, the Soyuz capsule races towards the surface of the Earth at a tremendous speed. To ensure a safe and soft touchdown at no more than five kilometres per hour, the boosters of Soyuz fire, the braking parachutes and the main parachute open, and the braking rockets fire once again 80 centimetres above ground. Once all this has gone well, the capsule has landed safely in the Kazakhian steppe.



Cliff/© NASA, Ingalyk/
© NASA, Conrath/© ESA

Der ArbeitsALLtag

Wie die meisten von uns auf der Erde haben auch die Astronauten auf der ISS eine Fünftagewoche und daher am Wochenende frei. An Bord ist jede Minute verplant. Von sechs Uhr früh bis halb zehn abends war Alexander Gerst im Einsatz – ein richtig langer Arbeitstag. Sogar noch vor dem Aufstehen wurde im Ruhebereich die Körpertemperatur oder der Ruhepuls gemessen. Direkt nach dem Aufstehen kontrollierte er bestimmte Bordsysteme und gab zum Beispiel Urin- oder Blutproben ab. Nach der Morgentoilette und dem Frühstück hat mit der täglichen Planungskonferenz aller Bodenkontrollzentren für den deutschen Astronauten der eigentliche ArbeitsALLtag begonnen. Für die Arbeitsvorbereitung blieb Alexander Gerst etwa eine halbe Stunde. Dann jagte eine Aktivität die andere. Die kleinste Zeiteinheit für die Planung war dabei zehn Minuten: Wartung und Instandsetzung, die Durchführung von Experimenten, Sport, eine Pressekonferenz oder ein Telefonat mit der Bundeskanzlerin. Da blieb kaum Zeit für kurze Verschnaufpausen. Hat das Wochenende begonnen, dann standen am Samstag drei Stunden Hausputz auf dem Plan.

Astronauts On the Job

Like most of us on Earth, ISS astronauts have a five-day working week and are free on weekends. Every minute of a working day on board the ISS is meticulously planned. From six in the morning until half past nine in the evening, Alexander Gerst was on the job – which made it rather a long working day. Even before getting up in the morning, he may had to take his body temperature and his resting heart rate in the sleeping quarters. Once he was out of bed, he immediately proceeded to check certain on-board systems, and handed in his urine and blood samples. After having a wash and breakfast, he joined the daily morning briefing with all ground control centres, which has marked the beginning of his working day proper. Alexander Gerst had about half an hour to prepare for the day's job activities. After that, it was a matter of one chore following another. The shortest time slot on the work schedule was ten minutes. Assignments include repair and maintenance, conducting experiments, exercise, a press conference or a phone conversation with the Federal Chancellor. That left hardly any time for a break. On Saturday mornings, his weekend has started with three solid hours of house-cleaning.

Operative Missionselemente

Wartung und Instandsetzung

Einen wichtigen Teil seiner Arbeitszeit verbrachte Alexander Gerst mit der Wartung und Instandsetzung der Raumstation. Dabei wurde er sowohl für US-amerikanische als auch für europäische Arbeiten eingeteilt. So überwachte er im US-Teil der ISS das Water Resource Management (WRM). Dieses Wasseraufbereitungssystem gewinnt Trinkwasser aus dem Urin, der Luftfeuchte und dem Brauchwasser, kontrolliert seine mikrobiologische Qualität und vermischt es mit Frischwasser bevor es wieder den Wasserkreisläufen zugeführt wird. Er inspizierte den Defibrillator und wartete das Luftprobensammelsystem, kümmerte sich um die Ausstattung der Mannschaftsquartiere, inspizierte die tragbaren Notfallsysteme sowie monatlich das Laufband. Auch das Putzen der Küche gehörte zu Alexander Gersts Aufgaben. Die amerikanischen EVA-Anzüge bereitete 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 war er für das Columbus-Modul und den angedockten Raumtransporter ATV zuständig. Alexander Gerst nahm eine Wasserprobe aus dem Columbus-Kühlkreislauf. Die Probe wurde verpackt, zur Erde geschickt und dort auf Verunreinigungen untersucht. Auch die Hardware im europäischen Labor wurde erneuert: Alexander Gerst tauschte die alten Bandrekorder gegen moderne, raumfahrttaugliche Festplattenrekorder aus. Im ATV hat er das Gitter des Kabinenlüfters gesäubert.

Lebenswichtige Aufgabe: Alexander Gerst musste während seiner Mission auch regelmäßig die Luken zwischen den einzelnen Modulen der Raumstation kontrollieren.

Vitally important task: Alexander Gerst had to check regularly the hatches between the space stations' modules.

Möglicher Tagesplan

Time GMT	CREW	Aktivität
06:00-06:05	FE-6	Circadian Rhythm Experiment – Mess Erinnerung
06:05-06:15	FE-6	Morgeninspektion
06:15-06:35	FE-6	Morgentoilette
06:35-06:50	FE-6	Biochemischer Urin-Test
06:50-07:30	FE-3,FE-6	FRÜHSTÜCK
07:30-07:55	Crew	Tägliche Planungskonferenz
07:55-08:10	FE-6	Morgeninspektion Fortsetzung
08:10-08:40	FE-6	Arbeitsvorbereitung
08:50-09:00	FE-6	Mannschaftsvorbereitung für Pressekonferenz
09:00-10:25	FE-6	SPINAL – Assistenz beim Ultraschall
10:30-11:25	FE-6	Body Measures Experiment (Assistenz)
11:25-11:35	FE-6	Pressekonferenz Vorbereitung der Hardware
11:35-11:55	FE-6	Pressekonferenz
11:55-12:00	FE-6	Übernahme des RADIN Dosimeters
12:00-12:15	FE-6	Anbringen des RADIN Dosimeters
12:15-13:00	FE-6	Body Measures Experiment (Assistenz)
13:00-14:00	CDR, FE-2, FE-4, FE-6	MITTAGESSEN
14:00-14:55	FE-6	Cygnus Fracht Operation
15:55-16:05	FE-3, FE-6	Cygnus Fracht Konferenz
16:05-17:35	FE-6	ARED Übung
17:35-18:35	FE-6	Fitnesstraining
18:35-19:05	FE-2, FE-6	Abendliche Arbeitsvorbereitung
19:05-19:30	Crew	Tägliche Planungskonferenz
19:30-21:20	FE-6	Tägliche Essensvorbereitung; Abendessen; Abendtoilette + Freizeit
21:20-21:25	FE-6	Circadian Rhythm Experiment Mess Erinnerung
21:25-21:30	FE-5, FE-6	Erinnerung Lesen
21:30-06:00	FE-3, FE-5, FE-6	Nachtruhe

Ein typischer Arbeitstag von Alexander Gerst (FE-6): Die Zeit im Leben eines Astronauten auf der Raumstation ist straff organisiert und von morgens bis abends durchgeplant.

Possible daily schedule

Time GMT	CREW	Activity
06:00-06:05	FE-6	Circadian Rhythm Experiment Constraints Reminder
06:05-06:15	FE-6	Morning inspection
06:15-06:35	FE-6	Post-sleep
06:35-06:50	FE-6	Biochemical Urine Test
06:50-07:30	FE-3,FE-6	BREAKFAST
07:30-07:55	Crew	Daily Planning Conference
07:55-08:10	FE-6	Morning Inspection
08:10-08:40	FE-6	Work Prep
08:50-09:00	FE-6	Crew Prep for PAO
09:00-10:25	FE-6	SPINAL – Ultrasound Ops Assistance
10:30-11:25	FE-6	Body Measures Experiment (assistance)
11:25-11:35	FE-6	PAO Hardware Setup
11:35-11:55	FE-6	PAO Event
11:55-12:00	FE-6	Handover of RADIN dosimeters
12:00-12:15	FE-6	RADIN dosimeter deployment
12:15-13:00	FE-6	Body Measures Experiment (assistance)
13:00-14:00	CDR, FE-2, FE-4, FE-6	LUNCH
14:00-14:55	FE-6	Cygnus Cargo Operations
15:55-16:05	FE-3, FE-6	Cygnus Cargo conference
16:05-17:35	FE-6	ARED Exercise
17:35-18:35	FE-6	T2 Exercise
18:35-19:05	FE-2, FE-6	Evening Work Prep
19:05-19:30	Crew	Daily Planning Conference (S-band)
19:30-21:20	FE-6	Pre-sleep: daily food prep, dinner, pre-sleep
21:20-21:25	FE-6	Circadian Rhythm Experiment Constraints Reminder
21:25-21:30	FE-5, FE-6	Reading REMINDER
21:30-06:00	FE-3, FE-5, FE-6	SLEEP

A typical working day of Alexander Gerst (FE-6): An astronaut's day on board the ISS follows a tight schedule and is completely structured from morning till night.

Der ArbeitsALLtag · Operative Bausteine
Astronauts On the Job · Operational Tasks

Operational Tasks

Maintenance and repair

On the space station, Alexander Gerst has spent a substantial part of his working time performing maintenance and repair tasks. He has been deployed to work both in the American as well as in the European part of the station. His job included monitoring the US American water resource management system (WRM). This is a recycling system that generates drinking water from urine, air humidity and used water, controlling its microbial quality and mixing it with fresh water before feeding it back into the water loops. He also inspected the defibrillator and was responsible for the maintenance of the air sampling unit, kept the equipment in the crew quarters in good working order, inspected portable emergency systems and checked the treadmill on a once-a-month basis. Cleaning the kitchen was also one of Alexander Gerst's responsibilities. Moreover, his job included preparing the American space suits for EVAs, ensuring that their batteries are fully charged to provide power for lighting, intercom, and life support systems. Cooling and drinking water reservoirs must be filled. Both suit and helmet need to be airtight, so all in all this is a vitally important job. In the European part of the station he was responsible for parts of the Columbus module and the ATV that docked on to the station. Alexander Gerst has also been responsible for taking a water sample from the Columbus cooling circuit. The sample has been packaged, sent to Earth and tested for signs of contamination. Some of the hardware in the European laboratory needed replacing: Alexander Gerst was to decommission the old tape recorders and replaced them with modern space-worthy hard disk-based recording units. Working inside the ATV, he gave the grille of the cabin ventilator a good cleaning.

Der europäische Raumtransporter ATV-5 versorgte die Expedition 40-Crew mit Nachschub. Dafür wurde der Transporter am Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guyana) beladen. Alexander Gerst überwachte gemeinsam mit seinen Kollegen seine Ankunft an der ISS und hat das ATV entladen.

Europe's ATV-5 supply vehicle delivered supplies to the Expedition 40 crew. The vehicle has been currently loaded at the Kourou spaceport in French Guiana. While on board the ISS, Alexander Gerst and his colleagues monitored the arrival of this supply ship and has unload ATV's cargo.



© ESA/CNES/Arianespace



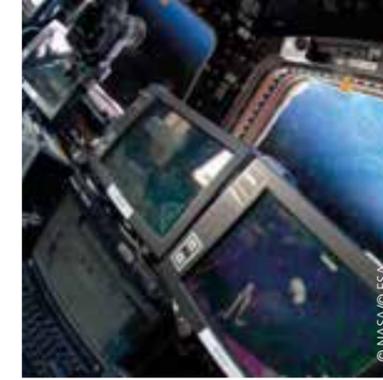
© NASA/ESA

Nachschub

Zur Versorgung der Raumstation starten verschiedene unbemannte Raumfahrzeuge zur ISS. Der europäische Raumtransporter ATV-5 George Lemaître – das größte und leistungsfähigste aller ISS-Versorgungsfahrzeuge – kann ebenso wie das russische Progress automatisch am russischen Swesda-Modul ankoppeln. Alexander Gerst hat die Annäherung des ATV und das sogenannte Docking auf einem Monitor überwacht. Im Notfall hätte er das Manöver unterbrechen können. Nach der Ankunft des ATV am 12. August 2014 hat er gemeinsam mit seinen Kollegen das Raumschiff entladen. Neben Nahrung, Wasser, Treibstoff und diversen Experimenten hatte das ATV auch den Elektromagnetischen Levitator (EML) im Gepäck – eine wichtige Versuchsanlage aus Deutschland zum Schmelzen und Erstarren von Legierungen in Schwerelosigkeit. Als das ATV am 14. Februar 2015 beladen mit Abfall abkoppelte und anschließend in der Erdatmosphäre über dem Südpazifik verglühte, ist Alexander Gerst längst wieder auf der Erde angekommen. 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 steuerte Alexander Gerst – unterstützt von seinem Kollegen Reid Wiseman – am 23. September 2014 den großen kanadischen Roboterarm und kontrollierte das Manöver. Als sich das Dragon-Raumschiff etwa zehn Meter vor dem Greifer befand, hat er und Reid Wiseman das neun Tonnen schwere Fahrzeug eingefangen und am amerikanischen Teil angedockt. Mit Hilfe des Greifarms koppelte Alexander Gerst das Raumschiff später wieder ab, bewegte es von der ISS weg und gab es frei. Im Gegensatz zu Cygnus, das wie ATV in der Atmosphäre verglüht, kann Dragon Fracht zur Erde zurückbringen.



© NASA/ESA



© NASA/ESA

Supplies

Various unmanned spacecraft visit the space station to bring supplies. Europe's ATV-5 George Lemaître – the largest and most powerful of all supply vehicles delivering goods to the ISS – has been able to rendezvous automatically with the ISS, as does its Russian counterpart Progress which can automatically dock on to the Russian Zvezda module of the station. It has been Alexander Gerst on August 12, 2014, who closely monitored the approach and docking manoeuvre on a screen. In case of an emergency he should have been able to abort the manoeuvre. Once docking is complete, he and his crew mates unloaded the spacecraft. Besides bringing food, fresh water, fuel, and some more experiments, the ATV carried on board the German-built electromagnetic levitator EML – an important piece of experiment hardware for melting and solidifying alloys under microgravity conditions. After the ATV has finally been packed with waste and returned on February 14, 2015, to Earth to burn up in the atmosphere over the South Pacific, Alexander Gerst had already been back on the ground. 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. On September 23, 2014 from the Cupola, the station's observatory module, Alexander Gerst – assisted by his colleague Reid Wiseman – manipulated the large Canadian-built robotic arm and controlled the entire manoeuvre. Once the nine-ton ship is about ten metres away it has been caught by the gripper device and docked on to the American section. Later, again using the gripper arm, Alexander Gerst undocked the vehicle, moved it away from the ISS and released it. Unlike Cygnus, which is re-entered into the atmosphere to burn up similarly to the ATV, Dragon can carry cargo back to Earth.

Robotische Einsätze gehören zu Alexander Gersts Lieblingsaufgaben: Die Roboterarme der Raumstation sind vielseitig. Mit ihnen lassen sich Weltraumtransporter einfangen oder sie unterstützen die Astronauten bei ihren Außenbordeinsätzen. Von der Cupola aus lassen sich die Roboterarme steuern (rechtes Bild). Die robotischen Einsätze hat Alexander Gerst zuvor im Cupola Robotic Workstation Simulator bei der NASA in Houston trainiert.

Working with robots is one of Alexander Gerst's favourite activities. The space station's robotic arms are highly versatile. They can be used to grab hold of arriving supply vehicles, as well as assisting astronauts with any of their extravehicular assignments. The robotic arms are controlled from inside the cupola (right picture). Before the start of his mission, Alexander Gerst trained for robotic work on NASA's Cupola Robotic Workstation at Houston.





EVA's sind Schwerarbeit unter Extrembedingungen. Dennoch sind sie das Highlight einer Mission. Die Astronauten – wie Alexander Gerst im Bild – verlassen die Raumstation über die Quest-Airlock-Ausstiegsluke, halten sich ungefähr sechs Stunden außerhalb der Raumstation auf und kehren anschließend wieder auf demselben Weg zurück. Auch Alexander Gerst hat während seiner Mission einmal außerhalb der Station gearbeitet. Die Kollegen verfolgen von der ISS aus die Außenbordeinsätze.

EVA's involve hard work performed under extremely demanding conditions. And yet, they also form the highlight of each mission. The astronauts – like Alexander Gerst shown here – leave the station via the Quest airlock hatch for a stay of about six hours outside the ISS and return along the same passage. Alexander Gerst, too, had an assignment outside the station once during his mission. His colleagues monitor the action from inside the station.

Außenbordeinsatz

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 Weltraumspaziergang. Am 7. Oktober um 12:30 Uhr MEZ war es dann soweit: Alexander Gerst verließ die ISS und schwebte in den Weltraum hinaus – 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 seinem Ausstieg musste Alexander Gerst den Raumanzug überprüfen und sich körperlich sowie mental auf die Extremsituation einstellen. Er stand ab diesem Zeitpunkt nur noch sehr begrenzt für andere Aufgaben zur Verfügung. Für den EVA hat er in einem amerikanischen Raumanzug über die Quest-Schleuse die Raumstation verlassen. Mehr als sechs Stunden lang hat Alexander Gerst Außenanlagen der Station gewartet und wissenschaftliche Experimente installiert. Die Arbeiten bei einem EVA sind sehr anstrengend und erfordern ständig maximale Aufmerksamkeit und Koordination – und das alles in einer sehr stressigen, lebensfeindlichen Umgebung. Schon das Greifen mit den Handschuhen wird zu einer dauerhaften Belastung, da der Astronaut bei jedem Griff soviel Druck ausüben muss, als wenn er einen Tennisball zusammenquetschen würde. Im Weltraum wird der Anzug durch Wasser gekühlt. Trinken konnte Alexander Gerst durch ein Strohhalmssystem, das mit einem Wasserreservoir verbunden ist. Helmlampen spenden Licht, wenn sich die ISS im Schatten der Erde befindet. Erst eine Woche nach seinem EVA hat er sich vollständig erholt und stand wieder für medizinische Versuche zur Verfügung. Aller Anstrengungen zum Trotz hatte sich Alexander Gerst zuvor darauf gefreut, einmal die Raumstation zu verlassen und frei im Weltraum zu schweben.

Bodenkontrolle

Die Astronauten auf der Station sind zwar rund 400 Kilometer von der Erde entfernt, aber natürlich nicht auf sich allein gestellt. Die Bodenkontrollzentren unterstützen sie rund um die Uhr. Die Gesamtverantwortung für die Station haben die Missionskontrollzentren der NASA in Houston und von Roskosmos in Moskau. Sind Experimente betroffen, hat das Nutzlastzentrum in Huntsville (USA) die übergeordnete Verantwortung für alle westlichen ISS-Versuchsanlagen. Mit ihnen stehen die anderen Kontrollzentren, die sich um die Nutzlast kümmern, in engem Kontakt. Für das europäische Columbus-Labor ist das Columbus-Kontrollzentrum (Col-CC) im Deutschen Raumfahrtkontrollzentrum (German Space Operation Center GSOC) beim DLR in Oberpfaffenhofen zuständig. Das GSOC steht in ständigem Kontakt zu den anderen Kontrollzentren und zu den Astronauten. Lange vor der Mission beginnt hier die Planung und Einbindung neuer Experimente. Die Bodenzentren gehen gemeinsam mit der ISS-Mannschaft jeden Morgen an Arbeitstagen die anstehenden Aufgaben in der Planungskonferenz durch. In einer gemeinsamen Abendkonferenz lassen sie den Tag Revue passieren. In diesen Sitzungen erfahren die Astronauten, welche Gebiete die ISS überfliegt und wann interessante Ansichten der Erde zu erwarten sind. Falls Zeit bleibt, können sie einen Blick auf unseren blauen Planeten werfen und ihn fotografieren – eine große Leidenschaft von Alexander Gerst. Dauern Arbeiten länger als gedacht, müssen Planer im Team den Ablauf umgehend anpassen und die Astronauten direkt informieren. Das GSOC bildet die Nahtstelle zwischen den Columbus-Experimentanlagen, den Fachingenieuren und den Wissenschaftlern in den europäischen Nutzerkontrollzentren. Vom GSOC aus kann bei Problemen im Labor, aber auch für Pressekonferenzen oder für den Unterricht aus dem All auch direkt mit der ISS kommuniziert werden.

Extravehicular activities

The greatest challenge an astronaut may have to master is to work outside the station on a so-called extravehicular activity (EVA). Protected only by a space suit, the astronaut is exposed to the harsh conditions of space, which are undoubtedly more hazardous than the term 'spacewalk' suggests. On October 7, 2014, at 12:30 p.m. CET Alexander Gerst has left the ISS at least once during his stay – one of the highlights of his mission. He has been trained to use both the Russian ORLAN space suit as well as the US Extravehicular Mobility Unit (EMU). Days before he actually has left the station, he had to start inspecting the equipment and prepare himself for the operation, both physically and mentally. During that period he was hardly available for any other work. He performed the EVA wearing the American space suit, leaving the station via the Quest airlock and floated out into space. In a six-hour operation, Alexander Gerst performed a number of maintenance jobs on the external hardware of the ISS and installed a number of scientific experiments on its hull. EVAs are known to be very strenuous and require a continuous maximum level of alertness and coordination – and all that in a very stressful, hostile environment. Even simply holding an object in one's hand is hard work, given that the space suit glove requires its wearer to exert pressure as if squeezing a tennis ball. The temperature inside the space suit is controlled by a water cooling system. A system made up of a 'straw'-like tube connected with a drinking water pouch enables the astronaut to drink. Helmet lamps provide lighting while the station passes through the orbital night. It takes an astronaut a week to recover completely from an EVA, and only then will he be available for medical experiments again. Despite this prospect of major stress, Alexander Gerst had been excited about his EVA before leaving the station and floating freely in space for a while.

Ground control

Although the astronauts in the station are about 400 kilometres away from Earth, they are not completely left to their own devices. Control centres on the ground support them on a 24-hour basis. The overall responsibility for the space station is shared by NASA in Houston and Roskosmos in Moscow. All experiments installed on the ISS by western organisations are overseen by NASA's Payload Operations Center in Huntsville, USA. It works in close cooperation with other control centres with payload responsibilities. The European Columbus laboratory is controlled by the Columbus Control Center (Col-CC) within the German Space Operations Center (GSOC) located at DLR's Oberpfaffenhofen site. GSOC is in permanent contact with other control centres and the astronauts. Way ahead of a mission these centres take care of the scheduling and integration of new experiments. In the morning of each working day, ISS crew members and ground control staff hold a briefing session to discuss the activities scheduled for that day. The day is reviewed in a joint de-briefing meeting in the evening. It is in these sessions that the astronauts are informed on the current ISS flight paths and at what time they may expect to see particularly interesting views of Earth. Time permitting, they can catch a glimpse at our blue planet and take some photographs – which is one of Alexander Gerst's passions. If work takes longer than scheduled, planning officers of the team on the ground must immediately adjust the entire schedule and inform the astronauts directly. GSOC forms the interface between the Columbus experiments, specialist engineers, and the scientists at the European user control centres. GSOC provides a direct link to the ISS to communicate on problems in the laboratory but also for press conferences or educational events.



Verliert nie den Kontakt zum Boden: Alexander Gerst stand während seiner Mission permanent mit dem Columbus-Kontrollzentrum im Deutschen Raumfahrtkontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen in Verbindung.

Never lose ground contact: during his mission, Alexander Gerst has been permanently in touch with the Columbus Control Centre at DLR's German Space Operation Centre based in Oberpfaffenhofen.

Wissenschaft

Experimente

Unter dem Motto „*shaping the future – Zukunft gestalten*“ hat Alexander Gerst an Bord der ISS neben operativen Aufgaben die besonderen Bedingungen des Weltraums wie zum Beispiel die Schwerelosigkeit genutzt, um circa 100 spannende Experimente in 166 Tagen durchzuführen. 38 Experimente kamen aus Europa. Die meisten dieser im internationalen Wettbewerb ausgewählten Projekte stammten dabei aus deutschen Forschungseinrichtungen. Alexander Gerst ist selbst Wissenschaftler. Er hat seine Erfahrungen eingebracht, um unsere Erde ein Stück besser zu machen. Als Mitglied der Expeditionen 40 und 41 hat er sozusagen als „langer Arm“ für die Forscher sechs Monate lang auf der Raumstation gearbeitet. Dabei war ein großes Wissenschaftler-Team darauf angewiesen, dass er im All ihre Experimente gewissenhaft und erfolgreich durchführt – eine große Verantwortung für Alexander Gerst.

Deutsche Experimente während der Blue Dot-Mission

Materialwissenschaftliche Forschung

- **Check-Out Experiment (EML)** – Airbus Defence & Space, Friedrichshafen
- **MICAST (LGF/SQF)** – DLR-Institut für Materialphysik im Weltraum, Köln
- **CETSOL (LGF/SQF)** – ACCESS, Aachen
- **SETA (LGF/SQF)** – ACCESS, Aachen

Physikalische Forschung

- **PK-4** – DLR-Forschungsgruppe Komplexe Plasmen (Präparation)
- **PASTA I (FASES)** – Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm
- **PASTA II (FASTER)** – Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm
- **DCMIX-3 (SODI)** – Universität Bayreuth

Humanphysiologische Forschung

- **Cartilage** – Deutsche Sporthochschule Köln
- **Circadian Rhythm** – Charité Berlin
- **Skin-B** – DermaTronnier, Universität Witten-Herdecke

Astrobiologische Forschung

- **DOSIS-3D** – DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln
- **Triplelux-B** – Technische Universität Berlin (Präparation)
- **BOSS** – DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln
- **BIOMEX** – DLR-Institut für Planetenforschung Berlin-Adlershof

Technologie

- **MagVector/MFX** – DLR Raumfahrtmanagement, Airbus Defence & Space, ATZ-GmbH
- **WiSe-Net** – Airbus Defence & Space, Bremen (Präparation)
- **Spacetex** – Hohenstein Institute, Schoeller Textil AG, Charité Berlin, DLR
- **Vessel ID System** – Verteidigungsforschungsinstitut FFI, Norwegen
- **Nightpod** – Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH

Astrophysik

- **SOLAR/SOLACES** – Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik IPM, Freiburg

Bildung

- **Earth Guardian** – DLR Raumfahrtmanagement
- **Columbus Eye** – DLR Raumfahrtmanagement, Universität Bonn
- **Top Experiment Seifenblasen** – DLR, ESA, Stiftung Jugend forscht
- **Flying Classroom** – DLR-Institut für Materialphysik im Weltraum, Köln
- **HAM Radio (ARISS)** – DLR Raumfahrtmanagement, NASA

German experiments during the Blue Dot mission

Material Sciences Research

- **Check-Out Experiment (EML)** – Airbus Defence & Space, Friedrichshafen
- **MICAST (LGF/SQF)** – DLR Institute of Materials Physics, Cologne
- **CETSOL (LGF/SQF)** – ACCESS, Aachen
- **SETA (LGF/SQF)** – ACCESS, Aachen

Physical Research

- **PK-4** – DLR-Research Group Complex Plasmas (preparation)
- **PASTA I (FASES)** – Max Planck Institute for Colloids and Interfaces, Golm
- **PASTA II (FASTER)** – Max Planck Institute for Colloids and Interfaces, Golm
- **DCMIX-3 (SODI)** – Bayreuth University

Human Physiology Research

- **Cartilage** – German Sport University Cologne
- **Circadian Rhythm** – Charité Berlin
- **Skin-B** – DermaTronnier, Witten-Herdecke University

Astrobiology Research

- **DOSIS-3D** – DLR Institute of Aerospace Medicine, Cologne
- **Triplelux-B** – Technical University Berlin (preparation)
- **BOSS** – DLR Institute of Aerospace Medicine, Cologne
- **BIOMEX** – DLR Institute of Planetary Research, Berlin-Adlershof

Technology

- **MagVector/MFX** – DLR Space Administration, Airbus Defence & Space, ATZ-GmbH
- **WiSe-Net** – Airbus Defence & Space, Bremen (preparation)
- **Spacetex** – Hohenstein Institute, Schoeller Group, Charité Berlin, DLR
- **Vessel ID System** – Defence Research Establishment FFI, Norway
- **Nightpod** – Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH

Astrophysics

- **SOLAR/SOLACES** – Fraunhofer Institute for Physical Measurement Techniques IPM, Freiburg

Education

- **Earth Guardian** – DLR Space Administration
- **Columbus Eye** – DLR Space Administration, Bonn University
- **The Bubbles experiment** – DLR, ESA, Jugend forscht foundation
- **Flying Classroom** – DLR Institute of Materials Physics, Cologne
- **HAM Radio (ARISS)** – DLR Space Administration, NASA

Der ArbeitsALLtag · Wissenschaft
Astronauts On the Job · Science

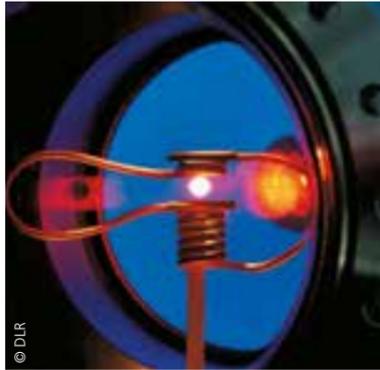
Science

Experiments

During his mission 'Blue Dot – shaping the future', Alexander Gerst has, in addition to performing his general operational duties on board the ISS, conducted about 100 thrilling experiments within 166 days, making use of the special conditions prevailing in space, such as microgravity. 38 of these experiments, which were selected in international competition, were designed in Europe, most of them coming from German research institutes. A scientist himself, Alexander Gerst intends to contribute his experience towards improving living conditions on our Earth. While he was working on the ISS as a member of expeditions 40 and 41, acting – so to speak – as the 'long arm' of research, a large team of scientists had to trust him to conduct their experiments in space conscientiously and successfully – a big responsibility for Alexander Gerst.

Alle Hände voll zu tun: Alexander Gerst widmete einen großen Teil seiner Arbeitszeit der Wissenschaft. Rund 80 Stunden verbrachte er damit, unter den besonderen Bedingungen des Weltalls zu forschen und damit unsere Zukunft auf der Erde ein Stück zu verbessern.

Lots of work on his hands: Alexander Gerst dedicated a major part of his time to science. He spent about 80 hours doing research under the specific conditions prevailing in space, thus helping to make future life on Earth a little easier.



Materialwissenschaftliche Forschung

Am meisten hatte sich Alexander Gerst vor seiner *Blue Dot*-Mission auf den Elektromagnetischen Levitator (EML) gefreut. Als der Schmelzofen mit dem europäischen Automated Transfer Vehicle (ATV) an der Raumstation ankam, hat er ihn in Empfang genommen, ins Columbus-Modul transportiert, dort aufgebaut und zum ersten Mal in Betrieb genommen. Gebaut wurde EML von Airbus Defence & Space in Friedrichshafen im Auftrag des DLR Raumfahrtmanagements und der ESA. Mit dem Ofen wollen viele Forscher – unter anderem Wissenschaftler des DLR-Instituts für Materialphysik im Weltraum, deutscher Universitäten, des Forschungsinstituts ACCESS in Aachen und der Metallindustrie – neue Legierungen testen. Alexander Gerst hat mit seiner Arbeit im All den Weg geebnet, dass die Wissenschaftler auf der Erde neue Werkstoffe entwickeln. Dann gibt es vielleicht einmal neue, leichtere Flugzeugtriebwerke, die weniger Treibstoff verbrauchen. Alexander Gerst hat auf der Raumstation an diesem Fortschritt mitgearbeitet.

EML ist ein Ofen für behälterfreies Schmelzen metallischer Legierungen in Schwerelosigkeit – die Proben mit einem Durchmesser von sechs bis acht Millimetern schweben also frei und werden nur durch ein elektromagnetisches Feld in Position gehalten. Um Verunreinigungen zu vermeiden, sind die chemisch aggressiven Schmelzen von einem Ultrahochvakuum oder reinstem Inertgas umgeben. EML misst die temperaturabhängigen Eigenschaften der Schmelzen wie Viskosität, Oberflächenspannung, spezifische Wärme, thermische Ausdehnung und elektrische Leitfähigkeit. Da im Weltraum gravitationsabhängige Störkräfte wegfallen, gelingt das auf der Raumstation wesentlich genauer als im Labor auf der Erde. Die präzisen EML-Daten verbessern Computermodelle für industrielle Gießprozesse von Hightech-Materialien. Bei schnellen Erstarrungsvorgängen aus tief unterkühlten Schmelzen zeichnet EML mit Hochgeschwindigkeitskameras die frühen Phasen der Entstehung eines Werkstoffgefüges auf. So sollen physikalische Wirkungsmechanismen entschlüsselt werden, die zu einem maßgeschneiderten Werkstoff führen. Die erste wechselbare EML-Kammer enthält insgesamt 18 Legierungsproben. 550 Experimente werden alleine im Jahr 2015 mit dem Elektromagnetischen Levitator durchgeführt. In den ersten zwei Jahren wird der Schmelzofen von mehr als 50 Wissenschaftlern aus Belgien, Deutschland, England, Finnland, Frankreich, Italien, Österreich, Schweiz, Spanien und Ungarn sowie Forschern aus Japan, Kanada, Korea, Russland, USA und Unternehmern der metallverarbeitenden Industrie genutzt. Vorbereitet werden die Experimente durch das DLR-Institut für Materialphysik im Weltraum. Doch EML ist nicht der einzige Schmelzofen auf der Raumstation. Im Material Science Lab der ESA ist auch ein Ofen untergebracht, in dem während der Mission von Alexander Gerst zylinderförmige Legierungsproben in Kartuschen aufgeschmolzen und gezielt erstarrt wurden. Bei den deutschen Experimenten MICAST, CETSOL und SETA hat Alexander Gerst die Kartuschen gewechselt. Die Experimente sollen dazu beitragen, die Struktur von Gussteilen in der industriellen Fertigung – zum Beispiel bei der Herstellung von Turbinenschaufeln – gezielter zu steuern und so die Materialeigenschaften entscheidend verbessern.

In der Schwerelosigkeit werden Legierungen zukünftig behälterfrei mit der EML-Anlage geschmolzen. Eine elektromagnetische Spule hält die Probe in der Schwebe. Alexander Gerst hat die Anlage im European Drawer Rack (EDR) auf der Raumstation eingebaut und in Betrieb genommen.

In the future, it will be possible to produce alloys in microgravity using an electromagnetic levitator (EML), a system that holds the melt in place by means of an electromagnetic coil. Alexander Gerst integrated the device in the European Drawer Rack (EDR) in the Columbus module on the ISS and took it into operation.

Research in materials science

The equipment Alexander Gerst had been most excited to use was the Electromagnetic Levitator (EML) melting furnace. After its arrival on the space station on the European automated transfer vehicle (ATV), he was the one to receive it, bring it to the Columbus module, set it up there, and commission it. The EML was built by Airbus Defence & Space in Friedrichshafen by order of the DLR Space Administration and ESA. Many researchers, including scientists from the DLR Institute of Materials Physics in Space, from German universities, from the ACCESS research institute in Aachen and from the metal industry are eager to experiment with new alloys in that furnace. Alexander Gerst thus has helped to pave the way for the development of new materials by scientists on Earth. These may, one day, be used to create lighter aircraft engines that consume less fuel. From his workplace on the space station, Alexander Gerst has contributed towards that innovation.

The EML is a furnace that permits melting metal alloys in microgravity without a container. In other words: samples measuring six to eight millimetres in diameter float freely in it, suspended only by an electromagnetic field. To avoid contamination, the chemically aggressive melts are surrounded either by ultra-high vacuum or super-clean inert gas. The EML measures the melts' temperature-dependent properties, such as viscosity, surface tension, specific heat, thermal expansion, and electric conductivity. These measurements are considerably more exact than they are in laboratories on the ground because there are no gravity-dependent forces to interfere in space. The precision of the EML data helps to improve computer models of industrial casting processes for high-tech materials. EML uses high-speed cameras to document the early phases of microstructure formation during the rapid solidification of melts from a deeply under-cooled state. This will serve to decode certain physical mechanisms that permit novel, tailored materials to be produced. The first EML chamber contained 18 alloy samples. The electromagnetic levitator will be used to perform 550 experiments next year alone. Over 50 scientists from Belgium, Germany, England, Finland, France, Italy, Austria, Switzerland, Spain and Hungary, as well as researchers from Japan, Canada, Korea, Russia, the United States and companies from the metalworking industry, will use the furnace in its first two years of operation. The DLR Institute of Material Physics in Space will prepare the experiments. Yet the EML is not the only melting furnace on the space station. Another is installed in ESA's materials science lab, and during the mission of Alexander Gerst it has been used to melt cylindrical alloy samples in cartridges and subject them to a controlled solidification process. Alexander Gerst has exchanged the cartridges of three German experiments, MICAST, CETSOL, and SETA. It is hoped that these experiments will deliver new clues on how to control the microstructure of industrial castings – such as turbine blades, for example – and thus crucially improve their material properties.

Längsschliffe aus zwei CETSOL-Flugproben: In der Schmelze wachsen tannenbaumartige Strukturen – die sogenannten Dendriten – gerichtet (links) oder ungerichtet (rechts) heran und bilden die sogenannte Kornstruktur. Die Wissenschaftler interessieren sich dabei vor allem für die kritischen Vorgänge beim Übergang von gerichteter zu ungerichteter Erstarrung in Aluminium-Silizium-Legierungen.

Longitudinal microsections of two CETSOL specimens cast under microgravity conditions. Pine-tree shaped structures, or dendrites, have formed in the melt. These can be directional (left) or non-directional (right), and form the so-called granular structure. Scientists are particularly interested in understanding the critical processes occurring at the transition between directional and non-directional solidification zones in aluminium-silicon melts.

Physikalische Forschung

Alexander Gerst hat gemeinsam mit deutschen Forschern untersucht, wie sich Emulsionen in Schwerelosigkeit verhalten und wie man diese Mixturen stabiler machen kann. Emulsionen spielen in vielen Bereichen eine wichtige Rolle, so in der Lebensmittelproduktion, der kosmetischen und pharmazeutischen Industrie, aber auch in der Ölindustrie. Viele dieser speziellen Mischungen müssen in Lebensmitteln, Kosmetika und pharmazeutischen Produkten lange Zeit hochstabil bleiben. Emulsionen bestehen aus zwei sich nicht ohne weiteres zu vermischenden, eigentlich ineinander unlöslichen Flüssigkeiten, bei dem die eine in Form kleiner Tröpfchen in der anderen verteilt ist. Die Flüssigkeiten mischen sich nicht freiwillig, sondern benötigen dazu ein Hilfsmittel: Erst wenn man sogenannte Tenside – also beispielweise Spülmittel – hinzugibt, vermengen sich die beiden Flüssigkeiten sehr fein. Im Experiment PASTA werden die Eigenschaften von Emulsionen, die mit oberflächenaktiven Partikeln versetzt sind, in der FASES-Apparatur untersucht. Gleichfalls werden die Eigenschaften von Flüssig-Flüssig-Grenzflächen an einem herausgelösten Einzeltröpfchen in der brandneuen FASTER-Anlage gemessen.

Flüssigkeiten und Gase sind immer in Bewegung. In einem Fluid, das aus mehreren Bestandteilen zusammengesetzt ist, führt eine räumliche Änderung der Temperatur nicht nur zu einem Transport von Wärme, sondern auch zu einem Massentransport. Das führt zu Konzentrationsunterschieden zwischen den verschiedenen Komponenten. Diese sogenannte Thermoeffusion wurde bislang fast ausschließlich in zweikomponentigen Mischungen untersucht. Viele industrielle Fluide wie Rohöl setzen sich aber aus deutlich mehr als nur zwei Bestandteilen zusammen. Um diese experimentelle Lücke zu schließen, untersuchte Alexander Gerst im DCMIX-Experiment der Universität Bayreuth Fluide, die wenigstens drei Komponenten enthalten. Das Experiment soll dabei helfen, die Mischungsunterschiede in Erdöllagerstätten künftig besser zu verstehen.

Auch die Plasmaforschung hat während der *Blue Dot*-Mission einen gewaltigen Schritt in die Zukunft gemacht. Alexander Gerst hat in seiner Zeit auf der Raumstation die PK-4-Anlage in Empfang genommen – ein weiteres Highlight seiner Mission. Mit dem Nachfolger der deutschen Anlagen PK-3 und PK-3-Plus sollen physikalische Grundlagen komplexer, dreidimensionaler Plasmen erforscht werden. Diese Plasmen bestehen aus einem kalten elektrisch leitenden Gas, das mit Staubpartikeln angereichert ist. Da die Partikel absinken und das komplexe Plasma in Richtung der Schwerkraft stauchen, ist ein Plasmakristall auf der Erde auf nur wenige Gitterebenen begrenzt. Nur unter Schwerelosigkeit können große, homogene 3D-Strukturen ungestört gebildet und erforscht werden. In PK-4 wird das Verhalten von Mikropartikeln mit einem Durchmesser von einem bis elf Mikrometern („Staub“) in einem Niedertemperaturplasma erforscht. Die Partikel können sich in kristallinen Strukturen anordnen, dem sogenannten Plasmakristall. Ein solches System kann als Modell für viele interessante Phänomene in der Physik wie Schmelzen, Erstarren, Entmischung in Flüssigkeiten, Ausbreitung von Schallwellen eingesetzt werden. Die Mikropartikel treten modellhaft an die Stelle von Atomen.

Neben neuen Erkenntnissen in der Fluid- und Festkörperphysik bieten komplexe Plasmen auch interessante Einsichten in Fragestellungen der Astrophysik, so zur Planetenbildung aus einer Staubscheibe um junge Sterne. Auf der Erde hilft diese Forschung, Staubbildung beim Herstellungsprozess von Mikrochips zu kontrollieren. An den ISS-Experimenten sind neben der neugegründeten „Forschergemeinschaft Komplexe Plasmen“ im DLR in Oberpfaffenhofen, Wissenschaftler des Joint Institute for High Temperatures (JIHT) in Moskau und der Universität Gießen beteiligt. Weitere europäische, US-amerikanische und japanische Forschungseinrichtungen beteiligen sich an dem Projekt. Die Experimente auf der ISS werden vorwiegend automatisch, teils ferngesteuert vom Boden oder mit Hilfe der Astronauten durchgeführt. Die Daten – in erster Linie Bilddaten – werden auf Festplatten gespeichert und zur vollständigen Auswertung auf die Erde gebracht.

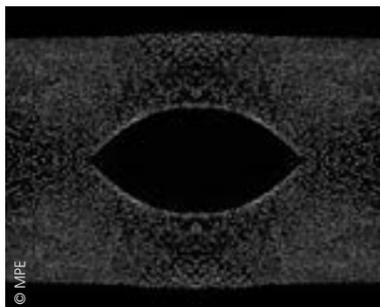
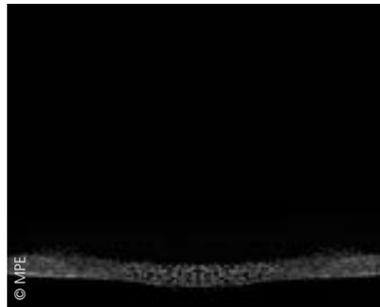
Research in physics

In collaboration with German researchers, Alexander Gerst has investigated how emulsions behave in microgravity and how their stability can be improved. Emulsions play an important part in many sectors, including the production of food, cosmetics, and pharmaceuticals as well as in the oil industry. There are many of these special mixtures that have to remain highly stable for long periods in foods, cosmetics, and pharmaceutical products. Emulsions consist of two fluids that are mutually insoluble and cannot be blended normally, with one of them being intermixed with the other in the form of small droplets. These fluids will not blend of their own accord; for that, an auxiliary agent is needed: the addition of a so-called surfactant – such as washing-up liquid, for example – will cause the two fluids to blend very evenly. The PASTA experiment uses an apparatus called FASES to investigate the properties of emulsions to which surface-active particles have been added. In the brand-new FASTER apparatus, the properties of fluid-to-fluid interphases are measured on an isolated individual drop.

Liquids and gases are always in motion. In a fluid that is composed of several constituents, any change in local temperatures will induce a process by which not only heat is transported but mass as well. This, in turn, leads to differences in concentration between the various components. So far, this so-called thermoeffusion has been investigated almost exclusively in mixtures of two components. However, many industrial fluids like crude oil are composed of considerably more than two constituents. To close this experimental gap, Alexander Gerst studied fluids containing at least three components in the DCMIX experiment of Bayreuth University. The experiment will help to improve our understanding of the differences between oil mixtures from different deposits.

During the Blue Dot mission, plasma research, too, has taken an enormous step into the future. During his time on the space station, Alexander Gerst took delivery of the PK-4 apparatus – another highlight of his mission. The successor of the German PK-3 and PK-3-Plus facilities, PK-4, will be used to research the physical foundations of complex three-dimensional plasmas. These plasmas consist of a cold electrically conductive gas enriched with dust particles. Because these particles settle, compressing the complex plasma in the direction of gravity, a plasma crystal on Earth is limited to no more than a few lattice layers. Only in microgravity large, homogenous 3-D structures can be formed and studied without interference. PK-4 will explore the behaviour of micro-particles measuring one to eleven micrometres in diameter (‘dust’) in a low-temperature plasma. These particles may arrange themselves in crystalline structures called a plasma crystal. Such a system may serve as a model for many interesting phenomena in physics, such as melting, solidification, the demixing of fluids and the propagation of sound waves. In the model, the micro-particles represent atoms.

Besides new insights in fluid and solid-state physics, complex plasmas may reveal interesting information about astrophysical questions, such as the formation of planets from a dust disk surrounding a young star. On Earth this research may help control the formation of dust in the production process of microchips. Besides the ‘Complex Plasma Research Group’ recently founded at DLR Oberpfaffenhofen, the experiments on the ISS were contributed by scientists from Joint Institute for High Temperatures (JIHT) in Moscow and from Gießen University. Other European, American, and Japanese research institutes also participate in the project. While most of the experiments on the ISS are run automatically, some are operated under remote control from the ground or with assistance from astronauts. The resultant data – mostly images – will be stored on hard disks and brought to Earth for complete evaluation.



Ein komplexes Plasma wird unter dem Einfluss der Schwerkraft in Richtung Erdmittelpunkt gestaucht (oben). In Schwerelosigkeit hingegen kann ein homogenes, dreidimensionales komplexes Plasma entstehen (Mitte). Die PK-4-Anlage im Columbus-Modul wird uns dabei helfen, komplexe Plasmen besser zu verstehen.

Under the influence of gravity, a complex plasma is compressed into the direction of the Earth's centre (top). Microgravity permits a more complex plasma to form homogeneously in three dimensions (centre). The PK-4 apparatus in the Columbus module will give us a better understanding of complex plasmas.



Alexander Gerst hat Versuche zu Emulsionen in der FASES-Anlage im Columbus-Labor durchgeführt.

Alexander Gerst has performed tests on emulsions in the FASES kit in the Columbus laboratory.



Der kanadische Astronaut Robert Thirsk installiert die SODI-Apparatur in der Microgravity Science Glovebox (MSG) im Columbus-Modul. Alexander Gerst hat in dieser Anlage das Verhalten von Fluiden in Schwerelosigkeit untersucht.

The Canadian astronaut Robert Thirsk is installing the SODI apparatus inside the microgravity science glovebox (MSG) in the Columbus module. On this equipment, Alexander Gerst has studied the behaviour of fluids under microgravity conditions.



Forscher interessieren sich für den Biorhythmus der Astronauten. Die Körpertemperatur ist ein guter Indikator, wenn sich dieser circadiane Rhythmus verschiebt – die innere Uhr anders tickt. Alexander Gerst hat auf der Stirn einen nicht-invasiven Thermosensor getragen, der seine Körpertemperatur aufgezeichnet hat.

Scientists are interested in the astronauts' biorhythm. The body core temperature is a good indicator to show if a subject's circadian rhythm shifts – i.e. if their body clock starts to tick differently. Alexander Gerst has worn a non-invasive thermometer at his forehead to record his body core temperature.

Humanphysiologische Forschung

Was haben Astronauten mit älteren Menschen auf der Erde gemeinsam? In der Schwerelosigkeit des Weltraums läuft im Zeitraffer das Gleiche ab, was Menschen beim Alterungsprozess auf der Erde erleben: Muskelabbau, Osteoporose, Rückenbeschwerden, Kreislauf- und Orientierungsprobleme, zunehmende Kraftlosigkeit sowie Probleme im Immunsystem. Daher können in der Raumfahrtmedizin an gesunden Astronauten irdische Krankheiten und Alterungsphänomene studiert werden. Die Funktionen vieler Systeme des menschlichen Körpers und ihr faszinierendes Zusammenspiel können wir so erst richtig verstehen. Alexander Gerst hat also – quasi als „Versuchskaninchen“ – der Wissenschaft geholfen, biologische und medizinische Rätsel zu lösen, die nur in Schwerelosigkeit entschlüsselt werden können. Er hat – ganz im Sinne des *Blue Dot*-Missionsmottos „*shaping the future*“ – dazu beigetragen, unser Leben auf der Erde zu verbessern, indem zum Beispiel aufgrund der Weltraumexperimente Krankheiten auf der Erde effizienter behandelt werden können. Veränderungen des Knorpels im Kniegelenk (Cartilage), der Tagesrhythmik der Körperkerntemperatur (Circadian Rhythm) sowie der Eigenschaften der Haut (Skin-B) waren drei der deutschen Experimente, die vor der Mission *Blue Dot* begonnen haben und die Alexander Gerst erfolgreich weiterführt hat.

Cartilage: Zwar wissen wir seit langem, dass es in Schwerelosigkeit zum Abbau von Muskeln und Knochen vor allem in den Beinen kommt – den Knorpelstoffwechsel bei Astronauten kennen wir aber kaum. Selbst in der „irdischen“ Medizin sind hier viele Fragen offen. Wissenschaftler der Deutschen Sporthochschule (DSHS) in Köln untersuchen daher im ISS-Experiment „Cartilage“ die Veränderungen des Knieknorpels von Astronauten. Vor und nach der Mission werden Magnetresonanztomografie-Aufnahmen am Knie gemacht, die Aufschluss über die Veränderung von Knorpelstärke und -volumen geben sollen. Zusätzlich werden in Blut- und Urinproben, die auch während des Fluges genommen werden, bestimmte Biomarker des Knorpelstoffwechsels analysiert, um Erkenntnisse über den Stoffwechsel zu erhalten. Aus einer vorangegangenen 14-tägigen Betruhestudie weiß man, dass die Dicke des Knorpels am Schienbein deutlich abnimmt. Da Knorpel- im Gegensatz zum Muskelgewebe, sich nach einem Abbau nicht wieder regenerieren kann, sind die erwarteten Ergebnisse sowie Tests von entsprechenden Gegenmaßnahmen an Astronauten umso wichtiger – auch für den alternden oder kranken, oft sehr bewegungsarm lebenden Menschen auf der Erde.

Circadian Rhythm: Beim Menschen kommt es in Schwerelosigkeit zu verschiedenen Anpassungsreaktionen, so auch im Herz-Kreislauf-System und im Wärmehaushalt. Vor allem die Temperaturregulation ist derzeit ein Feld intensiver Forschung. Wie ein gerade abgeschlossenes ISS-Experiment der Charité Berlin zeigen konnte, ist die Thermoregulation in der Schwerelosigkeit und anderen extremen Situationen wie in der Isolation oder auf Antarktisstationen nachhaltig beeinflusst. Unklar ist derzeit aber, ob die Rhythmik der Körperkerntemperatur – die als wichtiger Zeitgeber für verschiedene Systeme des Organismus fungiert – bei Langzeitaufenthalten im Weltraum verändert ist. Veränderungen der circadianen Rhythmik – der inneren Uhr des Menschen – nehmen aber einen negativen Einfluss auf die Schlafqualität, die Aufmerksamkeit und die mentale Arbeitsleistung. Alexander Gerst hat für dieses Experiment einen speziellen, nicht-

Research in human physiology

What do astronauts have in common with elderly people on Earth? In microgravity, astronauts, in fast-forward mode, experience the same changes that happen to people on Earth as they age: muscular degradation, osteoporosis, backache, circulation and orientation problems, increasing weakness and immune deficiencies. Space medicine facilitates studying such terrestrial illnesses and ageing phenomena in healthy astronauts. Only in this way can we arrive at a proper understanding of the functions of many systems of the human body and the fascinating interaction between them. Doubling as a 'guinea pig', Alexander Gerst thus has helped scientists solve a number of biological and medical conundrums that can be decoded only in microgravity. This is how, in the spirit of the Blue Dot mission motto 'shaping the future', he helped to improve living conditions on Earth since the results of space experiments can be used to make the treatment of illnesses on Earth more efficient. Three German experiments that were begun before the Blue Dot mission and has been continued successfully by Alexander Gerst are concerned with changes in the knee joint cartilage (Cartilage), the circadian rhythm of the core body temperature (Circadian Rhythm), and the properties of the skin (SKIN-B).

Cartilage: Although we have been aware for a long time that microgravity induces degradation in muscles and bones, particularly in the legs, we hardly know anything about the cartilage metabolism in astronauts. Many questions in this context have remained unanswered even in terrestrial medicine. For this reason, scientists from Deutsche Sporthochschule Köln (DSHS) in Cologne are investigating changes in the knee cartilage of astronauts under the ISS experiment 'Cartilage'. Both before and after the mission, magnetic resonance images of their knees are taken to document any changes in cartilage thickness and volume. In addition, certain biomarkers of the cartilage metabolism are analysed in blood and urine samples, taken also inflight, to provide insight into the metabolism. A previous study involving two weeks of bedrest has shown a marked decrease in the subjects' shinbone cartilage volume. Given that cartilage tissue, unlike muscle tissue, does not regenerate itself after a period of decay, the expected results as well as tests of countermeasures on astronauts become all the more important, not least for the benefit of ageing or sick people on Earth, many of whom exercise very little.

Circadian Rhythm: In microgravity, the human body makes various adjustments, adapting, for example, its cardiovascular system and heat balance. Temperature regulation is currently a field of intensive research. As an ISS experiment just completed by the Berlin Charité shows, thermoregulation is measurably affected by weightlessness and other extreme situations, such as isolation, or a stay at an Antarctic research station. However, we do not know at the moment whether the rhythm of the core body temperature variation – an important timer for various systems of our organism – changes during long-term stays in space. What we do know is that changes in the circadian rhythm – our biological clock – have a negative influence on the quality of sleep, as well as on attention and mental acuity. For the purpose of this experiment, Alexander Gerst has been worn a special non-invasive temperature sensing system which meas-

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.





Altert unsere Haut im Weltraum schneller? Wenn ja, wie können wir uns davor schützen? Diesen Fragen gehen Forscher in dem Experiment Skin-B nach. Astronauten wie Alexander Gerst müssen dafür zu verschiedenen Zeitpunkten vor und nach dem Flug sowie zu sechs bis achtmal während des Aufenthalts auf der ISS ihre Haut auf der Innenseite des Unterarms mit verschiedenen Methoden untersuchen.

Does our skin age faster in space? If so, how can it be best protected? These are the research questions addressed by Experiment Skin-B. Using various methods, astronauts like Alexander Gerst and others had to inspect the skin on the inside of their lower arm several times before and after the flight, as well as six to eight times during their stay on the ISS.



In den Experimenten BOSS und BIOMEX ist Alexander Gerst den Fragen nach dem Ursprung des Menschen, der Verteilung und der Entwicklung von Leben sowie den Lebensmöglichkeiten außerhalb der Erde auf der Spur. In der Anlage Expose-R werden bestimmte Mikroorganismen den harten Bedingungen des Weltraums ausgesetzt. Werden sie das überleben?

In the experiments BOSS and BIOMEX, Alexander Gerst will investigate questions concerning the origin, distribution and development of life in space as well as possible habitable areas beyond Earth. A device called Expose-R exposes certain microorganisms to the harsh conditions of outer space. Will they survive?

invasiven Thermosensor getragen, der die Körperkerntemperatur über zwei Sensoren auf der Haut bestimmt. Seine Temperaturdaten sind dann mit seinem Melatoninspiegel – eines der am besten untersuchten Hormone zur Steuerung der menschlichen Rhythmik – in Verbindung gesetzt worden. Wie tickt die innere Uhr von Alexander Gerst im Weltraum, wo er täglich 16 Sonnenauf- und -untergänge erlebt hat und permanent der Schwerelosigkeit ausgesetzt war? Von der Antwort auf diese Frage werden künftig auch Menschen im Schichtdienst wie Ärzte und Notfallkräfte profitieren.

Skin-B: Die Haut hat vielseitige Aufgaben: Sie reguliert unter anderem den Wasser- und Temperaturhaushalt, verhindert das Eindringen von Krankheitserregern, schützt vor UV-Strahlung und dient als Sinnesorgan. Nach Ergebnissen von NASA-Studien liegen Hautprobleme wie Austrocknung, Schuppung, Juckreiz nach Kopfschmerzen und Gleichgewichtsstörungen bereits an dritter Stelle bei gesundheitlichen Problemen der Astronauten. Da es aus dem ISS-Pilotprojekt SkinCare Anzeichen dafür gibt, dass auch die Haut im All im Zeitraffer altert, wobei die Veränderungen nach Rückkehr reversibel waren, untersuchen Wissenschaftler der Universität Witten-Herdecke im ISS-Experiment Skin-B nun systematisch verschiedene Hauteigenschaften. Während des Fluges werden drei Merkmale genau erhoben: die Hautfeuchtigkeit, der Wasserverlust durch die Haut und die Oberflächenveränderung. Zusätzlich werden vor und nach dem Flug weitere Parameter wie zum Beispiel die Elastizität untersucht. Die Haut dient dabei auch als Modell für andere Organe des menschlichen Körpers stehen, da Hautveränderungen frühzeitig Hinweise auf das Vorliegen systemischer Krankheiten liefern können.

Astrobiologische Forschung

Was ist Leben? Wie ist es entstanden? Woher kommen wir? Wie hat sich die Evolution abgespielt? In der Astrobiologie erforschen Wissenschaftler unter anderem diese fundamentalen Fragen des Menschen nach dem Ursprung, der Verteilung und der Entwicklung von Leben sowie nach Lebensmöglichkeiten außerhalb der Erde. Alexander Gerst hat in seiner Blue Dot-Mission dazu beigetragen, Antworten auf diese Fragen zu finden.

Während seiner Mission wurden zwei Experimente zu dieser Thematik in der Anlage Expose-R durchgeführt, die sich bereits seit Jahren auf der Außenseite des russischen Moduls der ISS befindet: BOSS und BIOMEX. Bei BOSS testen Wissenschaftler des DLR in Köln die Hypothese, ob als Biofilm organisierte Mikroorganismen, die in einer extrazellulären Matrix eingebettet sind, bessere Überlebenschancen im Weltraum und auf dem Mars haben als einzeln lebende Zellen. Die dichte Umgebung des Films erlaubt es ihnen, in vielfältiger Weise zu interagieren und schützt diese winzigen Lebewesen vor äußeren Einflüssen. So sind die Biofilm-Bewohner gegenüber verschiedenen chemischen und physikalischen Einwirkungen sehr resistent. Biofilme gehören zu den ältesten sichtbaren Anzeichen von Leben auf der Erde und könnten vielleicht auch als die ersten Formen von Leben auf anderen Planeten und Monden unseres Sonnensystems entdeckt werden. Das Experiment BIOMEX (DLR Berlin) untersucht den Einfluss des Weltraums auf die Überlebensfähigkeit sowie auf die Stabilität der Zellstrukturen, Proteine und der DNA verschiedener Mikroorganismen (Bakterien, Archaeen), Algen, Pilze, Flechten und Moose. Dabei wird ein Teil der Proben in mineralische Böden eingebettet, wie sie auf dem Mars zu finden sind, um einen Transfer von Material zur Erde zu simulieren.

Technologie

Unsere Erde ist dem permanenten Beschuss durch hochenergetische Teilchen – dem sogenannten Sonnenwind – ausgesetzt. Zum Glück schützt uns das Erdmagnetfeld vor diesem „Dauerfeuer“ der Sonne. Unser Nachbarplanet Venus hat keinen solchen natürlichen Schutzschirm. Dort trifft das solare Magnetfeld ungehindert auf die Ionosphäre der

ures his core body temperature via two sensors on the skin. His temperature data will then be related to his level of melatonin, one of the best-investigated hormones that control human circadian rhythms. How has worked Alexander Gerst's biological clock in space, where he has been seen the sun rise and set 16 times a day and was permanently exposed to microgravity? In the future, the answer to this question will also benefit shift workers, doctors, and paramedics.

SKIN-B: *The functions of our skin are many and varied: among other things, it regulates our water and temperature balance, keeps germs from intruding, protects us from UV radiation, and serves as a sensory organ. According to the results of several NASA studies, skin problems like desiccation, desquamation, and itching occupy third place among the health issues of astronauts following headaches and equilibrium disorders. Under the SkinCare pilot project on the ISS, signs were found indicating that the skin, too, ages in fast motion in space, although changes prove reversible after the return. For this reason, various skin parameters are now being systematically investigated by scientists from Witten-Herdecke University under the SKIN-B experiment on the ISS. During the flight, three variables are monitored precisely: the moisture of the skin, the loss of water through it, and changes in its surface. In addition, other parameters including elasticity are examined both before and after the flight. In that experiment, the skin also serves as a model for other organs in the human body because skin changes may indicate the presence of systemic illnesses at an early time.*

Research in astrobiology

What is life? How did it originate? Where do we come from? How did evolution happen? These are some of the fundamental questions about the origin, distribution, and development of life and the possibility that it might exist elsewhere, which scientists are exploring in astrobiology. During his Blue Dot mission, Alexander Gerst has helped to find answers to these questions.

During his mission, two experiments addressing these issues run in the Expose-R apparatus which has been attached to the outer shell of the Russian ISS module for several years now: BOSS and BIOMEX. Under BOSS, scientists from DLR's Cologne facility are investigating the hypothesis that micro-organisms organised in biofilms and embedded in an extra-cellular matrix might have a better chance of survival in space and on Mars than isolated individual living cells. The impervious shell provided by the film permits these tiny living beings to interact in a variety of ways and protects them from external influences. The inhabitants of a biofilm are highly resistant to various chemical and physical influences. Biofilms belong among the oldest visible signs of life on Earth, and they might be discovered as the first life forms on other planets and moons in our solar system. The BIOMEX experiment (DLR Berlin) investigates the influence of space conditions on the survivability and stability of the cell structures, proteins, and DNA of various micro-organisms (bacteria, archaea), algae, fungi, lichen, and moss. Some of the samples will be planted in mineral soil resembling that found on Mars to simulate the way in which material of this kind may have been transferred to Earth.

Technology

Our Earth is exposed to a permanent bombardment with high-energy particles, a phenomenon known as solar wind. Happily, we are protected against this 'barrage' from the Sun by our Earth's magnetic field. Our neighbouring planet, Venus, has no such natural shield to protect it. There, the Sun's magnetic field collides unchecked with the Venusian ionosphere, which interacts with the solar magnetic field like a kind of electrical conductor. These are the conditions investigated by DLR's MagVector/MFX



An der Zukunft schrauben: Ein variabler elektrischer Leiter in dem deutschen MagVector/MFX-Experiment soll den Weg in die Zukunft ebnen. Alexander Gerst hat während seiner Zeit auf der ISS dieses deutsche Experiment im Columbus-Modul installiert und in Betrieb genommen.

Nuts and bolts to design future solutions: *a variable electrical conductor tested in the German MagVector/MFX experiment is to prepare the ground for future developments in this area. During his stay on the ISS, Alexander Gerst has installed and commissioned this experiment.*



Venus, die als eine Art „elektrischer Leiter“ mit dem Magnetfeld der Sonne eine Wechselwirkung erzeugt. Solche Bedingungen untersucht das MagVector/MFX-Experiment des DLR und kann mit seinem Aufbau verschiedene elektrische Leitfähigkeiten einstellen. Die Apparatur muss Antworten auf viele Fragen finden: Wie funktioniert die Wechselwirkung von Ionosphären mit dem Magnetfeld der Sonne und welche Effekte treten dabei auf? Was passiert mit dem Magnetfeld im Inneren der Planeten in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit? Wie lassen sich Magnetfelder von Sonne und anderen Himmelskörpern für die Raumfahrt nutzen? Die ISS liefert für diese Messungen ideale Bedingungen: Mit einer Orbitalgeschwindigkeit von rund 7,5 Kilometern pro Sekunde durchfliegt die Raumstation ständig das Erdmagnetfeld und liefert so permanent eine „Laborumgebung im Planetenmaßstab“ für MFX. Nachdem die Hardware mit dem europäischen Weltraumtransporter ATV-5 eingetroffen war, nahm Alexander Gerst diese weltweit einzigartige Apparatur in Empfang und baute sie in das European Drawer Rack (EDR) des Columbus-Moduls ein. Nach dem Start dieses spannenden Experiments werden dessen Erkenntnisse vielleicht eines Tages Science-Fiction wie Schutzschilde bei Captain Kirk & Co. auf der Enterprise Wirklichkeit werden lassen. Aufwendige Spezialverkleidungen für Raumfahrzeuge könnten dann irgendwann in der Zukunft einmal der Vergangenheit angehören.

Energie ist eine wichtige und begrenzte Ressource, die richtig und effizient eingesetzt werden muss. Das deutsche WiSe-Net-Experiment (WirelessSensor-NETwork), das Alexander Gerst auf der Raumstation durchgeführt hat, sammelt über kabellose WLAN-Sensoren wichtige Daten wie Umgebungstemperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, Beschleunigung und Intensität des Lichts, die in der Umgebung des Sensors im Columbus-Modul erfasst werden. Aus diesen Energiequellen – wie zum Beispiel Umgebungslicht – kann man kleine Strommengen für mobile Geräte mit geringer Leistung gewinnen. Die WiSe-Net-Sensoren sollen diese möglichen Quellen aufspüren und zeigen, inwiefern dieses sogenannte „Energy Harvesting“ („Energy Harvesting“) in Zukunft auch auf der Raumstation möglich ist. Die verwendeten Sensoren haben einen sehr geringen Energiebedarf, der auch durch die Umwandlung von Licht oder Umgebungswärme direkt in elektrische Energie gedeckt werden kann. Da diese kleinen Sensoren kabellos sind, lassen sie sich leicht an anderen Orten in Columbus unterbringen. Das macht sie auch für den Einsatz im industriellen Umfeld auf der Erde interessant, da sich – im Vergleich zu kabelgebundenen Systemen – der Aufwand für den Aufbau drastisch reduziert. WiSe-Net ist ein industriell motiviertes Experiment und nutzt den Computer von MagVector/MFX für die Datenverarbeitung, auch um Kosten zu sparen. Mit den Informationen, die die kleinen Sensoren liefern, ließe sich in Zukunft auch der Energieverbrauch auf der Erde senken. Zum Beispiel könnte über Körpertemperatur, Puls, Blutdruck Sauerstoffsättigung und Blutzucker Energie gewonnen werden, mit der dann zum Beispiel ein Pulsmesser beim Joggen mit Strom versorgt werden könnte.

Physische Anstrengung treibt auch den Astronauten auf der Raumstation den Schweiß, der aufgrund von der fehlenden Schwerkraft nur sehr eingeschränkt konvektiv verdunsten kann, unter die Achseln. Lässt sich eine Kleidung für Raumfahrer finden, die sich angenehmer tragen lässt und nicht die Bewegungsfreiheit einschränkt? Um diese Frage zu beantworten, hat Alexander Gerst im Spacetex-Experiment spezielle Kleidung getragen, die von den Forschungspartnern Hohenstein Institute, Schoeller Textil AG, Charité Berlin und DLR gemeinsam entwickelt wurde. Das DLR Raumfahrtmanagement in Bonn und das DLR-Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen haben die Projektintegration dieses industriell motivierten Experiments bei der ESA unterstützt. Damit hat der deutsche Astronaut an dem ersten bekleidungsphysiologischen Experiment unter Schwerelosigkeit teilgenommen, bei dem das Zusammenspiel von Körper, Kleidung und Klima untersucht wird. Ganz im Sinne des Missionsmottos „shaping the future“ wird das Spacetex-Experiment dabei helfen, neue Funktionstextilien für den Einsatz unter extremen klimatischen und physiologischen Bedingungen auf der Erde zu entwickeln. Außerdem soll das gewonnene Datenmaterial dabei helfen, die Kleidung der Astronauten für künftige Aufenthalte im All und auf Langzeitmissionen wie die für 2030 geplante, rund dreijährige Reise zum Mars zu verbessern. Von den neuen Textilien werden somit neben künftigen Astronauten auch Menschen profitieren, die hier auf der Erde körperlich unter extremen Umgebungsbedingungen Höchstleistung erbringen müssen.

experiment, which is designed to be adjustable to a variety of electrical conductivities. It is hoped that the apparatus will find answers to many questions: how does the interaction between an ionosphere and the Sun's magnetic field work, and what effects does it cause? What happens to the magnetic field in the interior of a planet as a function of conductivity? How might space technology benefit from the magnetic fields of the Sun and other heavenly bodies? The ISS offers ideal conditions for these measurements: travelling at an orbital velocity of around 7.5 kilometres per second, the space station continuously flies through the Earth's magnetic field, providing MFX with a permanent 'planetary-scale laboratory environment'. When the hardware arrives on the European transfer vehicle ATV-5, Alexander Gerst will take delivery of the apparatus, the only one of its kind in the world, and install it in the European Drawer Rack (EDR) of the Columbus module. Once this exciting experiment has been set up, the resultant discoveries may well assist in realising what is still science fiction today, like the protective shields famously deployed on the U.S.S. Enterprise by Captain Kirk and his crew. At some time in the future, elaborate spacecraft shells might well be a thing of the past.

Energy is an important and limited resource that must be managed properly and efficiently. Germany's WiSe-Net experiment (WirelessSensor-NETwork) conducted by Alexander Gerst on the space station uses WiFi sensors to gather important data, such as ambient temperature, atmospheric pressure, relative humidity, acceleration, and the intensity of light in the Columbus module. These sources of energy – such as ambient light, for example – may be used to generate small quantities of electricity for low-powered mobile devices. The WiSe-Net sensors are supposed to detect these potential sources and identify the extent to which this so-called 'energy harvesting' will be possible on the space station in the future. The sensors themselves require very little power which can be supplied by converting light or ambient heat directly into electrical energy. Being cordless, these small sensors may be easily re-arranged in the Columbus module. This also makes the devices attractive for application in industrial environments on the ground because the effort to install them is drastically reduced compared to hardwired systems. WiSe-Net is an industry-driven experiment which uses the MagVector/MFX computer for processing, partly for cost-saving reasons. The information supplied by these small sensors might lead to the development of energy saving devices on Earth, too. Small amounts of electricity might, for instance, be generated from body temperature, pulse rate, blood pressure, oxygen saturation, and blood sugar, which might then be used, for example, to power a heart rate monitor for runners.

Like everyone else, the crew on the space station break out in a sweat on their foreheads and in their armpits during physical exercise. Is it possible to find garments for astronauts that are more comfortable to wear and do not restrict their freedom of movement? To find an answer to that question, Alexander Gerst participated in the Spacetex experiment, wearing special clothing developed jointly by three research partners, the Hohenstein Institute, Schoeller Textil AG, the Berlin Charité, and DLR. The DLR Space Administration in Bonn and the DLR Institute of Space Systems in Bremen supported the system integration on behalf of ESA. Thus, the German astronaut has participated in the first clothing-physiology experiment conducted in microgravity, which will investigate the interaction between body, clothing, and climate. In harmony with the motto of the mission, 'shaping the future', the Spacetex experiment will help to develop new functional clothes for use under extreme climatic and physiological conditions on Earth. Moreover, it is hoped that the resultant data will assist in improving the clothing of astronauts for future sojourns in space and for long-term missions like the journey to Mars, which, envisaged for sometime in the 2030s, will last about three years. Yet, not only astronauts will benefit from the new textiles but also people on Earth who work to the limit of their physical capacity, or have to perform to top standards under extreme environmental conditions.



Das deutsche WiSe-Net-Experiment, das Alexander Gerst auf der Raumstation durchgeführt hat, sammelt über kabellose WLAN-Sensoren wichtige Daten wie Temperatur, Lichtstärke, Vibrationen, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck im Columbus-Modul. Aus diesen Energiequellen kann man kleine Strommengen für mobile Geräte mit geringer Leistung gewinnen. Im EAC hat Alexander Gerst für dieses Experiment trainiert und die kleinen Sensoren genau studiert.

The WiSe-Net experiment conducted by Alexander Gerst on the space station uses cableless WiFi sensors to collect important data on temperature, light intensity, vibrations, air humidity, and air pressure in the Columbus module. All these are potential sources of energy from which small amounts of electricity can be generated to feed low-powered mobile devices. At the EAC, Alexander Gerst has trained for this experiment and took a careful look at the sensors.

Bildung

Damit unser „Raumschiff Erde“ eine Zukunft hat, braucht es vor allem junge „Raumfahrerinnen und Raumfahrer“, die diese Herausforderungen anpacken wollen. Deswegen gilt das *Blue Dot*-Missionsmotto „*shaping the future – Zukunft gestalten*“ besonders für die Bildungsarbeit. Alexander Gerst hat sich darum während seiner Mission auch um die jungen Bewohner unseres Planeten gekümmert und ihr Bewusstsein für die Probleme unserer Erde geschärft. Hierfür hat er zahlreiche Bildungsaufgaben übernommen. Ganz im Sinne der *Blue Dot*-Idee hatten viele dieser Aufgaben mit unserer Erde zu tun – zeigen wie schön und einzigartig, aber auch wie zerbrechlich und schutzbedürftig sie ist.

Bundesweiter Schülerwettbewerb – „Beschützer der Erde“

Wie können wir unsere Erde effektiv und nachhaltig schützen? Kreative Ideen waren 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 hatte. 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 wurden die Unterrichtsfächer Sach- beziehungsweise Heimatkunde, Erdkunde und/oder Biologie einbezogen. Während seiner Mission hat Alexander Gerst die teilnehmenden Klassen von der ISS mit Videobotschaften bei ihrer kreativen Ideensuche begleitet. In diesen Videos hat er den Schülern vier Themengebiete zur Bewahrung unserer Erde nähergebracht: Ozeane, Land, Flüsse/Seen und Wälder. An dem Ideenwettbewerb konnten – im Klassenverband, über die Schule organisiert – Mädchen und Jungen teilnehmen, die im Schuljahr 2014/2015 die vierte Klasse besucht haben. Die Projektarbeiten starteten bundesweit am 15. Oktober 2014. Wettbewerbsbeiträge konnten bis zum 15. Dezember direkt an Alexander Gerst gesendet werden. Eine unabhängige Jury hat die Arbeiten bewertet und die Sieger ermittelt. Am 20. März 2015 nahmen die kreativen und motivierten Viertklässler aus Köln, Wuppertal, Ludwigsburg und Forchheim bei der Siegerehrung im Deutschen Technikmuseum in Berlin persönliche Glückwünsche von Alexander Gerst entgegen.

Mit ursprünglich rund 68.000 Quadratkilometern Ausdehnung war der Aralsee früher der viertgrößte Binnensee der Erde. Die seit etwa 1960 durch die Umleitung großer Wassermassen im Zuge eines russischen Bewässerungsprojektes bedingte, zunehmende Austrocknung des abflusslosen Salzsees ist weltweit eine der größten vom Menschen verursachte Umweltkatastrophen. Alexander Gerst hat die Austrocknung von der ISS aus fotografiert.

Formerly, the Russian Aral Sea was one of the four largest lakes in the world with an area of 68,000 square kilometres. The Aral Sea has been steadily shrinking since the 1960s after the rivers that fed it were diverted by Soviet irrigation projects – one of the worstest man-made environmental disasters ever. At the ISS, Alexander Gerst has pictured the drying of that lake.

Education

The future of ‘Spaceship Earth’ above all depends on our next generation of ‘space travellers’ who are prepared to meet coming challenges. This is why the motto of the Blue Dot mission, ‘shaping the future’ has a lot to do with education. Therefore, Alexander Gerst has dedicated part of his mission time to the young Earthlings, and tried to raise their awareness concerning the problems of our planet. To this end, he has carried out a number of educational activities. Consistent with the Blue Dot spirit, all these activities related to our Earth – showing its beauty and uniqueness, but also how fragile and vulnerable it is.

Earth Guardian – a nation-wide competition for school children

How can we protect our Earth effectively and sustainably? Creative ideas were needed to answer that question and to win the national “Earth Guardian” contest that had been put in place by the DLR Space Administration at the request of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy. Its intention was to make young children in primary education aware of existing climate and environmental issues, helping them make greener choices on a day-to-day basis and encouraging them to become guardians of our Earth. The contest has been integrated into regular classroom activities in Basic Science, Local Geography and/or Biology. During his mission, Alexander Gerst has been 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 has covered four themes of Earth stewardship: oceans, land masses, rivers and lakes, and forests. Participation in this contest of ideas was open for classes of girls and boys attending year 4 in the 2014/2015 school year, and had been organised by their school. Work on the projects started on October 15, 2014 everywhere in Germany. Entries were to be sent directly to Alexander Gerst until December 15. An independent jury had reviewed the projects and determined the winners. The winners in each of the five categories are to meet with the astronaut Alexander Gerst in Berlin in the spring of 2015. On March 20, 2015, during the award ceremony at the Deutsches Technikmuseum in Berlin, the creative and highly motivated pupils from Cologne, Wuppertal, Ludwigsburg and Forchheim received the personal congratulation from Alexander Gerst.

Vulkanausbruch auf der russischen Kamtschatka-Halbinsel: Während seiner Studienzeit hat Alexander Gerst viele Vulkane aus der Nähe beobachtet. Von der Raumstation aus konnte er sich diese Naturschauspiel aus 400 Kilometer Höhe betrachten und für die Projekte Earth Guardian und Columbus Eye filmen.

Volcano eruption on Kamchatka peninsula: Alexander Gerst visited a lot of volcanos as part of his degree course at university. During his mission he was able to view these natural spectacles from orbit, and shoot videos of it for the Earth Guardian and Columbus Eye projects.





Alexander Gerst hat unter Schwerelosigkeit kleine Schokolinsen in einer Plastiktüte geschüttelt und sie so zur Kollision gebracht – ähnlich den Partikeln, aus denen unser Sonnensystem entstanden ist. Auf DLR-Parabelflügen hatte er zuvor schon einmal geübt.

Alexander Gerst jiggled a few handfuls of chocolate candies in a plastic bag to make them collide – like the particles did during the formation of our solar system. He had practiced this once before on one of his parabolic flights.



Alexander Gerst hat während seines Weltraumaufenthaltes immer wieder mit Schülern gefunkt und ihre Fragen zu seiner Mission beantwortet. Zeit hat er sich dafür immer genommen – sogar in Pausen seines Fitnessprogramms. Die Schüler des Gymnasium Siegburg Alleestraße haben davon profitiert.

During his stay at the ISS, Alexander Gerst has contacted pupils and answered their questions. Therefore, he took the time, e.g. a break between a fitness session. The pupils from the Siegburg Alleestraße Grammar School benefit from his engagement.

Columbus Eye – spektakuläres Unterrichtsmaterial aus dem Weltraum

Die NASA-Nutzlast High Definition Earth Viewing (HDEV) wurde im April 2014 außen am europäischen Columbus-Modul angebracht. Mit vier HD-Videokameras nimmt HDEV seitdem atemberaubende Filmsequenzen unserer Erde auf. Ein Team des Geographischen Instituts der Universität Bonn stellt diese Videos auf der Homepage (www.columbuseye.uni-bonn.de) jedermann zur Verfügung. Columbus Eye bietet aber nicht nur schöne Ausichten. Ebenfalls auf dieser Seite findet man Informationen zum deutschen Engagement auf der ISS und zum Thema Erdbeobachtung. Kernstück von Columbus Eye ist jedoch das Unterrichtsmaterial zu Fächern wie Physik und Geographie. Es erklärt Lehrern, wie sie die einzigartigen Aufnahmen verwenden können, um ihren Schülern ein umfassendes Bild über das System Erde zu vermitteln. Auch dieses Material kann auf der Webseite kostenfrei abgerufen werden. Auf einer Roadshow quer durch die Bundesrepublik wurden Schülern und Lehrern die Unterrichtsmaterialien genauer erklärt. Columbus Eye zeigt – ganz im Sinne von „shaping the future“ – die Erde als dynamisches System und geht dabei auf aktuelle Ereignisse wie zum Beispiel Naturkatastrophen aber auch menschengemachte Phänomene wie Waldbrände, Massenrodung der Regenwälder oder Bergbauschäden ein. Astronauten haben einen Logenplatz, wenn es um die Sicht auf unseren Heimatplaneten geht. Um deren Eindruck mit dem der Schüler zu vergleichen, konnten Schüler des Siegburger Gymnasiums Alleestraße live mit Alexander Gerst sprechen. Er hat am 1. September 2014 über ein Funkgerät auf der ISS mit den Schülern Kontakt aufgenommen und ihre Fragen beantwortet. Funkamateure des „Deutschen Amateur Radio Clubs“ (DARC) und die Organisation „Amateur Radio on the International Space Station“ (ARISS) hatten sie dabei unterstützt.

Seifenblasen – Schülerträume, die nicht platzen

Seifenblasen müssten in Schwerelosigkeit einige Besonderheiten aufweisen, denn auf der Erde sorgt die Schwerkraft dafür, dass das Wasser innerhalb einer Seifenblase nach unten gezogen und der Seifenfilm daher im oberen Teil schnell recht dünn wird. Deshalb platzt die Seifenblase schon nach kurzer Zeit. In Schwerelosigkeit sollte der dünne Film aus Seifenwasser dagegen viel länger stabil bleiben. Sind schwerelose Seifenblasen vielleicht sogar unsterblich? Und was passiert, wenn man eine Büroklammer hineinsteckt? Oder zwei zu einer einzigen vereint? Kann man mit dem Kammerton A oder mit anderen Tönen die Seifenblasen und vielleicht auch schwebende Wasserkugeln in Bewegung versetzen? Diese Fragen haben sich Schüler gestellt, die an der „Aktion 42“, einem großen Ideenwettbewerb des DLR, der ESA und der Stiftung „Jugend forscht“ teilgenommen haben. Dabei durften die Jugendlichen nur „Zutaten“ aus einer Liste von insgesamt 42 weltraum-tauglichen Objekten auswählen – weshalb der Wettbewerb auch den Titel „Aktion 42“ trägt. Das Sieger-Experiment der sechs 15- bis 17-jährigen Schüler stand nun auf dem Bordstundenplan von Alexander Gerst.

Weitere Experimente wurden von DLR-Wissenschaftlern aus dem Institut für Materialphysik im Weltraum entwickelt, um Kindern und Jugendlichen auf einfache Weise die Forschung in Schwerelosigkeit zu erklären. Dabei geht es unter anderem um die Frage, wie Papierflugzeuge in Schwerelosigkeit fliegen. Sogar Prozesse, die bei der Entstehung von Planeten eine Rolle spielen, werden dabei auf ganz stark vereinfachte Weise simuliert: und zwar mit kleinen Schokolinsen, die in Schwerelosigkeit in einer Plastiktüte geschüttelt und so zur Kollision gebracht werden – ähnlich den Partikeln, aus denen unser Sonnensystem entstanden ist.

In einem Kreativwettbewerb zur Blue Dot-Mission gingen Schülerinnen und Schüler auf Zeitreise: Zusammen mit „Stiftung Lesen“ und der ESA ludt das DLR die Jugendlichen ein, sich Gedanken über die Zukunft der Raumfahrt zu machen. Die Aufgabenstellung: Die Schüler sollten sich gedanklich 100 Jahre in die Zukunft ins Jahr 2114 versetzen. Welches werden dann die großen Ziele in der Raumfahrt sein? Haben Menschen bereits den Mars betreten? Gibt es eine Mond-Kolonie? Haben wir Signale von Außerirdischen empfangen? In Form von Aufsätzen – aber auch als Comic, Weltraum-Krimi oder Video – verfassten die Schüler ihre Visionen.

Columbus Eye – spectacular teaching resources from orbit

NASA 'High Definition Earth Viewing (HDEV)' payload was attached to the outside of Europe's Columbus module in April 2014. Using four HD video cameras, HDEV has since then been shooting breath-taking video sequences of our Earth. A team of scientists from the geography department of Bonn University is making these videos available to the general public on its homepage (www.columbuseye.uni-bonn.de). Yet, Columbus Eye not only offers lovely views. The same website also contains information on Germany's activities on the ISS as well as on Earth observation in general. The main task of Columbus Eye, however, is to provide resources for subjects such as Physics and Geography. Teachers receive guidance on how to use the spectacular material so as to give their students a fuller understanding of the Earth system. These resources, too, can be downloaded from the website free of charge. Touring the whole of Germany, a roadshow has been held to demonstrate the resources to students and their teachers, providing more detailed explanations. Following the spirit of 'shaping the future', Columbus Eye shows the Earth as a dynamic system, referring to current events such as natural disasters but also human-made events such as forest fires, extensive rainforest logging, and soil subsidence as a result of mining. Astronauts have a front row seat overlooking our home planet. To compare the astronauts' perspective with their own, students from the Siegburg Alleestraße Grammar School joined Alexander Gerst live on the ISS to discuss our blue planet from his perspective. He contacted them on September 1, 2014, via radio and answered their questions. Members of the Deutsche Amateur Radio Clubs (DARC) and an organisation called Amateur Radio on the International Space Station (ARISS) offered their support.

A dream comes true – bubbles that last and last

Soap bubbles can be expected to display some rather special features in microgravity. Here on Earth, gravity soon draws the water in their skin to the bottom, causing the membrane at the top to become very thin quickly, making the bubble burst after only a brief period. Under microgravity conditions, the soapy film should stay intact for much longer. Could soap bubbles even be 'immortal' in zero gravity? And what might happen if you pierce one with a paper clip? Or if you merge two into one? Is it possible to use 'Concert A' - or, for that matter, any other note - to move bubbles, or even water globules, around in space? These are some of the questions raised by students who took part in 'Action 42', a nation-wide competition for ideas held by DLR, ESA and the 'Jugend forscht' foundation for young researchers. The young people were only allowed to use space-worthy objects from a list of 42 'ingredients', which is what gave the competition its name, 'Action 42'. The winning experiment entered by students aged between 15 and 17 was a part of Alexander Gerst's on-board research schedule.

Further experiments were developed by scientists at the DLR Institute of Materials Physics in Space to provide some easy-to-understand illustrations of research under microgravity conditions to an audience of children and young people. Some experiments address the question of how a paper aircraft will fly in microgravity. It is even possible to demonstrate some of the processes involved in the formation of a planet: in a highly simplified simulation, candies will be shaken in a plastic bag to cause collisions among them – similar to what happened when small particles began to form the planets in our solar system.

Running in parallel with the Blue Dot mission, another creative competition sent students on a journey through time: in this contest, organised jointly by DLR, ESA, and the young readers' foundation 'Stiftung Lesen', young people were invited to share their ideas on the future of spaceflight. The entrants were asked to picture themselves in the year 2114. What will be the major tasks to be mastered by spaceflight? Will humans have set foot on Mars? Will there be a human colony on the Moon? Will we have received signals from aliens? Students were to present their visions in the form of an essay, a science-fiction story, or a video.

Wie verhalten sich Seifenblasen in Schwerelosigkeit? Alexander Gerst hat es ausprobiert.

How do soap bubbles behave in microgravity? Alexander Gerst has sampled it.