

Aktuelles aus dem DLR Raumfahrtmanagement | Topics from DLR Space Administration | Dezember 2016 | December 2016

SPECIAL  
EDITION

# newsletter

---

## COUNTDOWN

Luzern:

## ESA Ministerrats- konferenz 2016 stellt Anwendungen in den Fokus

Lucerne:

## ESA Ministerial Council 2016 focuses on applications



DLR newsletter COUNTDOWN Special Edition  
Aktuelles aus dem DLR Raumfahrtmanagement | Topics from DLR Space Administration  
Heft 1/2016 Dezember 2016 | Issue 2/2016 December 2016





**ESA-Ministerratskonferenz 2016:**  
Alle wichtigen Entscheidungen  
von Luzern in einer Ausgabe

Am 1. und 2. Dezember tagten die in Europa für Raumfahrt zuständigen Minister im schweizerischen Luzern, um die programmatischen und finanziellen Weichen für die europäische Raumfahrt der nächsten Jahre zu stellen. Die ESA-Ministerratskonferenz ist das höchste Entscheidungsgremium der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Hier wurden wichtige Entscheidungen in den Bereichen Trägersysteme, bemannte Raumfahrt, ISS, Forschung unter Weltraumbedingungen, Exploration, Extraterrestrik, Erdbeobachtung, Satellitenkommunikation, Satellitennavigation, Technologieentwicklung und Weltraumlage getroffen, die alle in dieser Ausgabe dargestellt werden.

**ESA Ministerial Council 2016:**  
All important decisions of  
Lucerne in one single edition

On December 1 and 2, the European ministers in charge of space affairs met at Lucerne in Switzerland to set a programmatic and financial course for the European space sector in the coming years. The Ministerial Council is the supreme decision-making assembly of the European space organisation ESA. Important decisions were taken in the fields of launcher systems, crewed space flight, ISS, microgravity research, exploration, space science, Earth observation, satellite communication, satellite navigation, technology development, and space situational awareness, all of which are outlined in this edition.

**Inhalt Contents**

Editorial .....05

„Unser Fokus liegt auf den Anwendungsprogrammen“  
Interview mit Brigitte Zypries als Vertreterin der Bundesregierung  
‘We focus on the application programmes’  
Interview with Brigitte Zypries representing the Federal Government.....06

Deutschlands Rolle in der europäischen Raumfahrt auf einen Blick  
Germany’s part in the European space sector at a glance..... 10

Deutschland sichert Forschung und Exploration  
in einem neuen Rahmenprogramm  
Germany secures research and exploration  
in a new envelope programme ..... 14

Tiefer Blick ins Universum  
Looking into deep space .....28

Unsere Erde fest im Blick  
Sights set firmly on Planet Earth .....36

Fit für die Zukunft der Satellitenkommunikation  
Fit for the future of satellite communications .....44

Neue Technologien bringen Galileo voran  
Progress for Galileo through new technologies .....54

Ideenschmiede der Europäischen Raumfahrt  
Europe’s space-tech think tank .....60

Gefahren aus dem Weltraum rechtzeitig erkennen  
Early detection of hazards from space .....66

Trägerprogramme setzen auf Kontinuität  
Launcher programmes focus on continuity .....70

Luzern in Bildern  
Pictures from Lucerne .....78

**Wichtiger Hinweis:**

Liebe Leserinnen und Leser, in dieser Ausgabe haben wir alle Zeichnungen in Infografiken aufbereitet, um Ihnen alle wichtigen Entscheidungen der ESA-Ministerratskonferenz 2016 illustrativ näherzubringen. Um zu sehen, welches Land wie hoch gezeichnet hat, verwenden Sie bitte die Legende, die sich an der Seite 79 herausklappen lässt. Alle Angaben in Text und Bild ohne Gewähr.

**Important note:**

Dear readers, In this edition we have created a visual representation of all subscriptions and important decisions made by the 2016 conference of the ESA Ministerial Council. To find out what sum was subscribed by a particular country please refer to the legend which folds out from page 79. All information in text and graphs is supplied without liability.





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

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

#### Liebe Leserin, lieber Leser,

auf den ersten Blick war Luzern 2016 ein normaler ESA-Ministerrat, der in einer Reihe mit den Konferenzen von Den Haag 2008 und Neapel 2012 steht. Betrachtet man aber die Gesamtumstände, wird deutlich, dass Luzern in vielerlei Hinsicht doch eine außergewöhnliche Konferenz war: zum Beispiel im Hinblick auf das Gesamtzeichnungsvolumen von über zehn Milliarden Euro. Denn aufgrund der nationalen Herausforderungen und Haushaltslagen war im Vorfeld keineswegs von dieser Summe auszugehen.

Deutschland und Frankreich sind mit fast gleichen Beiträgen von jeweils knapp zwei Milliarden Euro auch in Zukunft tragende Säulen der ESA. Mit unserem großen Beitrag zur ISS haben wir ein klares Zeichen gesetzt und konnten so die Basis für ein positives Votum der Mitgliedstaaten zur Fortsetzung des Betriebs legen. Damit hat sich Europa als verlässlicher und handlungsfähiger Partner in der internationalen Zusammenarbeit gezeigt. Auch wenn man ehrlicherweise sagen muss, dass dieses Bekenntnis zur ISS spät gekommen ist. In Zeiten wie diesen, wo häufig nicht mehr über die eigenen Grenzen hinaus gedacht wird, ist die ISS ein starkes Symbol internationaler Partnerschaft, von Zusammenarbeit und Frieden. Die Mittel für die ISS wurden zusätzlich bereitgestellt. Dadurch waren wir in der Lage, mehr als eine halbe Milliarde Euro für Raumfahrtanwendungsprogramme und kleine und mittlere Unternehmen zu investieren. Das haben wir auch mit den Schwerpunkten Erdbeobachtung und Satellitenkommunikation getan.

Trotzdem müssen wir den deutschen Beteiligungen in den Anwendungsprogrammen Erdbeobachtung, Kommunikation und Navigation für 2019 besondere Aufmerksamkeit widmen – vor allem angesichts des Zeichnungsverhaltens unserer wichtigsten Partner in der ESA wie zum Beispiel Großbritannien.

Bei den Trägerprogrammen konnten wir bereits im Vorfeld der Konferenz neue Weichen für die Ariane 6 stellen. In einem zähen Ringen mit den anderen Hauptakteuren dieses Programms konnte Deutschland seine Kerninteressen wahren. Angesichts der begrenzten Mittel bin ich zudem besonders froh über die Beschlüsse zu Zukunftsinvestitionen wie beispielsweise FLPP und ExPeRT, zwei Programme, in denen über den Tag hinaus Zukunftskonzepte studiert werden sollen. Soweit zur ESA. Unabhängig von diesem Engagement müssen wir unser nationales Programm finanziell weiterentwickeln. Hier bereiten wir uns auf internationale Projekte vor und hier wird Kommerzialisierung tatsächlich umgesetzt.

Ich freue mich auf Ihre Reaktionen und wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Ihr Gerd Gruppe

Dear reader,

Lucerne 2016, at first glance, was just another ESA Ministerial Council meeting following a series of similar events at The Hague in 2008 and Naples in 2012. If one considers the overall circumstances, however, it becomes clear that Lucerne, in many ways, was an unusual conference after all. Take the total subscriptions of over 20 billion euros. In view of the challenges besetting national budgets, an amount that size could hardly have been expected.

Germany and France remain the two strongest pillars of ESA, at almost equal subscription sums of nearly two billion euros each. By making a considerable contribution towards the ISS we have sent out a clear message that helped prepare the ground for member states to vote in favour of continuing its operation. Europe has thus shown itself as a reliable and active partner in international cooperation. Although one has to admit in all honesty that our announcement to stand by the ISS came at a rather late stage. In times like these when people often no longer think beyond their own national boundaries, the ISS constitutes a strong symbol of international partnership, cooperation and peace. Funding made available for the ISS is an optional contribution. As a result, we can now invest more than half a million euros into space application programmes that will benefit small and medium enterprises. We did the same for programmes focusing on Earth observation and satellite communications.

Nevertheless, in 2019 we must proceed with great care to ensure Germany's future participation in application programmes in Earth observation, communication and navigation, especially in view of the subscription activities of our most important ESA partners, such as the UK.

Concerning the launch vehicle programmes, negotiations to set the new course for Ariane 6 already happened in the run-up to the conference. In a series of tough negotiations with the other major players in this programme, Germany was able to hold on to its own key interests. Given that everyone's resources are limited, I am particularly pleased about the decisions regarding investments into preparatory developments, such as FLPP and ExPeRT, two programmes that are intended to study concepts for a more distant future. But enough said about ESA. Besides our engagement at the European level we also need to work on the financial status of our own national programme. After all, our own home turf is the place where we set ourselves up for international projects, and where the commercialisation of space will actually be implemented.

I look forward to your response and wish you an informative read.

Sincerely yours, Gerd Gruppe

Impressionen aus der Schweiz: DLR-Vorstand Dr. Gerd Gruppe hat während der ESA Ministerratskonferenz 2016 in Luzern dieses Bild vom Vierwaldstättersee aufgenommen.

Impressions from Switzerland: at ESA Ministerial Council in Lucerne 2016, Dr Gerd Gruppe, member of the DLR Executive Board, took this picture of the Lake Lucerne.



# Anwendungen stehen im Fokus

## Focusing on Applications

Interview mit Brigitte Zypries, Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Interview with Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary of State at the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy

**Am 1. und 2. Dezember 2016 trafen sich die für Raumfahrt zuständigen Minister und Staatssekretäre der 22 Mitgliedsstaaten der europäischen Weltraumorganisation ESA sowie der assoziierten Mitglieder Kanada und Slowenien in Luzern (Schweiz), um die Weichen für gemeinsame Raumfahrtprojekte der nächsten Jahre zu stellen. Die Bundesregierung wurde durch die Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesminister für Wirtschaft und Energie (BMWi), Brigitte Zypries, vertreten. Unterstützt wurde Brigitte Zypries, zugleich auch Koordinatorin der Bundesregierung für die deutsche Luft- und Raumfahrt, von der DLR-Vorstandsvorsitzenden Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund und Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand für das Raumfahrtmanagement.**

**Wie haben Sie die ESA-Ministerratskonferenz in Luzern erlebt? Was waren die besonderen Herausforderungen aus Ihrer Sicht, auch im Vergleich zu Luxemburg vor zwei Jahren?**

Zypries: Es gab diesmal nicht nur ein oder zwei dezidierte Themen wie in Luxemburg 2014, wo es vor allem um die Entscheidung zur Ariane 6 ging. In Luzern haben wir eine ganze Palette von Programmen verhandelt, von Erdbeobachtung über Telekommunikation bis hin zur Erkundung des Mars. Der Fokus lag deutlich stärker auf den Anwendungs- und weniger auf den Infrastrukturprogrammen. Diese Anwendungsprogramme sind für uns sehr wichtig, denn unser Ziel ist es, neue Märkte für die



Mittelbach/DLR

**On December 1 and 2, 2016, ministers in charge of space affairs from 22 member states of the European Space Agency ESA and from its associated countries, Canada and Slovenia, met at Lucerne (Switzerland) to set the course for joint space projects in the years ahead. The German government was represented by Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary of State at the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi). Brigitte Zypries, who is also the Federal Government's aerospace coordinator, was joined by the Chair of the DLR Executive Board, Professor Dr Pascale Ehrenfreund, and by Dr Gerd Gruppe, DLR Director for Space Administration.**

**How did you experience ESA'S Ministerial Council at Lucerne? In your view, what were the specific challenges, also in comparison with the Luxembourg conference two years ago?**

Zypries: Unlike the 2014 meeting in Luxembourg, which predominantly revolved around the decision to continue with Ariane 6, this time the conference was not focused just on one or two major items. At Lucerne, we negotiated about a long list of programmes, ranging from Earth observation to telecommunications to the exploration of Planet Mars. Also, the focus this time was more on applications and less on infrastructure programmes. To us, the application side of things is crucial since we aim to open up new markets for space technology and to invest into space applications that enable new business models and serve



Convalja/ESA



Convalja/ESA

**Bild links von links nach rechts: Die Spitzen der deutschen Delegation: Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, DLR-Vorstandsvorsitzende und Delegationsleiterin auf Ratsebene (Head of Delegation), Brigitte Zypries, Parlamentarische Staatssekretärin im BMWi und Delegationsleiterin auf Ministerienebene, Dr. Gerd Kraft, ESA-Programmdirektor beim DLR Raumfahrtmanagement. Bild rechts von links nach rechts: Brigitte Zypries, DLR-Vorstand Dr. Gerd Gruppe und ESA-Generaldirektor Prof. Dr. Jan Wörner diskutierten kurz vor Ende der Konferenz die letzten Zahlen.**

**Left picture from left: the leaders of the German delegation: Professor Dr Pascale Ehrenfreund, Chair of the DLR Executive Board and head of the delegation at council level, Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary at the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) and head of the delegation at ministerial level, and Dr Gerd Kraft, DLR Space Administration's Director of ESA Space Programmes. Right picture from left: until shortly before the end of the Ministerial Council, Brigitte Zypries, member of the DLR Executive Board Dr Gerd Gruppe, and ESA Director General Professor Dr Jan Wörner had a discussion about the latest results**

Raumfahrt zu erschließen und in Raumfahrtanwendungen zu investieren, die neue private Geschäftsmodelle ermöglichen und den Menschen auf der Erde nutzen. Raumfahrt muss noch stärker Teil unserer Gesellschaft und Motor für die Wirtschaft sein. Bei der Erdbeobachtung wollen wir unsere Spitzenstellung weiter ausbauen.

**Unter dem Stichwort „Space 4.0“ möchte die ESA den privaten und den öffentlichen Raumfahrtsektor neu definieren und für neue Geschäftsmodelle und Player öffnen – analog zur „Industrie 4.0“. Was halten Sie von diesem Ansatz und welche Rolle sollte Deutschland hier haben?**

Zypries: Die Raumfahrtmärkte und -akteure befinden sich derzeit ganz klar in einer Umbruchphase. Private Initiativen werden von risikofreudigen Investoren mit innovativen kommerziellen Konzepten, teils aus anderen Technologiefeldern, unterstützt. Das verändert die Raumfahrtlandschaft. In den USA werden private Investitionen in die Raumfahrt oft durch eine hohe institutionelle Nachfrage gestützt und abgesichert. Das ist auf Europa so nicht 1:1 übertragbar, aber natürlich müssen wir diese Entwicklung in den USA sehr genau verfolgen.

Die Raumfahrtindustrie in Deutschland und Europa ist sehr gut aufgestellt und besitzt exzellentes technologisches Wissen, verbunden mit etablierten Raumfahrtstandorten und innovativem Unternehmergeist. Unter dem Stichwort „Space 4.0“ gibt es auch in Deutschland bereits zahlreiche junge Unternehmen. Sie fördern wir bei der Gründung und mit unseren Startup Nights, bei denen sie die etablierte Industrie treffen.

**„Raumfahrt zum Nutzen der Menschen auf der Erde“ lautet ein Kernsatz der deutschen Raumfahrtstrategie. Wie hat die deutsche Prioritätensetzung bei der MK diese Maxime widerspiegelt?**

Zypries: Mit der umfassenden Zeichnung der Beschlüsse der ESA-Ministerratskonferenz – insgesamt knapp zwei Milliarden

the people on the ground. Space activities must become an even stronger part of our society and a powerhouse of our economy. In Earth observation, we want to continue strengthening our leading position.

**Under the heading 'Space 4.0', ESA intends to re-define the private and public space sectors and open up for new business models and new players, very much as in 'Industry 4.0'. What is your view about this approach, and what role should Germany play in it?**

Zypries: Clearly, the space markets and the players on those markets are in a state of change. Private ventures receive funding from risk-friendly investors based on innovative commercial concepts, some of them inspired by other fields of technology. These come as game changers. In the USA, private investment into space is often backed up and safeguarded by a high institutional demand. We cannot fully replicate that approach in Europe, but we should obviously watch developments in the USA very closely.

The space industry both in Germany and in Europe is in a very good position and possesses an excellent body of technological knowledge combined with a number of well-established space centres and an overall spirit of entrepreneurial innovation. Inspired by 'Space 4.0', many young firms have sprung up in Germany, as they have elsewhere. We support them in their efforts to set up their businesses by hosting our regular Startup Nights where they can meet with representatives of the established industry.

**'Space serving people on Earth' is a key maxim of the German space strategy. How was this reflected in the way Germany set its priorities at the Ministerial Conference?**

Zypries: By making substantial financial commitments to support the decisions taken at the ESA Ministerial Council meeting – nearly two billion euros – Germany has shown a high readiness



Mittelbach/DLR

**Viel zu verhandeln: In Luzern hat eine 38-köpfige deutsche Delegation die Verhandlungsführerin der deutschen Bundesregierung, Brigitte Zypries, unterstützt. Dr. Gerd Kraft (rechts) war im Verhandlungsraum immer mit dabei.**

**A big agenda to work through: during negotiations, the representative of the German government, Brigitte Zypries, was backed up by a 38-strong German delegation. Always present at the negotiating table was Dr Gerd Kraft (right).**





Euro – hat Deutschland seine hohe Investitionsbereitschaft für Raumfahrtvorhaben dokumentiert. Wir engagieren uns künftig noch stärker bei innovativen Entwicklungen und Anwendungen. Besonders unser Einsatz bei den Anwendungsprogrammen führt zu konkretem Nutzen für die Menschen. Satellitengestützte Erdbeobachtung etwa ist die Grundlage für verbesserten Klimaschutz. Zudem entstehen durch die Verwendung von Satellitendaten neue Geschäftsmodelle für deutsche Unternehmen. Damit können unsere Unternehmen neue Märkte erschließen und die Kommerzialisierung der Raumfahrt vorantreiben.

#### Sind Sie mit den Ergebnissen der Konferenz aus deutscher Sicht zufrieden und welche Rolle hat die intensive Vorbereitung durch das DLR Raumfahrtmanagement gespielt?

Zyprios: Wir haben ein sehr gutes Ergebnis sowohl für die mittelständische Raumfahrtindustrie als auch für die großen Raumfahrtunternehmen erzielt. Mit dem DLR Raumfahrtmanagement haben wir im Vorfeld und während der Konferenz sehr eng und vertrauensvoll zusammengearbeitet und gemeinsame gute Entscheidungen herbeigeführt. Und wie gesagt, ich bin mit den Ergebnissen sehr zufrieden. Besonders kleine und mittlere Unternehmen profitieren von der erhöhten Beteiligung an den Technologieprogrammen.

Konkret hat Deutschland 266,3\* Millionen Euro für die Erdbeobachtungsprogramme gezeichnet. Damit wird die starke Position Deutschlands in diesem Bereich gesichert. Mit 149,7\* Millionen Euro für die Telekommunikation investiert Deutschland in einen zukunftsträchtigen Bereich – zum Beispiel bei der Weiterentwicklung der Laserkommunikation. 62,8\* Millionen Euro fließen in Technologieprogramme, rund 503\*\* Millionen Euro in die

to invest into space projects. In the future, we intend to engage even more deeply in innovative developments and applications. Our commitment to application programmes leads to tangible benefits for the people. Satellite-borne Earth observation forms the basis of a better protection of our climate. Moreover, the use of satellite data also opens up new business models for German businesses, enabling our firms to open up new markets for themselves and promote the commercialisation of spaceflight.

#### Speaking from a German perspective, are you satisfied with the results of the conference, and how important was DLR's intensive preparatory work in its run-up?

Zyprios: The results we have achieved are very good both for the small and medium space-tech firms as well as for the major players. A very close and trusting cooperation with the DLR Space Administration both before and during the conference has enabled us to reach good joint decisions. And as I said earlier, I am very satisfied with the outcome. Especially small and medium-sized companies stand to benefit from our increased share in the technology programmes.

To be more specific, Germany's total subscription to various Earth observation programmes amounts to 266.3\* million euros. This will help secure Germany's strong position in that segment. We are also going to invest 149.7\* million euros into telecommunications, a sector of great future potential, which includes areas like the development of laser communication technology. 62.8\* million euros will go into technology programmes, and about 503\*\* million euros into the exploration of our universe. We also agreed to pay an additional 28.9\* million euros towards the ExoMars mission. ExoMars will thus be able to carry on. This

Vorne, von links/front, from left: Karin Röding (Schweden/Sweden), Lars Jacob Hiim (Norwegen/Norway), Stefania Giannini (Italien/Italy), Thierry Mandon (Frankreich/France), Mauro Dell'Ambrogio (Schweiz/Switzerland), Jan Woerner (ESA-Generaldirektor/ESA Director General), Luis de Guindos (Spanien/Spain), Etienne Schneider (Luxemburg/Luxembourg), Brigitte Zyprios (Deutschland/Germany), Manuel Heitor (Portugal), Jo Johnson (Vereinigtes Königreich/United Kingdom), Elke Sleurs (Belgien/Belgium), John Halligan (Irland/Ireland), Bo Andersen (Stellvertretender Vorsitzender des ESA-Rats/Co-Chair of the ESA Council)  
Hinten, von links/back, from left: Ales Cantarutti (Slowenien/Slovenia), Viljar Lubi (Estland/Estonia), Kamil Rudolecký (Tschechische Republik/Czech Republic), Jadwiga Emilewicz (Polen/Poland), Károly Balázs Solymár (Ungarn/Hungary), Ioan Ursu (Rumänien/Romania), Petri Peltonen (Finnland/Finland), Jasper Wesseling (Niederlande/The Netherlands), Klaus Pseiner (Österreich/Austria), Hans Müller Pedersen (Dänemark/Denmark), Pinelopi Spilioti (Griechenland/Greece), Sylvain Laporte (Kanada/Canada)



Auch BMWi-Vertreter sind nach Luzern gereist, um vor Ort bei den Verhandlungen zur Zukunft der europäischen Raumfahrt mit dabei zu sein. Im Bild von links: Dr. Karl-Friedrich Nagel, Jörg Hachmeyer, Harry Stahl (alle drei Referat IV D 5 – Grundsatzfragen der Raumfahrt, ESA) und Brigitte Zyprios.

Representatives from the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) went to Lucerne to be in attendance during negotiations concerning the future of Europe's space activities. In the picture, from left to right: Dr Karl-Friedrich Nagel, Jörg Hachmeyer, Harry Stahl (all three of them from Department IV D 5 – General Issues of Astronautics, ESA), and Brigitte Zyprios.

Wissenschaft zur Erforschung unseres Universums. Wir beteiligen uns zudem mit zusätzlich rund 28,9\* Millionen Euro weiter an der ExoMars-Mission. ExoMars wird damit fortgesetzt. Das ist eine gute Nachricht, denn auch hier liefert die deutsche Industrie anspruchsvolle Beiträge. So wird beispielsweise der Transporter, der die Sonde zum Mars transportiert, ebenso in Deutschland entwickelt wie das wichtigste Forschungsinstrument, mit dem nach Lebensspuren auf dem Mars gesucht wird.

Beim Thema ISS werden wir uns gemeinsam mit unseren europäischen Partnern weiterhin am Betrieb der Internationalen Raumstation ISS beteiligen. Das Bundeskabinett hatte dazu bereits vor der ESA-Ministerratskonferenz die notwendigen Beschlüsse getroffen und den Weg freigemacht. Die Raumstation bietet hervorragende Möglichkeiten, Forschung unter Welt-raumbedingungen zu betreiben. Auch die Industrie profitiert von den Ergebnissen – ganz konkret etwa bei der Materialforschung. Wir haben daher für den Betrieb der Raumstation bis 2019 325,6\* Millionen Euro gezeichnet und für die Forschung auf der ISS 81,5\* Millionen Euro. Und das bedeutet natürlich auch: Wir freuen uns auf Alexander Gerst 2018 im All.

is good news, because German manufacturers are delivering some high-level technology input. The spacecraft that will carry the probe to Mars is to be developed in Germany, as is the most important scientific instrument that will be used to detect traces of life on Mars.

Concerning the International Space Station ISS, we will continue to pay towards the operational costs of the ISS together with our European partners. The Federal Cabinet had already taken all the necessary decisions well ahead of the ESA Ministerial Council conference, so that the path was clear. The space station offers excellent opportunities to conduct scientific research under the conditions of outer space. Industry, too, will benefit from the results – specifically in areas like materials research. We have therefore committed a contribution of 325.6\* million euros until 2019 for the operation of the space station, and another 81.5\* million for research conducted there. And obviously we are looking forward to seeing Alexander Gerst in space again in 2018.

\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016 – except Technology and Prodex/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016  
\*\* Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2

## Council Meeting at Ministerial Level

Lucerne, 1-2 December 2016

esa  
Council Meeting  
at Ministerial Level  
Lucerne, 1-2 December 2016

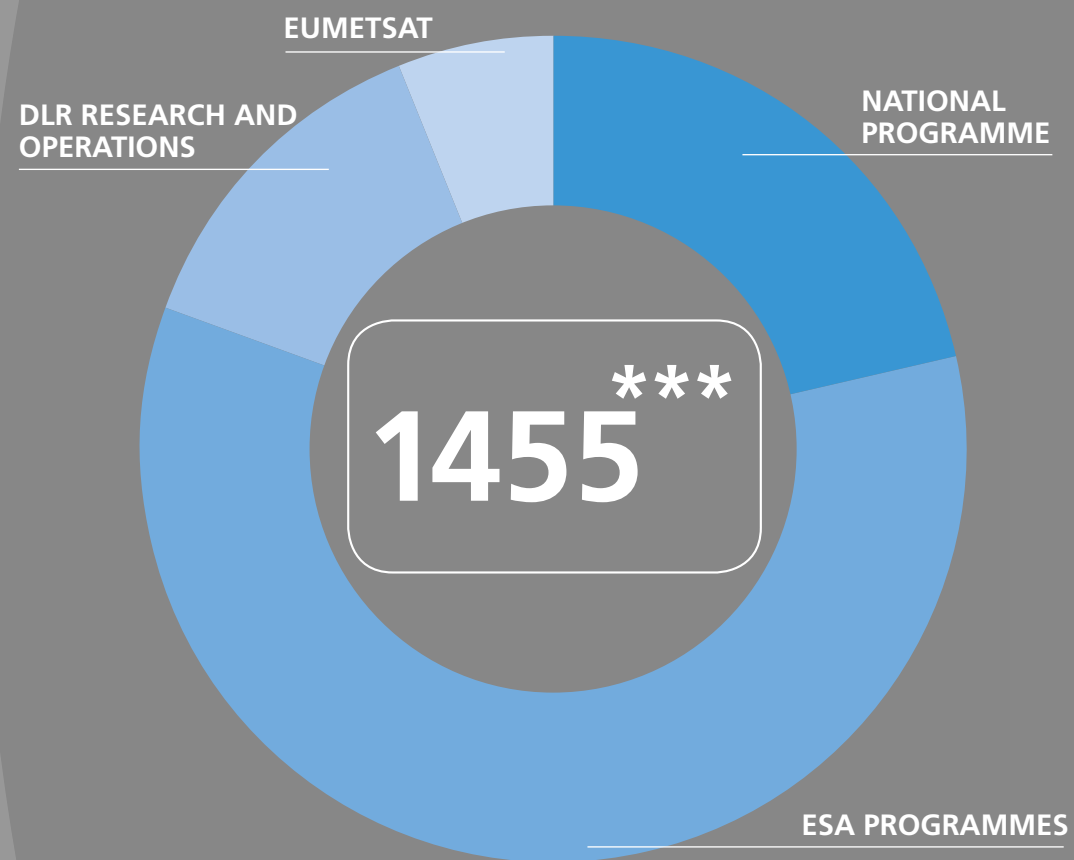


esa  
Council Meeting  
at Ministerial Level  
Lucerne, 1-2 December 2016



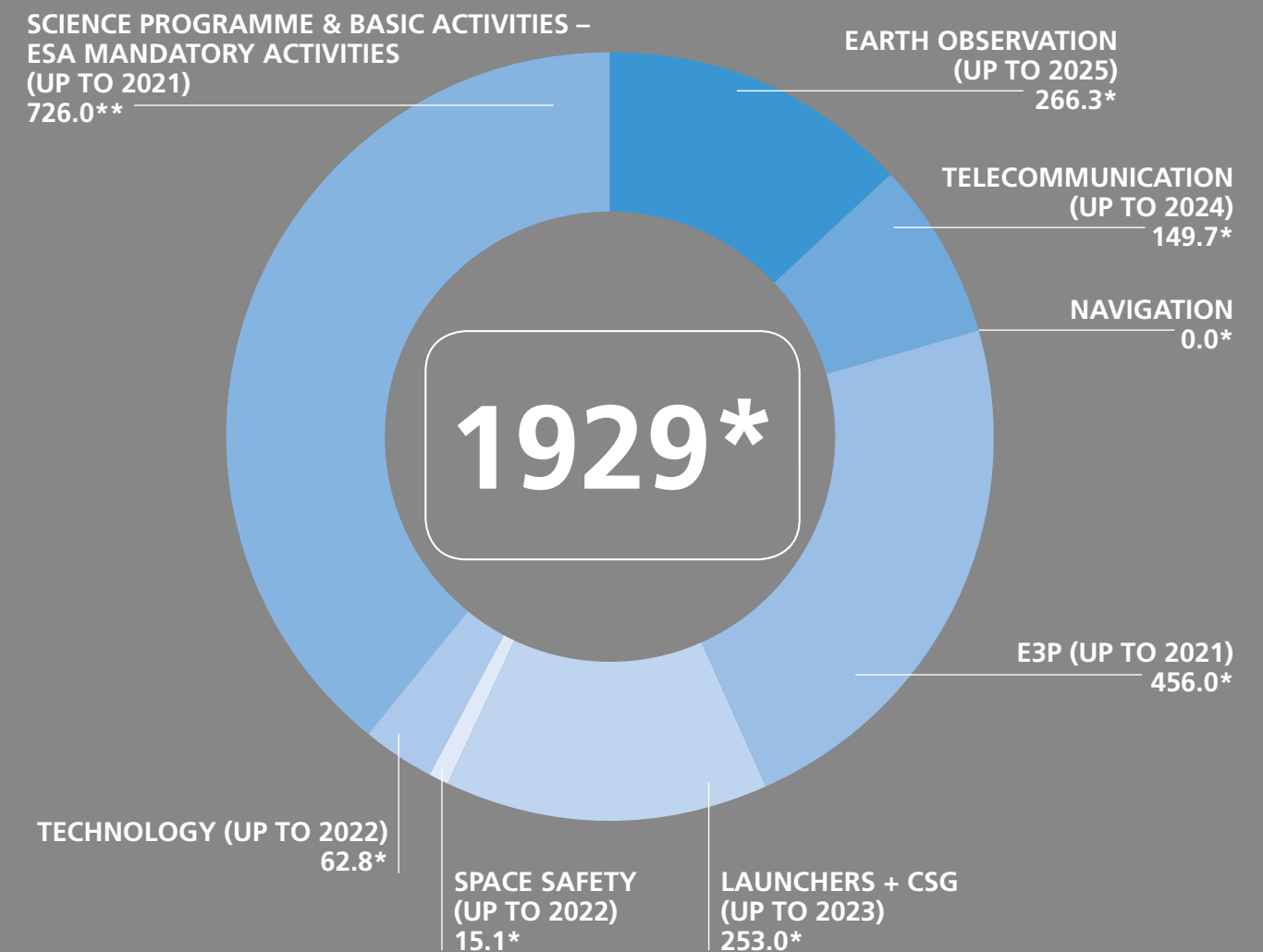
## Deutschlands Investitionen in die Raumfahrt im Jahr 2017

Germany's investment in the space sector in 2017



## Deutschlands Zeichnungen 2016 in den einzelnen Programmbereichen

Germany's subscriptions 2016 in the ESA programme families



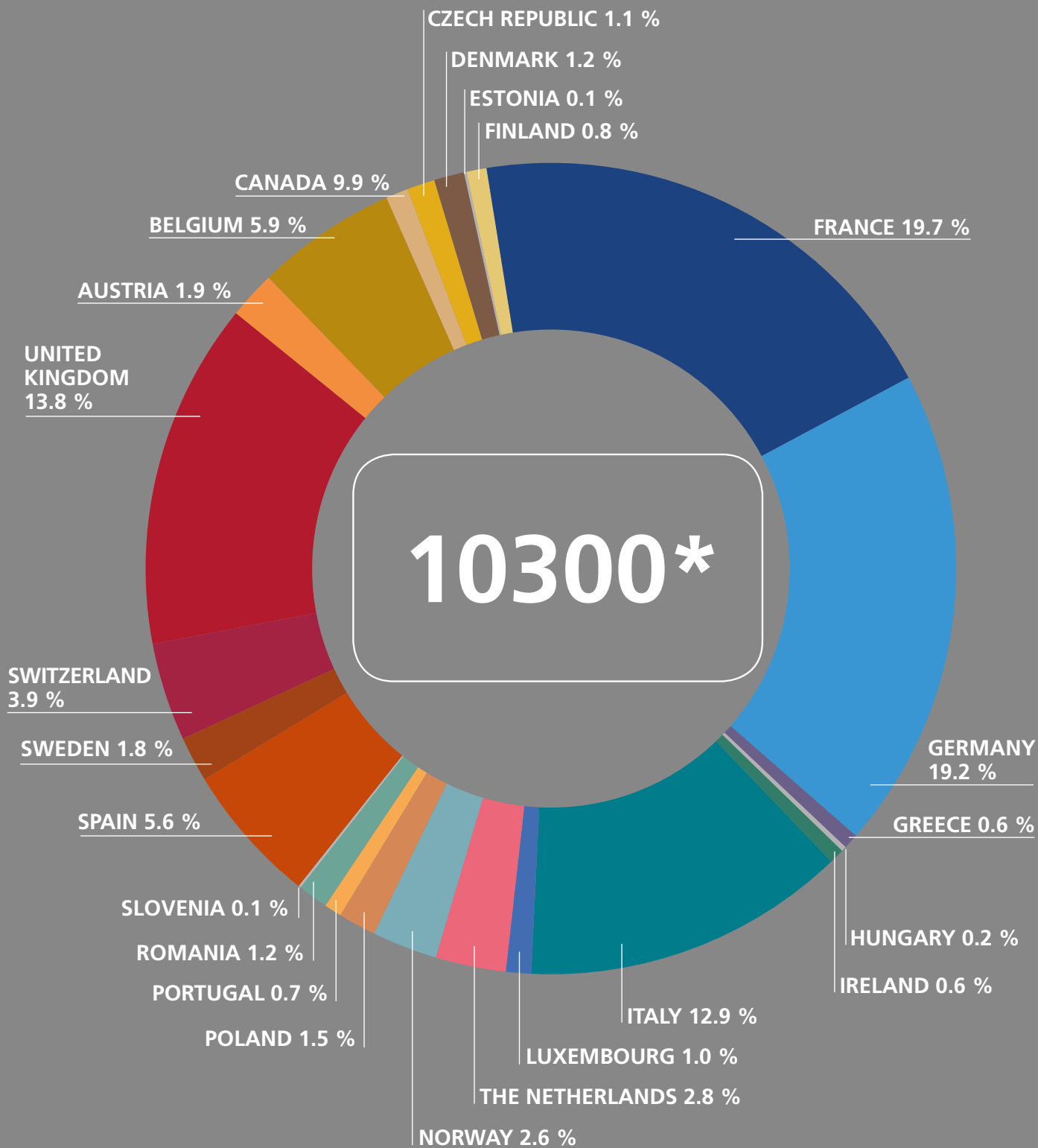
\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016 – except Technology and Prodex/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016  
 \*\* Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2  
 \*\*\* Million euros/DLR Space Administration

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
 To read this infographics, please open the caption on page 79



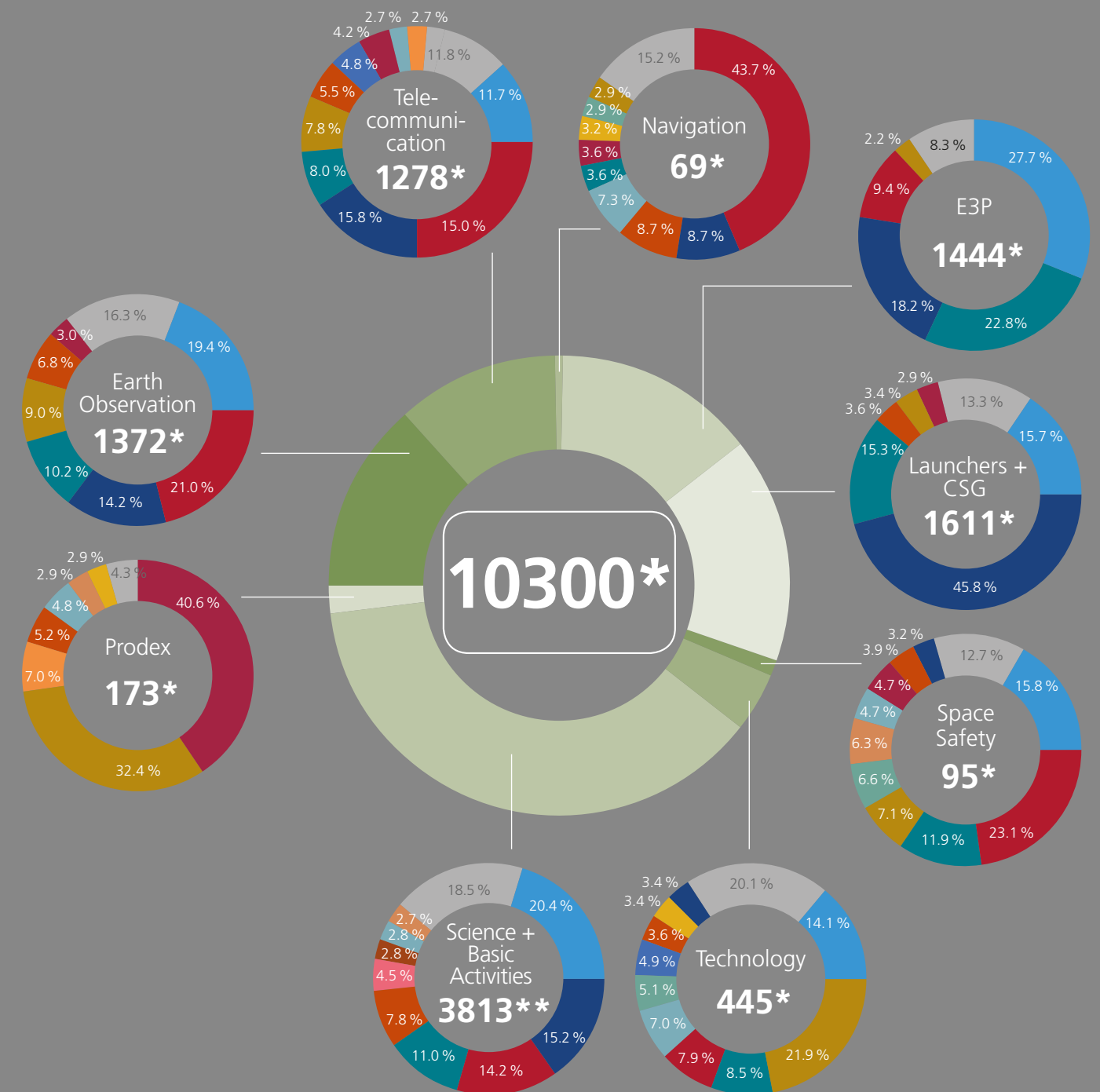
# Zeichnungen der Mitgliedsstaaten 2016

## Subscriptions of the member states 2016



# Verteilung der Zeichnungen 2016 auf die einzelnen Programmbereiche

## Disposition of the subscriptions 2016 according to the single programme families



Achtung: Die genannte Gesamtzeichnungssumme beinhaltet kostenneutrale Mittelverschiebungen aus bereits laufenden Programmen. Bei diesen Zeichnungen handelt es sich somit nicht um neu zur Verfügung gestellte Mittel. Der Nachvollziehbarkeit halber wurde in dieser COUNTDOWN-Ausgabe die von der ESA bereits kommunizierte Gesamtzeichnungssumme übernommen. Die kostenneutralen Mittelverschiebungen wurden daher bei den Berechnungen der einzelnen Programmbereiche nicht weiter beachtet.

Please note: The sums specified above include neutral transfers of contributions from ongoing programmes. These contributions are thus no newly added funds. For traceability sake this COUNTDOWN edition uses the total sum already communicated by ESA. The neutral transfers were not taken into account for the calculation of the different programme areas.

\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016 – except Technology and Prodex/ ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016

\*\* Million euros/covered costs/current economic conditions/Science & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
To read this infographics, please open the caption on page 79

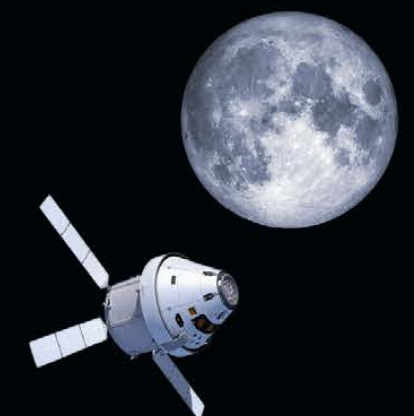
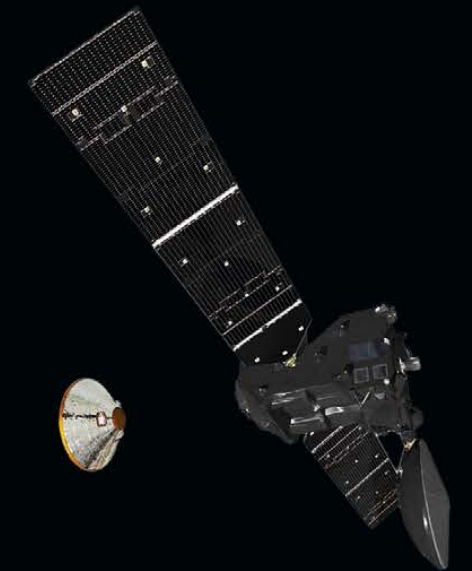
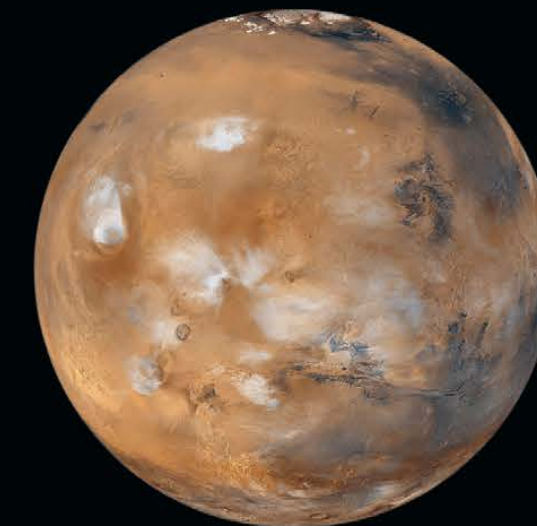
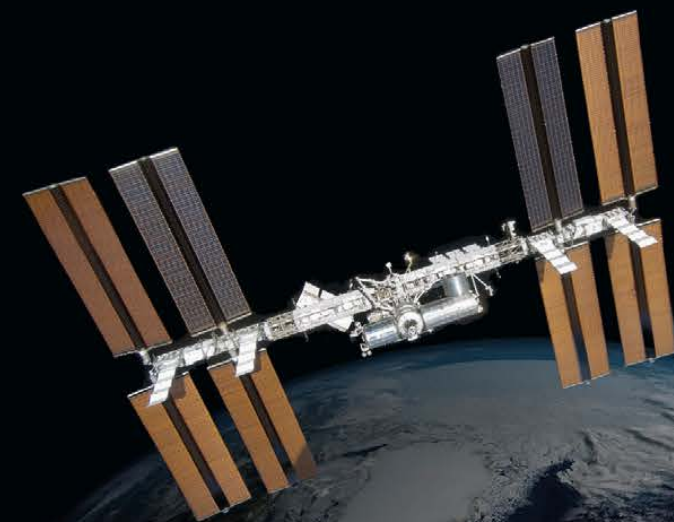


# Deutschland steht zur Internationalen Raumstation

Von den deutschen ESA-Delegierten Dr. Oliver Angerer, Dr. Markus Braun, Heinz-Josef Kaaf, Dr. Jürgen Schlutz sowie Dr. Thomas Driebe, Dr. Peter Graef, Freya Scheffler-Kayser und Dr. Katrin Stang

# Germany committed to International Space Station

By German ESA delegates Dr Oliver Angerer, Dr Markus Braun, Heinz-Josef Kaaf, Dr Jürgen Schlutz as well as Dr Thomas Driebe, Dr Peter Graef, Freya Scheffler-Kayser and Dr Katrin Stang



Der niedrige Erdorbit, Mond und Mars wurden als „Reiseziele“ der europäischen Raumfahrt auserkoren. Alle robotischen und astronautischen Aktivitäten werden an diesem „Flugplan“ ausgerichtet, der nun in dem „European Exploration Envelope Programme“ (E3P) zusammengefasst wurde. E3P führt die bisherigen Einzelvorhaben fort und setzt in der europäischen Exploration neue Akzente. Es bündelt das europäische Wissenschafts- und Technologieprogramm zur Nutzung des erdnahen Orbits für Weltraumforschung mit der Erkundung von Mond und Mars.

Destinations chosen for future European space activities are the Low-Earth Orbit, the Moon and Mars. All robotic and manned missions will be aligned with this 'flight schedule', which has now been cast into a single programme, the European Exploration Envelope Programme (E3P). E3P continues with earlier stand-alone projects and sets new highlights in Europe's exploration activities. It combines the European science and technology programme of low-Earth orbit based space research with the exploration of the Moon and Mars.

+++ ISS Continuation +++ signed 02/12/2016 +++ 13:11 CET +++ SciSpacE +++ signed 02/12/2016 +++ 13:12 CET +++ ExoMars +++ signed 02/12/2016 +++ 13:13 CET +++ ExPeRT, Luna Resource +++ signed 02/12/2016 +++ 13:14 CET +++



**E3P – neuer „Flugplan“ für Exploration und Forschung**

Wo geht künftig die Reise für die europäische Raumfahrt hin? Um diese Frage zu klären, wurde bereits auf der Ministerratskonferenz im Jahr 2014 eine Resolution zur ESA-Explorationsstrategie von allen Mitgliedsstaaten verabschiedet und der niedrige Erdborbit, Mond und Mars als „Reiseziele“ auserkoren. Alle robotischen und astronautischen Aktivitäten zur Exploration werden an diesem „Flugplan“ ausgerichtet, der nun in dem „European Exploration Envelope Programme“ (E3P) zusammengefasst wurde. Dieses Rahmenprogramm führt die bisherigen Einzelvorhaben fort und setzt in der europäischen Exploration neue Akzente. E3P bündelt das europäische Wissenschafts- und Technologieprogramm zur Nutzung des erdnahen Orbits für Weltraumforschung mit der Erkundung von Mond und Mars.

Wichtige Forschungsplattform zur Lösung von Zukunftsaufgaben wie gesundes Leben auch im Alter, Energie, ressourcenschonende Kreisläufe sowie zur Entwicklung innovativer Schlüsseltechnologien und für die Grundlagenforschung bleibt die Internationale Raumstation ISS. Das zugehörige Forschungsprogramm SciSpacE löst das bisherige ELIPS ab. Verlassen wir den erdnahen Orbit, werden im Bereich Exploration die Reiseziele Mond und Mars angefliegen: Die Mission ExoMars wird weiter den Roten Planeten erforschen, während Studien im Projekt Lunar Resource Lander unseren Erdtrabanten ins Visier nehmen. Das neue Programm ExPeRT fördert zukünftige Explorationstechnologien und untersucht Szenarien für mögliche Folgemissionen zu Mond und Mars. Ferner sollen industrielle Partnerschaften unterstützt werden.

„Das Rahmenprogramm zur Exploration ist das Ergebnis langwieriger Verhandlungen. Der Erfolg liegt darin, dass ein Konsens der Teilnehmerstaaten noch in letzter Minute gefunden werden konnte – mit einer tragfähigen Balance der Finanzmittel. Wir bleiben in der ISS-Partnerschaft mit europäischen Astronautenflügen und einem wissenschaftlichen Nutzungsprogramm, können die robotische Forschungsmission ExoMars 2020 realisieren und dabei die Zukunft mit Missionsstudien und Technologieentwicklungen gestalten. Wegen der sehr unterschiedlichen Interessenlagen unserer Partner hatte ich vor der Abreise nach Luzern mit diesem Ergebnis nicht gerechnet.“

**Heinz-Josef Kaaf, deutscher ESA-Delegierter für das E3P-Programm**

„The Exploration Envelope Programme is the outcome of a long series of negotiations. The good thing about it is that, literally at the last minute, the participating states could bring about consensus – based on a sound, well-balanced funding regime. We will stay involved in the ISS partnership, with European astronaut missions and a scientific exploitation programme. We will be able to implement the robotic ExoMars 2020 mission, and at the same time set the scene for the future by preparing mission studies and technology developments. Before Lucerne, I was not at all sure if these results would be achieved.“

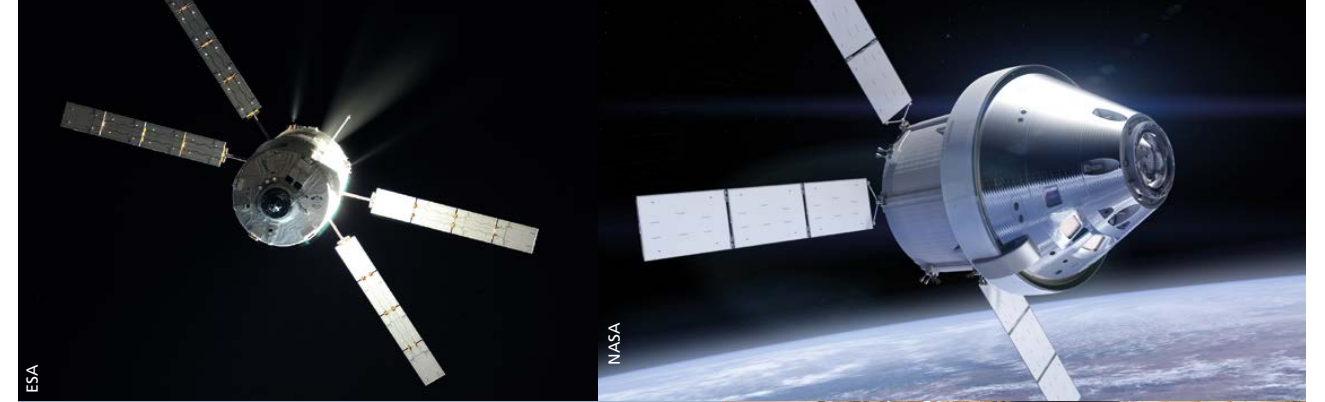
**Heinz-Josef Kaaf, German ESA delegate in charge of the E3P programme**

**E3P – new ‘flight schedule’ for research and exploration**

Where will Europe's future space exploration journey be heading? To answer this question, ESA member states adopted a resolution on exploration strategy at the 2014 conference of the Ministerial Council, in which the low-Earth orbit, the Moon and Mars were selected as ‘destinations’. All exploration-related activities in robotics and astronautics were brought into line with this ‘flight schedule’, which has now been consolidated in the European Exploration Envelope Programme (E3P). Continuing all existing stand-alone projects, this envelope programme sets new highlights in European exploration. E3P amalgamates the exploration of the Moon and Mars with the European science and technology programme for utilising the low-Earth orbit for purposes of space research.

The International Space Station ISS will continue to act as an important research platform for solving problems of the future, such as health in old age and energy and resource-conservative cycles as well as for developing innovative enabling technologies and fundamental research. The associated research programme SciSpacE will replace the current ELIPS programme. Leaving the low-Earth orbit behind, the next destinations for exploration will be the Moon and Mars: the ExoMars mission will go on exploring the red planet while the

Lunar Resource Lander will target the companion of our Earth, with Germany participating. The new ExPeRT programme promotes future exploration technologies and studies for possible follow-up missions to the Moon and Mars. Another objective is to support industrial partnerships.



Fünf Raumtransporter (Automated Transfer Vehicles ATV, I) sind Teil des europäischen Beitrags zum ISS-Betriebsprogramm und haben die Raumstation mit Gütern versorgt. Laut einer amerikanisch-europäischen Vereinbarung werden nach dem fünften Flug die restlichen Betriebskosten durch das Post-ATV-5-Barter-Element erbracht. Dies geschieht nun durch den Bau des Europäischen Service Moduls (ESM) für die US-Mannschaftskapsel „Orion“, die auf Reisen jenseits des Orbits geschickt werden soll.

Five Automated Transfer Vehicles (ATV) are part of the European contribution to the ISS operational programme. They delivered supplies to the space station. According to a US-European agreement, the remaining part of Europe's share in the operating costs after the fifth flight is to be paid in the form of a ‘post-ATV-5 barter element’. This will be the construction of the European Service Module (ESM) for the American ‘Orion’, which is to go on exploration missions beyond the low-Earth orbit.

**ISS – weiterhin der Außenposten im Erdborbit**

Die Internationale Raumstation ISS ist eines der größten technisch-wissenschaftlichen Projekte der Menschheit – ein täglich sichtbares Zeugnis für die gemeinschaftliche Leistungsfähigkeit der beteiligten Partner USA, Russland, Japan, Kanada und dreizehn ESA-Mitgliedsstaaten. Nach dem Start des ersten russischen Moduls im Jahr 1998 wurde die Aufbauphase 2011 mit dem letzten Flug des US-amerikanischen Space Shuttles abgeschlossen. Seit dem Jahr 2000 leben und arbeiten ständig Raumfahrer verschiedener Nationen gemeinsam im All. Die Besatzung der Raumstation wurde von drei auf sechs Astronauten erhöht, die für jeweils 180 Tage im Einsatz sind. Nach der Fertigstellung der ISS gilt es nun, den maximalen Nutzen aus den bisherigen Investitionen zu ziehen.

Am Betrieb der ISS sind die europäischen Teilnehmer finanziell mit 8,3 Prozent beteiligt. Davon ist Deutschland mit knapp 40 Prozent der stärkste europäische Beitragszahler, zieht aber auch durch eine breit aufgestellte Forschungslandschaft den größten Nutzen aus den Experimentiermöglichkeiten. Die Bundesrepublik gehört hier zur Weltspitze, was sich unter anderem in hohen

**The ISS – still the Earth's outpost in orbit**

The International Space Station is one of mankind's biggest technical and scientific projects, bearing witness every day to the combined potential of the participating partners, the USA, Russia, Japan, Canada, and thirteen ESA member states. After the launch of the first Russian module in 1998, the construction phase ended in 2011 with the last flight of the American space shuttle. Astronauts from various nations have been living and working together in space ever since the year 2000. The crew of the space station was increased from three to six astronauts, each of whom remains in space for about 180 days. Now that the ISS has been completed, it is our turn to draw the maximum possible benefit from past investments.

The European participants in the ISS bear 8.3 per cent of its operating costs. Paying almost 40 per cent of that share, Germany is the most powerful European contributor, at the same time drawing the biggest benefit from the station's experimenting options thanks to its far-flung research landscape. In this respect, the Federal Republic is one of the world's leading nations, as shown by, among other things, the country's high



Die Internationale Raumstation ISS ist der Außenposten der Menschheit im All und gleichzeitig das größte Technologieprojekt aller Zeiten – ein täglich sichtbares Zeugnis für die gemeinschaftliche Leistungsfähigkeit der beteiligten Partner USA, Russland, Japan, Kanada und dreizehn ESA-Mitgliedsstaaten.

The International Space Station ISS is mankind's outpost in space as well as the biggest technology project of all time – bearing witness every day to the combined potential of the participating partners, the USA, Russia, Japan, Canada, and thirteen ESA member states.

**Herausforderungen in der europäischen Abstimmung**

Bei der Ministerratskonferenz 2016 standen mit der Zustimmung zum E3P-Rahmenprogramm auch die Entscheidungen zu seinen einzelnen Elementen an:

- Erster Finanzierungsabschnitt des verlängerten ISS-Betriebsprogramms bis 2024,
- Fortsetzung des ESA-Nutzungsprogramms SciSpacE als Nachfolger zu ELIPS4,
- Fortsetzung der Kooperation mit Roskosmos zur Durchführung der ExoMars-Mission 2020,
- Fortsetzung der Kooperation mit Roskosmos zur Beteiligung am Lunar Resource Lander (auch „Luna 27“ genannt),
- Technologievorbereitungen und Missionsstudien für die robotische Exploration von Mond, Mars und den Mars-Monden und
- Pilotphasen für privat-öffentliche Partnerschaften für ISS und robotische Exploration.

**Challenges in European agreements**

Items on the agenda of the 2016 meeting of the Ministerial Council included not only the adoption of the E3P envelope programme but also decisions regarding its individual elements:

- First funding phase of the extended ISS operations programme until 2024,
- Continuation of ESA's SciSpacE exploitation programme succeeding ELIPS4,
- Continuation of the co-operation with Roscosmos on carrying out the ExoMars mission in 2020,
- Continuation of the co-operation with Roscosmos on participation in the Lunar Resource Lander (also called ‘Luna 27’),
- Technology preparations and mission studies for the robotic exploration of the Moon, Mars, and the moons of Mars, and
- Pilot phases for public-private partnerships on the ISS and robotic exploration.





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 2014 um 12.30 Uhr MEZ war es für den deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst soweit: Er verließ die ISS für Reparaturarbeiten und schwebte in den Weltraum hinaus.

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, the European Astronaut of German nationality Alexander Gerst has left the ISS at least once during his stay – one of the highlights of his mission.

Erfolgsraten bei der Auswahl internationaler ISS-Experimente sowie an der hohen Zahl und Qualität der wissenschaftlichen Veröffentlichungen messen lässt. Auch das Know-how der deutschen Raumfahrtindustrie ist über die ISS-Beiträge unter anderem mit dem Columbus-Labor, dem ATV-Raumtransporter (Automated Transfer Vehicle) und dem Bau des Europäischen Service Moduls (ESM) für die US-Mannschaftskapsel „Orion“ spürbar gestiegen. Mit dem Columbus-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen, dem Nutzerunterstützungszentrum MUSC (Microgravity User Support Center) und dem Astronautentrainingszentrum EAC (European Astronaut Center) in Köln liegen zentrale europäische Betriebseinrichtungen mit langfristigen Erfahrungswerten und gewachsenem Know-how der Bodenmannschaften in Deutschland. Nach Thomas Reiter und Hans Schlegel verbrachte 2014 der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst 166 Tage auf der ISS und hat die Bevölkerung für die astronautische Raumfahrt begeistert.

#### Europas Beteiligung am Betrieb der Raumstation bis 2024 gesichert

In Luzern haben die ESA-Mitgliedsstaaten 1,44 Milliarden Euro für den Zeitraum 2017 bis 2019 für E3P gezeichnet. Der größte Anteil mit 807,6 Millionen Euro entfällt auf den Betrieb der Internationalen Raumstation. Europa möchte mit seiner weiteren Beteiligung an der ISS bis mindestens 2024 den maximalen Nutzen aus den bisherigen Investitionen ziehen. Deutschland setzte auf der Konferenz schon früh das klare Zeichen für Kontinuität der Raumstation mit der Zeichnungssumme von 325,6 Millionen Euro. Damit wird die deutsche Beteiligung am europä-

success rates in the selection of international ISS experiments as well as the high number and quality of its scientific publications. Then again, the know-how of the German space industry has been increased noticeably by contributions to the ISS, including the Columbus laboratory, the Automated Transfer Vehicle ATV and the construction of the European Service Module (ESM) for the US-American Multi Purpose Crew Vehicle 'Orion'. Germany is home to the Columbus Control Centre in Oberpfaffenhofen, the Microgravity User Support Centre (MUSC) and the European Astronaut Centre in Cologne, key European operational facilities boasting long-term experience and ground crews with a know-how that has grown over time. After Thomas Reiter and Hans Schlegel, the German ESA astronaut Alexander Gerst spent 166 days on the ISS in 2014, arousing enthusiasm for astronautics among the population.

#### Europe's participation in the exploitation of the space station secured until 2024

At Lucerne, the ESA member states subscribed 1.44 billion euros for the E3P period from 2017 to 2019. The biggest share of 807.6 million euros is earmarked for the operation of the International Space Station. By continuing its contribution to the ISS until at least 2024, Europe intends to derive the maximum benefit from its investments so far. Committing to a subscription of 325.6 million euros, Germany clearly signalled its support for the continuation of the space station early on in the conference. Germany continues its participation in Europe's ISS exploitation programme at the same level as before. After a series of tough negotiations, some of which also included other sub-pro-

ischen ISS-Betriebsprogramm in der bisherigen Höhe fortgesetzt. Nach harten Verhandlungen, auch in Verbindung mit anderen Programmbereichen, bestätigten auch Frankreich, Italien und Großbritannien ihre Beiträge in ausreichender Höhe. Geschlossen bestätigten alle ESA-Teilnehmerstaaten die Absicht, bis 2024 die erfolgreiche europäische Beteiligung an der ISS fortzusetzen.

Mit der Fortführung des Betriebsprogramms bis 2024 setzen die ESA-Mitgliedsstaaten ein Zeichen, die ISS als wichtige Plattform für den permanenten Aufenthalt von Astronauten, für innovative Forschung und die Entwicklung neuer Weltraumtechnologien zu erhalten. Dies schließt insbesondere die Betriebszentren und Unterstützungsleistungen in Deutschland mit ein. Außerdem werden mindestens drei europäische Astronauten zu weiteren ISS-Langzeitmissionen von jeweils einem halben Jahr aufbrechen. Einer von ihnen ist Alexander Gerst, der im Jahr 2018 zu seiner nächsten Mission starten soll. Hier wird er auch als erster Deutscher und zweiter Europäer nach dem Belgier Frank de Winne als Kommandant Verantwortung für die Crew übernehmen.

Als Ausgleich für die europäischen Anteile an den gemeinsamen Systembetriebskosten an die USA werden Eigenentwicklungen in Form von Sachleistungen – sogenannte Barterelemente – geleistet. So wird zurzeit von der europäischen Raumfahrtindustrie federführend durch Deutschland das European Service Module (ESM) für die neue amerikanische Orion-Raumkapsel entwickelt. Das ESM-1 soll im Jahr 2017 an die NASA ausgeliefert werden und 2018 als Teil von Orion unbemannt um den Mond fliegen. Ein zweites Modul soll dann 2021 den ersten bemannten Flug ermöglichen. Der Inhalt eines weiteren Barters muss noch abschließend bestimmt werden. Eine Option könnte ein europäisches Modul für das sogenannte Deep Space Habitat sein.

grammes as well, France, Italy and the United Kingdom followed suit and confirmed adequate contributions of their own. But all ESA member states unanimously confirmed their intention to continue the European participation in the ISS until 2024.

By continuing the exploitation programme until 2024, the ESA member states indicate their resolve to preserve the ISS as an important platform for a permanent crew of astronauts, for innovative research, and for the development of new space technologies. This specifically includes the operations control centres and support facilities in Germany. Moreover, at least three more European astronauts will set out for long-term mis-

„Die Erforschung des Weltraums ist bei der ESA in einem einzigen Programm zusammengefasst und zeigt damit einheitliches Handeln der Mitgliedsstaaten. Gemeinsam mit ihren Partnern wird die ESA ihre Arbeit auf der ISS bis 2024 fortsetzen und eine Reihe spannender Missionen durchführen. So soll zum Beispiel der ExoMars-Rover mit europäischem Antriebssystem den Roten Planeten erreichen und die NASA-Raumkapsel Orion soll bei ihrer ersten bemannten Mondlandung in der Mission „Luna Resource“ unter russischer Leitung europäische Technik auf der Mondoberfläche platzieren.“

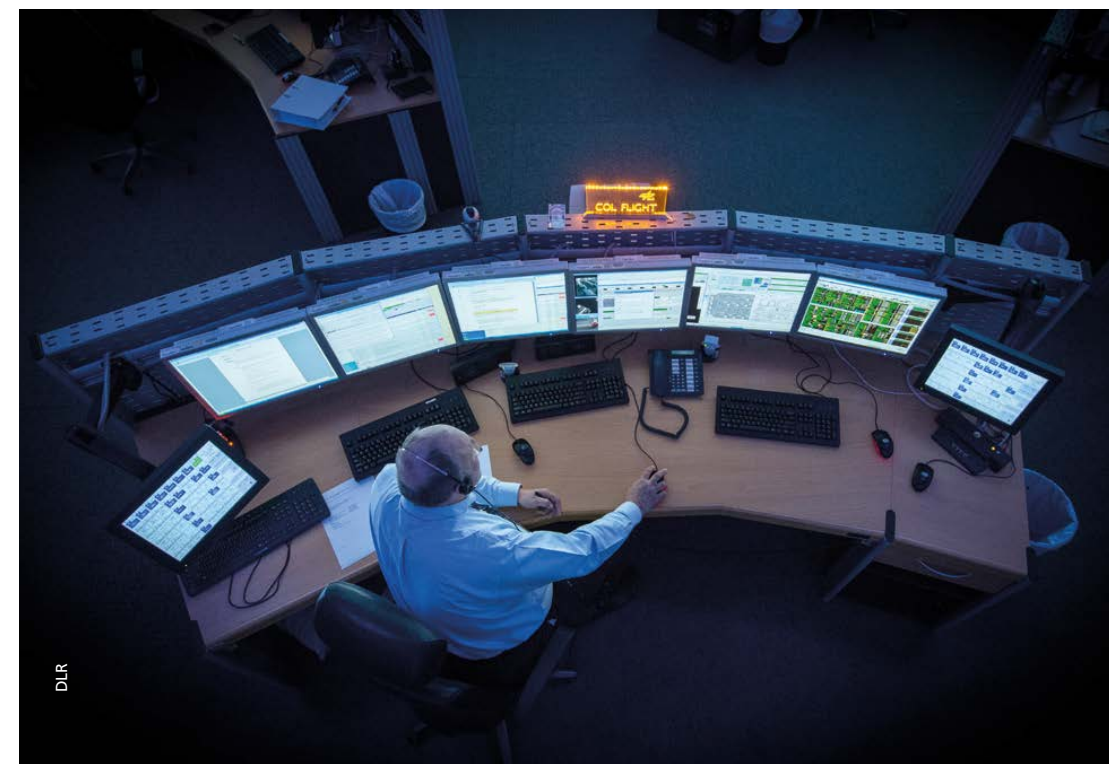
David Parker, ESA-Direktor für bemannte Raumfahrt und robotische Exploration

'ESA exploration activities are integrated into a single programme demonstrating unity of our member states. ESA will join its partners in extending ISS operations until 2024 and implement a series of exciting missions. This includes landing the ExoMars rover on the Red Planet, propelling NASA's first Orion crewed mission to the Moon and landing European technology on the lunar surface with the Russian-led 'Luna Resource' mission.'

David Parker, ESA Director of Human Spaceflight and Robotic Exploration

sions to the ISS lasting six months each. One of them is Alexander Gerst, who is expected to take off on his next mission in 2018. On that mission, he will be the first German and the second European after the Belgian Frank de Winne to assume responsibility for the space station and its crew as commander.

To compensate the USA for the European share in the common cost of operating the system, European developments in the form of benefits in kind – called barter elements – are provided. Thus, the European Service Module (ESM) is currently being developed by the European space industry under German co-ordination for the new American Orion space capsule. ESM-1 is to be delivered to NASA in 2017 and will fly uncrewed as a part of Orion around the Moon in 2018. A second module will perform the first crewed flight in 2021. The substance of another barter element remains to be determined. One option could be a European module for the so-called deep space habitat.



Das Columbus-Labor ist Europas Forschungslabor und ein Teil des Beitrags zur Finanzierung der Raumstation. Die dort gewonnenen Daten werden zum Columbus-Kontrollzentrum am DLR-Standort Oberpfaffenhofen (Bild) gesendet und später von den beteiligten Wissenschaftlern ausgewertet.

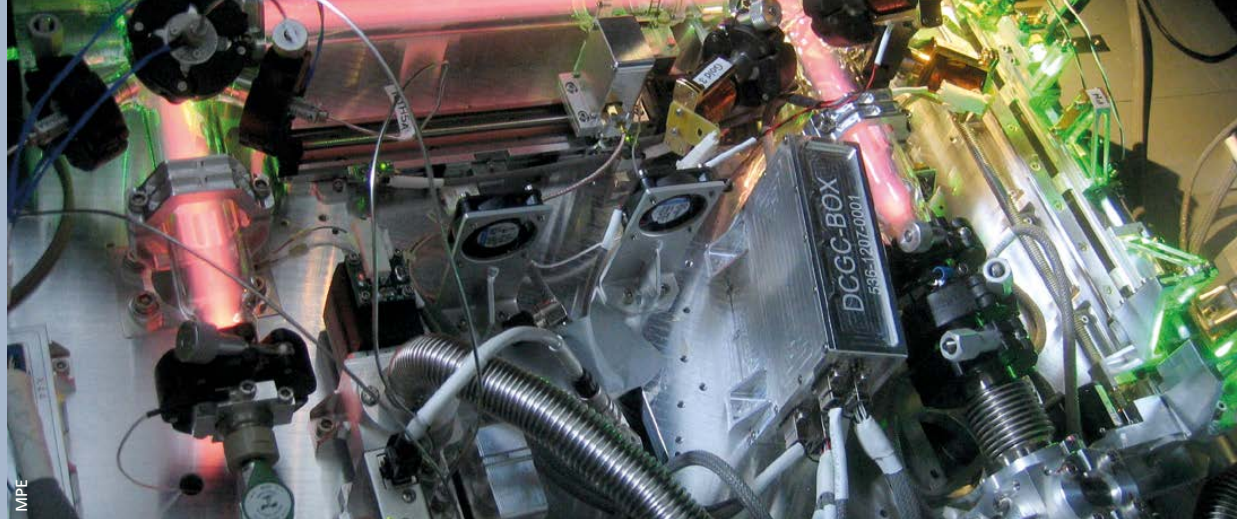
The Columbus Lab is Europe's research laboratory and constitutes part of Europe's contribution to the upkeep of the space station. Data obtained there is being retrieved by the Mission Control Center in Oberpfaffenhofen (picture), waiting to be evaluated by scientists.





In der Schwerelosigkeit werden Legierungen zukünftig behälterfrei mit der EML-Anlage, die im sogenannten European Drawer Rack (EDR) auf der Raumstation eingebaut ist, geschmolzen. Eine elektromagnetische Spule hält die Probe in der Schwebe.

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. The device is integrated in the so-called European Drawer Rack (EDR) on the ISS.



Ein komplexes Plasma wird unter dem Einfluss der Schwerkraft in Richtung Erdmittelpunkt gestaucht. In Schwerelosigkeit hingegen kann ein homogenes, dreidimensionales komplexes Plasma entstehen. Die PK-4-Anlage im Columbus-Modul soll 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. Microgravity permits a more complex plasma to form homogeneously in three dimensions. The PK-4 apparatus in the Columbus module will give us a better understanding of complex plasmas.



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

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

### Forschung unter Weltraumbedingungen im neuen Gewand

Die Schwerkraft ist im täglichen Leben kaum zu übersehen: Gegenstände fallen zu Boden, Wasser fließt ins Tal, und Gasblasen treiben im kochenden Wasser nach oben. Bei fast allen physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen spielt die Schwerkraft ebenfalls eine große Rolle – ihr Einfluss ist hier jedoch oft nicht direkt zu erkennen. Mit Experimenten in Schwerelosigkeit lässt sich die Bedeutung der Schwerkraft für viele Phänomene einschließlich ihrer Rolle in der Evolution sowie für Wachstum und Entwicklung von Organismen dagegen recht gut erforschen. Zudem können unter den lebensfeindlichen Bedingungen des Weltraums – extreme Temperaturschwankungen, kurzweilige UV- und kosmische Strahlung sowie das Ultrahochvakuum – grundlegende Fragen zur Entstehung, Entwicklung und Ausbreitung des Lebens beantwortet werden.

Forschung unter Weltraumbedingungen ist neben dieser Grundlagenforschung aber auch ein wichtiger Impulsgeber für zukünftige Anwendungen – beispielsweise beim innovativen Design neuer Materialien und der Entwicklung von kompakten Lasersystemen sowie für neue, oft nicht-invasive Diagnostik- und Therapiemethoden in der Medizin. Forschung unter Weltraumbedingungen wird in Deutschland im Nationalen Programm, vom DLR als Großforschungseinrichtung und im European Programme for Life and Physical Sciences and Applications in Space (ELIPS) der ESA umgesetzt. Die Entscheidung zum SciSpace-Programm als ELIPS-4-Nachfolger soll europäischen Forschern drei weitere Jahre Mittel zur Verfügung stellen, um die sehr erfolgreiche Arbeit fortzusetzen. Diese Forschung soll auch Experimente zur Vorbereitung von exploratorischen Missionen einschließen.

### Materialwissenschaften und Physik

Wie verhält sich ein schwebender Metalltropfen, wenn er von seinem flüssigen in den festen Aggregatzustand übergeht? Welche Eigenschaften haben Metallschmelzen, wenn sie unter ihren Schmelzpunkt abgekühlt und dennoch flüssig bleiben? In der einzigartigen ISS-Schmelzanlage für behälterfreies Prozessieren

### Microgravity research in a new guise

It is hard to overlook the force of gravity in our daily lives: objects fall to the ground, water flows downhill, and bubbles of gas rise in boiling water. Gravity also plays a major role in almost all physical, chemical, and biological processes, although its influence is not immediately discernible in many cases. On the other hand, the impact of gravity on numerous phenomena, including gravity's role in evolution and the growth and development of organisms can be quite well explored under microgravity conditions. Moreover, research done in space under conditions that are hostile to life, including extreme temperature

fluctuations, short-wave UV and cosmic radiation, and ultra-hard vacuum, helps answering fundamental questions regarding the origin, evolution, and propagation of life.

Besides exploring fundamental questions such as the above, however, microgravity research provides important impulses for future applications in, for example, designing innovative materials and developing compact laser systems as well as new, often non-

invasive methods in medical diagnostics and therapy. DLR as a national research centre conducts microgravity research within the German national programme, as well as by participating in ESA's European Programme for Life and Physical Sciences and Applications in Space (ELIPS). The decision to adopt the SciSpace programme as the successor to ELIPS-4 will provide European researchers with the means to continue their highly successful work for another three years. Their research agenda will include experiments to prepare exploratory missions.

### Physics and materials science

How does a free-floating drop of metal behave at the transition from the liquid to the solid state? What properties do metal melts have when they are cooled down below their melting point and remain liquid nevertheless? Using the electromagnetic levitator (EML), the unique melting equipment for containerless processing in space installed on the ISS, researchers pursue these questions, investigating the solidification behaviour as well as the thermophysical properties of application-relevant

im Weltraum – dem Electromagnetic Levitator (EML) – gehen Forscher diesen Fragen nach und untersuchen das Erstarrungsverhalten sowie die thermophysikalischen Eigenschaften anwendungsrelevanter Legierungsschmelzen. Die Anlage wurde von der ESA und dem DLR gemeinsam finanziert und von Airbus Defence & Space in Friedrichshafen entwickelt und gebaut. Ihr Herzstück ist eine Edelstahlkammer, deren Vakuum eine Turbomolekularpumpe erzeugt. Stromdurchflossene Magnetspulen lassen ein elektromagnetisches Wechselfeld entstehen, das die Metallprobe sowohl aufheizt als auch in exakter Position hält. Mit einer digitalen Hochgeschwindigkeitskamera werden Messungen mit bis zu 30.000 Bildern pro Sekunde an der flüssigen

alloy melts. The equipment was funded jointly by ESA and DLR and developed by Airbus Defence & Space of Friedrichshafen. At its heart is a stainless-steel chamber in which a vacuum is generated by a turbomolecular pump. Electrically charged magnetic coils generate an alternating electromagnetic field which not only heats the metal sample but keeps it exactly in position. A digital high-speed camera records measurements of the liquid sample at up to 30,000 images per second. These chemically aggressive metal melts cannot be examined on Earth with the same degree of precision. The data thus gathered are used to improve computer models so that industrial casting processes may be made even more efficient in the future.

### ELIPS-4 und sein Nachfolger SciSpace

Im ELIPS-Programm erhielten europäische Wissenschaftler die Chance, die Internationale Raumstation und andere Plattformen wie den Fallturm in Bremen, das Parabelflugzeug Airbus A310 Zero-G und Raketen zu nutzen. Für deutsche Wissenschaftler eröffnete ELIPS-4 – zusätzlich zum Nationalen Programm und dessen zahlreichen bilateralen Kooperationen – weitere attraktive Arbeitsmöglichkeiten. Insbesondere das ISS Columbus-Modul als Europas Labor im All bietet mit seinen modernen Anlagen erhebliches Potenzial für Spitzenforschung unter Weltraumbedingungen in den Bereichen Biologie, Medizin, Physik und Materialwissenschaften sowie in extern angebrachten Geräten auch für die Astrobiologie. In Kürze werden zusätzliche Experimentalanlagen fertiggestellt sein, die die Möglichkeiten auf der ISS nochmals erweitern.

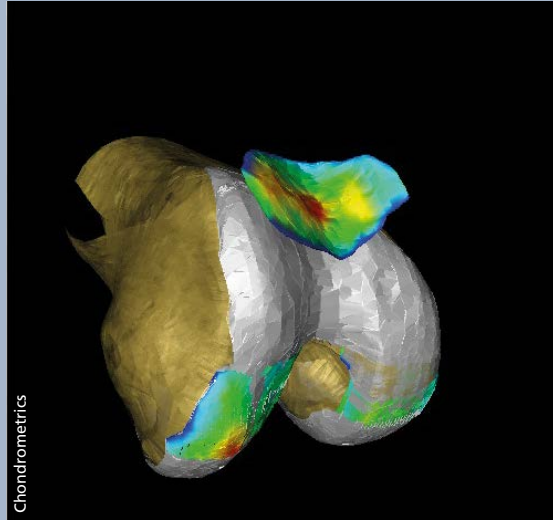
Das SciSpace-Programm wird nun auf europäischer Ebene das Rückgrat der wissenschaftlichen ISS-Nutzung bilden. Bei der Ministerratskonferenz 2016 wurde beschlossen, Finanzmittel in Höhe von 162,7 Millionen Euro für den Zeitraum 2017 bis 2019 bereitzustellen. Unter den 13 teilnehmenden Ländern übernimmt Deutschland sowohl programmatisch als auch finanziell mit einem Beitrag von 81,5 Millionen Euro erneut die Führungsrolle und baut damit – gestützt auf sein starkes Nationales Programm – seine Spitzenposition in Europa und in der Welt aus. Zugleich leistet die Bundesrepublik mit diesem starken europäischen Engagement einen wichtigen Beitrag für ausgezeichnete Wissenschaft im Weltraum und eine nachhaltige Ausschöpfung der Forschungs- und Innovationspotenziale des europäischen Columbus-Labors. Ein größeres Engagement anderer ESA-Mitgliedsländer bei dieser europäischen Zukunftsaufgabe wäre zum Wohle Europas und seiner Wissenschaftsgesellschaft wünschenswert gewesen.

### ELIPS-4 and its successor SciSpace

The ELIPS programme gave the European science community access to the International Space Station as well as other research platforms, including the Bremen drop tower, the Airbus A310 Zero-G parabolic aircraft, and various research rockets. For German scientists, ELIPS-4 meant reaching beyond the national programme and its numerous bilateral collaborations, to find further attractive research options. Particularly the Columbus ISS module, Europe's laboratory in space, offers considerable potential for top-flight microgravity research in the fields of biology, medicine, physics, and materials science, as well as on externally mounted devices for research in astrobiology. The installation of additional experiments will soon be completed, creating even more research opportunities on board the ISS.

The SciSpace programme will now replace ELIPS-4 as the European backbone of the scientific exploitation of the ISS. The 2016 conference of the Ministerial Council decided to release funds in the amount of 162.7 million euros for the period from 2017 to 2019. Contributing 81.5 million euros, Germany once again takes the lead among the 13 participating countries in programmatic as well as in financial terms, consolidating its position at the top of Europe and the world with the backing of its own powerful national programme. At the same time, Germany's strong European commitment constitutes an important contribution towards the excellence of microgravity science and the sustainable exploitation of the European Columbus laboratory's research and innovation potential. It would have been desirable for other ESA member countries to show greater commitment to this European task, to the benefit of the future well-being of Europe and its knowledge society.





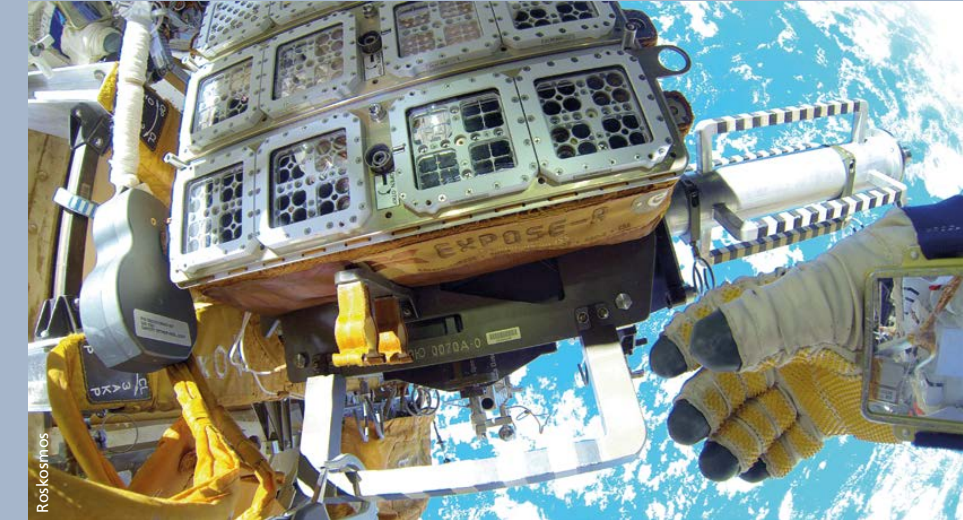
Diese 3D-Magnetressonanzaufnahme der Knie- und Knorpelstruktur zeigt in Falschfarben, wie es um den Knorpel bestellt ist (rot: viel Knorpel; blau: wenig Knorpel). Denn nicht nur Muskeln, sondern auch Knorpel, Knochen, Sehnen und Bänder passen sich an die mechanische Belastung an. Wird diese reduziert, wie bei Astronauten im Weltraum oder bei Patienten, kann das zu einer Schädigung des Gelenkknorpels führen.

This 3-D magnetic resonance imaging of the patella shows in false colours how thick the cartilage is (red: thick; blue very thin). Not only our muscles but also cartilage, bones, tendons and ligaments adapt to mechanical loading. If physical exertion is reduced, as in the case of astronauts in space or in bedridden patients, this may lead to a degeneration of the joint cartilage.



Um die Ursachen für das geschwächte Immunsystem von Astronauten zu finden, untersuchen Wissenschaftler die Veränderungen von Komponenten des Immunsystems im Blut von Astronauten. Zum anderen werden die Effekte von Schwerelosigkeit und Weltraumstrahlung auf zellulärer Ebene bei verschiedenen Organismen analysiert. Hier setzen beispielsweise die beiden Experimente Triplelux-A und -B an. Die italienische ESA-Astronautin Samantha Cristoforetti hat während ihrer Mission an der Kubik-Zentrifuge an Bord der ISS für das Triplelux-Experiment gearbeitet.

To find out what causes the human immune system to weaken in astronauts, scientists analyse changes in the immune component in the astronauts' blood. They also study how gravity and cosmic rays affect various organisms at the cellular level. Data are obtained from the two experiments Triplelux-A and B. During her ISS mission, Italy's ESA astronaut Samantha Cristoforetti took part in the Triplelux experiment, using the cubic centrifuge.



Können Bakterien oder Pflanzensamen unter Weltraumbedingungen überleben und wenn ja, wie lange? Könnte das Leben auf anderen Himmelskörpern entstanden und dann zur Erde transportiert worden sein (Panspermie-Hypothese)? Dies sind einige Fragen, denen die astrobiologische Forschung nachgeht. Im Rahmen des Projekts Expose-R wurden auf dem russischen ISS-Modul insgesamt acht wissenschaftliche Experimente durchgeführt, um diese Fragen zu beantworten. Sechs davon kommen vom internationalen Response of Organisms to Space Environment (ROSE)-Konsortium, das vom DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin koordiniert wird.

Can bacteria or plant seeds survive under the conditions of outer space, and if so, for how long? Could life have come about on other celestial bodies and was then carried to Earth (Panspermia hypothesis)? These are some of the questions addressed by astrobiology research. In a project called Expose-R, eight relevant scientific experiments were conducted on the Russian module of the ISS. Six of these experiments were prepared by the international Response of Organisms to Space Environment (ROSE) consortium, which is co-ordinated by the DLR Institute of Aerospace Medicine.

Probe durchgeführt. Die chemisch aggressiven Metallschmelzen lassen sich auf der Erde keinesfalls so präzise untersuchen. Die gewonnenen Daten verbessern Computermodelle, um terrestrische Gießprozesse künftig noch effizienter zu machen.

Plasma bildet – neben fest, flüssig und gasförmig – den vierten Aggregatzustand, den Materie annehmen kann. Doch die Schwerkraft stört diese ionisierten Gase, sobald sich kleine Partikel darin befinden. Die Mischung aus Ionen, Elektronen, Neutralgas und Mikropartikeln wird zusammengedrückt. Will man dreidimensionale – sogenannte „staubige“ – Plasmen erzeugen, braucht man Schwerelosigkeit. Die ISS-Experimentanlage „PK-4“ kann solche Plasmakristalle mittels einer Gleichstromladung in einer mit einem Edelgas gefüllten Glasröhre entstehen lassen – im Prinzip eine Neonröhre als Versuchsreaktor. Mikroteilchen laden sich negativ auf und fließen von der Kathode zur Anode. Auf diesem Weg werden sie mit Kameras verfolgt und ihr „Fließverhalten“ Teilchen für Teilchen beobachtet. Wie mischen sich Flüssigkeiten? Wie entsteht ein Wirbel? Wie breiten sich Wellen aus oder wie erstarrt eine Flüssigkeit? Neben der Beantwortung dieser, für die Grundlagenforschung wichtigen Fragen, sind staubige Plasmen auch für Beschichtungsprozesse von elektronischen Mikrochips und die Fertigung von effizienten Solarzellen relevant.

#### Schwerkraft und Leben

Schwerelosigkeit ist auch für Biologen und Mediziner interessant. Biologische Vorgänge wie Schwerkraftwahrnehmung und -orientierung untersuchen deutsche Wissenschaftler ebenso wie körperliche Veränderungen, die Astronauten innerhalb weniger Wochen im All durchmachen. Der Alterungsprozess des Menschen läuft im All sozusagen im Zeitraffer ab. Diese Veränderungen sind beim Astronauten meist reversibel. So können Prozesse des Alterns, aber auch einer veränderten Immunantwort und Rückbildung von Knochen und Muskeln sowie die Rückanpassung an die Schwerkraft auf der Erde untersucht werden. Die Ergebnisse verändern und erweitern unser Wissen um den menschlichen Körper. Vor allem das Zusammenspiel der ver-

Besides solid, liquid, and gaseous, plasma is the fourth aggregate condition which matter can adopt. However, as soon as plasma – ionised gas – contains any small particles, gravity takes an influence and leads to the compression of the mix of ions, electrons, neutral gas, and microparticles. To create three-dimensional 'dusty' plasmas, microgravity is required. The PK-4 experiment facility on the ISS is capable of creating this kind of plasma crystals by discharging direct current into a glass tube filled with an inert gas, basically using a neon tube as an experimental reactor. Negatively charged microparticles flow from the cathode to the anode. On their way, cameras track their 'flow behaviour' particle by particle. How do liquids mix? How do turbulent patterns develop? How do waves propagate, and how does a liquid solidify? Besides helping to answer these fundamental research questions, dusty plasmas are relevant also for the coating processes of electronic microchips and the production of efficient solar cells.

#### Gravity and life

Researchers in the fields of biology and medicine also highly benefit from experiments in microgravity, which give them a unique opportunity to explore fundamental biological processes, such as the perception of and orientation in gravity. German scientists are particularly interested in the physiological changes of the human body after exposition to a microgravity environment for several weeks. In microgravity, the human ageing process proceeds in quick motion, in a manner of speaking. Most of these changes are reversible after return to Earth. Thus, ageing processes may be investigated along with immune response changes, the degradation of bones and muscles, and the re-adaptation to gravity on Earth. The results greatly help to enhance our knowledge of the human body, making the interplay between various systems, such as muscles, bones, and the cardiovascular, vestibular, and immune systems appear in a different light. In addition to improving the diagnosis and therapy of sick people, this knowledge helps us to develop medicines and preserve the health and vitality of people in an increasingly ageing society. Important German research projects carried out

schiedenen Systeme wie Muskeln, Knochen, Herz-Kreislauf-, Gleichgewichts- und Immunsystem erscheint so in einem neuen Licht. Dieses Wissen verbessert die Diagnostik und Therapie kranker Menschen und hilft uns, Medikamente zu entwickeln sowie Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen in einer zunehmend alternden Gesellschaft zu erhalten. Im Rahmen des SciSpacE-Programms werden auf der ISS wichtige deutsche Forschungsprojekte vor allem zum Muskel-, Knochen- und Knorpelabbau, zur Trainingseffizienz sowie zum Immunsystem durchgeführt – Forschung für den Astronauten sowie den Menschen auf der Erde.

Auch den Astrobiologen gibt die Zeichnung des SciSpacE-Programms die Möglichkeit, Antworten auf ihre zentralen Fragen zu finden: Können Organismen im Weltraum überleben und wie verändern sich Moleküle unter diesen besonderen Bedingungen? Um solche Fragen zu beantworten, wollen Wissenschaftler ihre Proben auf einer Plattform außerhalb der ISS in speziellen Anlagen extremen Temperaturschwankungen, kurzweiliger UV- und kosmischer Strahlung sowie dem Ultrahochvakuum aussetzen. So können erstmals direkt Veränderungen untersucht und somit präzise Aussagen zu deren Ablauf und den Anpassungsmechanismen getroffen werden. In den Probenkammern lassen sich zudem Umweltbedingungen verschiedener Planeten simulieren, sodass auch untersucht werden kann, ob unter diesen Umständen Leben auf dem Mars und anderen Planeten prinzipiell möglich wäre.

on the ISS under the SciSpacE programme are chiefly concerned with the degradation of muscles, bones, and cartilage, the efficiency of training, and the immune and cardiovascular systems: research to improve the human health and well-being.

„Die wissenschaftliche Ernte auf der ISS muss deutlich gesteigert werden, gerade jetzt, wo die ISS in ihrer Blüte steht. Aktuelle und neue Projekte würden dieses Ziel gewährleisten – auch um mehr Wissen für Patienten auf der Erde zu erhalten. Trotz großer deutscher Beteiligung gelingt mit SciSpacE lediglich eine nicht ideale Ausschöpfung dieser Möglichkeiten.“

**Prof. Dr. Alexander Choukèr, Arzt, Wissenschaftler und langjähriger Nutzer des ELIPS-Programms**

‘The scientific yield from ISS missions needs to be significantly increased, especially now as the ISS is flourishing in its prime. Current and new projects would enable this goal and generate more translational knowledge of benefit for patients here on Earth. In spite of a huge German subscription, SciSpacE restricts the extent of use from available scientific data.’

**Professor Dr Alexander Choukèr, physician, researcher, and long-standing user of the ELIPS programme**

any changes in the organisms directly, and, by the same token, precisely describe their cause and any relevant adaptation mechanisms. Moreover, the sample chambers are designed to simulate environmental conditions prevailing on a variety of planets, so that the question of whether life is fundamentally possible on Mars and on other planets may be investigated as well.

Participating in the SciSpacE programme also helps astrobiologists find answers to their own key questions: are organisms able to survive in space, and how do molecules change under these hostile conditions? To answer these and similar questions, scientists plan to expose samples to extreme temperature fluctuations, short-wave UV and cosmic radiation, and ultra-hard vacuum on a platform outside the ISS. For the first time, scientists will be able to study





### ExoMars – Suche nach Lebensspuren auf dem Mars geht weiter

Der Planet Mars ist in unserem Sonnensystem der Erde am ähnlichsten. Mit seiner dünnen Atmosphäre, Zeichen von Vulkanismus und den nachgewiesenen Wasservorkommen ist er der aussichtsreichste Kandidat für Leben außerhalb unseres Heimatplaneten. Diese Eigenschaften machen unseren Nachbarplaneten für die Forschung besonders interessant. Das ExoMars-Programm der ESA knüpft an die Untersuchungen bisheriger Marsmissionen an, um nach Lebensspuren auf dem Roten Planeten zu suchen. ExoMars besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Missionen, die in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos umgesetzt werden. Deutschland ist zu circa zehn Prozent an diesem Programm beteiligt.

Auf der Ministerratskonferenz mussten als Teil von E3P 339 Millionen Euro neu für ExoMars bereitgestellt werden, um gestiegene Industriekosten und die Startverschiebung der zweiten Mission auf 2020 abzudecken. Leider konnte die im März 2016 gestartete erste Mission im Oktober nur einen Teilerfolg verbuchen: Während beim Trace Gas Orbiter (TGO) alles nach Plan verlief und somit eine leistungsfähige Wissenschafts- und Telekommunikationssonde am Mars nach Spurengasen sucht, konnte der Landedemonstrator „Schiaparelli“ nicht sanft auf der Oberfläche des Roten Planeten landen. Trotzdem wurden fast alle erwarteten Daten gesammelt und ein Großteil der Eintritts- und Landetechnologien erfolgreich getestet. Unter anderem haben während des Eintritts- und Abstiegsflugs durch die Atmosphäre vier COMARS+-Sensoren (COMBined AeroThermal and Radiometer Sensor), die vom DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik in Köln entwickelt wurden, kontinuierlich den Wärmefluss, die Gasstrahlung, den Druck und die Oberflächentemperatur am hinteren Hitzeschutzschild gemessen. Diese wertvollen

### ExoMars – the search for traces of life on Mars goes on

Mars is the planet that most closely resembles Earth in our Solar System. Its thin atmosphere, signs of volcanism, and evidence of the presence of water make it the most promising candidate for life outside our home planet. These properties are the reason why our neighbouring planet is particularly interesting to researchers. Continuing the search for traces of life on the Red Planet, ESA's ExoMars programme builds on investigations carried out by former missions to Mars. ExoMars comprises two contiguous missions that will be implemented in collaboration with the Russian space agency Roscosmos. Germany's share in the programme amounts to about ten per cent.

As part of the E3P, the conference of the Ministerial Council had to release another 339 million euros for ExoMars to cover increases in industrial costs and the expense of postponing the launch of the second mission to 2020. Unfortunately, the first mission, which was launched in March 2016, scored but a partial success in October: while the Trace Gas Orbiter (TGO) performed perfectly according to plan, so that there is now an efficient science and telecommunications probe searching for trace gases on Mars, the lander demonstrator Schiaparelli was unable to land gently on the surface of the Red Planet. Nevertheless, nearly all the data expected was actually gathered and a large proportion of the entry and landing technologies was tested successfully. Thus, four COMARS+ sensors (COMBined AeroThermal and Radiometer Sensor) developed by the DLR Institute of Aerodynamics and Flow Technology in Cologne continuously measured heat flux rate, gas emissions, surface pressure, and surface temperature on the back cover heat shield during the entry and descent flight through the atmosphere. These valuable flight data will play a crucial role in improving future lander capsules and reconstructing atmospheric parameters along the flight path. Therefore, Schiaparelli does not have to be written off as a total failure. Yet the mishap did not make the discussion at Lucerne any easier.

In the run-up to the conference, particularly the lead country, Italy, as well as the big contributors Britain and France, had continuously emphasised the need to give ExoMars priority. All three had affirmed their readiness to fill the gaps in the funding.

Given the involvement of its own industry, Germany, too, funded the mission with an additional 28.9 million euros. With further commitments from the UK (82.4 million euros), France (63 million euros) and a number of smaller amounts, Italy was left with 161.9 million euros to make up the rest of the required 339 million euros.

Still, the countries participating in ExoMars affirmed their intention to continue the programme at Lucerne. Consequently, the development of the second mission

may continue. It is expected to deposit a Russian lander platform and a European rover on the surface of Mars in 2020. Germany contributes MOMA (Mars Organic Molecule Analyser), the core instrument of the rover that will analyse the organic molecules contained in the samples gathered. The panoramic camera (PanCam) will be another scientific payload on the rover.

„E3P verankert Exploration – astronautisch wie robotisch – als sichtbare Säule des ESA-Programms. ExoMars ist hierfür ein erster, wichtiger Schritt. Entscheidend sind aber die Zukunftsperspektiven für Deutschland und Europa, sowohl für die Wissenschaft als auch für die Inspiration der nächsten Generationen von Entdeckern.“

Dr. Jürgen Schlutz, deutscher ESA-Delegierter für die Explorationsprogramme

‘E3P has firmly established exploration – be it astronautic or robotic – as a visible pillar of the ESA programme. ExoMars is a first important step in that direction. The crucial factor, however, lies in the future perspectives for Germany and Europe, both for today's scientists and as an inspiration for the next generation of discoverers.’

Dr. Jürgen Schlutz, German ESA delegate in charge of the exploration programmes

Flugdaten werden bei der Verbesserung zukünftiger Landekapseln und der Rekonstruktion der Atmosphärenparameter entlang der Flugbahn eine entscheidende Rolle spielen. So muss Schiaparelli also nicht als totaler Misserfolg abgeschrieben werden. Dennoch machte dieser Fehlschlag die Diskussion in Luzern nicht einfacher.

Insbesondere Programmführer Italien sowie die starken Beitragszahler Großbritannien und Frankreich hatten im Vorfeld stets die Priorität von ExoMars betont. Alle drei stellten auch früh ihre Anteile an der fehlenden Finanzierung in Aussicht. Aufgrund der industriellen Aufgaben in Deutschland hat auch die Bundesrepublik abschließend die Mission mit nochmals 28,9 Millionen Euro ausgestattet. Mit den zusätzlichen Mitteln aus Großbritannien (82,4 Millionen Euro), Frankreich (63 Millionen Euro) und weiteren kleineren Beiträgen füllte schließlich Italien die Bedarfssumme für ExoMars mit 161,9 Millionen Euro auf die geforderten 339 Millionen Euro auf.

So bekannten sich die Teilnehmerstaaten von ExoMars in Luzern zu der Fortsetzung des Programms. Damit kann die Entwicklung der zweiten Mission weitergehen. Sie soll 2020 eine russische Landeplattform sowie einen europäischen Rover auf der Marsoberfläche absetzen. Deutschland steuert mit MOMA (Mars Organic Molecule Analyser) das Kerninstrument für den Rover bei, das organische Moleküle in gesammelten Proben analysieren wird. Eine weitere wissenschaftliche Nutzlast auf dem Rover ist die Panoramic Camera (PanCam). Ein Teil dieses Systems ist eine hochauflösende Stereokamera, die vom DLR-Institut für Planetenforschung entwickelt wurde. Daneben ist mit OHB und Zulieferern auch die deutsche Industrie maßgeblich involviert: Sie liefert das hochreine Kernmodul für die Analyseinstrumente auf dem Rover und verantwortet das Transferelement für den Flug von der Erde zum Mars. Außerdem wird der Rover erstmals mit einem Bohrer Proben aus bis zu zwei Meter Tiefe nehmen. Da die Marsoberfläche heute sehr lebensfeindlich ist, könnten Tiefenproben eher Spuren von Leben enthalten.

### Luna Resource Lander – fly me to the Moon

Die Erforschung des Mondes ist für Deutschland besonders interessant, wie in der deutschen Raumfahrtstrategie ausgeführt ist. Nachdem auf der Ministerratskonferenz im Jahr 2012 die angespannte Finanzlage der Mitgliedsstaaten die Entwicklung eines eigenen europäischen Lunar Landers verhinderte, verfolgt die ESA seitdem die Strategie, spezielle „Produkte“ zum russischen Mondprogramm beizusteuern. Für den Start der Luna Resource Lander-Mission in 2021 werden zwei Technologiepakete entwickelt: PILOT präzisiert die Landnavigation und wird von Airbus Defence & Space in Bremen koordiniert. PROSPECT soll Proben mit einem Bohrer gewinnen und eine erste Analyse flüchtiger Bestandteile des Mondstaubs liefern. Hier sind deutsche Forschungsinstitutionen mit kleineren Beiträgen beteiligt. Das in Luzern erzielte Ergebnis erlaubt eine Weiterentwicklung der beiden Produkte bis zur Flugreife. Neben diesen beiden Projekten ist Unterstützung für den Bodenbetrieb und die Kommunikation unter dem Namen SPECTRUM geplant.

### ExPeRT – Technologien für die Zukunft

ExPeRT (Exploration Preparation, Research and Technology) bereitet die Zukunft in E3P vor. Hier werden Missionsstudien für die Zeit nach ExoMars betrieben – vor allem, wie man Proben von unserem Nachbarplaneten zur Erde zurückführen kann. Wie geht es nach der ISS weiter? Um diese wichtige Frage zu beantworten, werden in diesem Programmteil Infrastrukturen im niedrigen Erdorbit nach Lebensende der ISS und für die astronautische Raumfahrt über den niedrigen Erdorbit hinaus untersucht. Doch ExPeRT ist kein reines Studienprogramm. Hier wird auch Zukunftstechnologie entwickelt, um diese visionären Missionen Wirklichkeit werden zu lassen.

The system consists in part of a high-definition stereo camera that was developed by the DLR Institute of Planetary Research. In addition, the German industry, including the OHB company and suppliers, will also play a leading role: it will supply the ultra-pure core module for the analytical instruments on the rover and will be responsible for the transfer element during the flight from Earth to Mars. In addition, the rover will for the first time use a drill to extract samples from depths up to two metres. As the surface of Mars is extremely hostile to life today, depth samples might be more likely to contain traces of life.

### Luna Resource Lander – fly me to the Moon

As has been set out in the German space strategy document, the exploration of the Moon is of particular interest to Germany. Ever since Europe has been prevented from developing its own lunar lander by the tight financial situation of the member states that became evident at the conference of the Ministerial Council in 2012, ESA has pursued a strategy of contributing special ‘products’ to the Russian Moon programme. Two technology packages are being developed for the start of the Luna Resource Lander Mission in 2021: designed to render landing navigation more precise, PILOT is co-ordinated by Airbus Defence & Space of Bremen. PROSPECT will extract samples with a drill and provide a tentative analysis of volatile components in the Moon dust. Minor contributions to this project will be made by German research institutions. The results obtained at Lucerne permit developing both products to maturity. Besides these two products, there are plans to support ground operations and communication under the name of SPECTRUM.

### ExPeRT – technologies for the future

ExPeRT (Exploration Preparation, Research and Technology) paves the way for the future of E3P. The project involves mission studies for the time after ExoMars, particularly concerned with the question of how samples from our neighbouring planet may be brought back to Earth. What will happen after the ISS? To answer this important question, infrastructures for low-Earth orbits after the demise of the ISS and for astronautic space flights beyond the low-Earth orbit are being investigated under this programme segment. Yet ExPeRT is not a study programme pure and simple. It also serves to develop technologies of the future that will enable these visionary missions to become reality. Examples include new drive and energy systems for robotic missions.





**New Space – Raumfahrt neu denken**

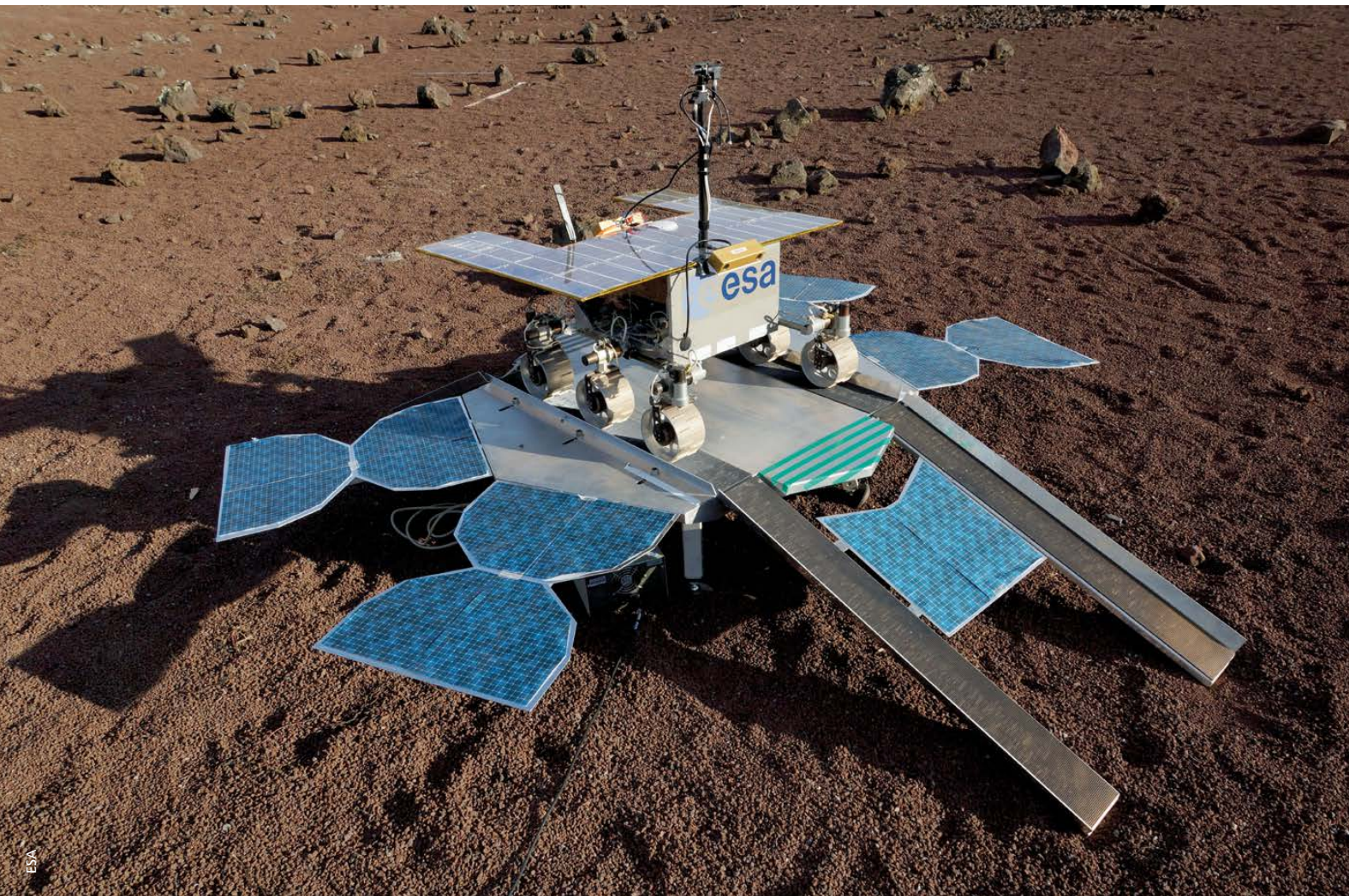
Raumfahrt befindet sich im Wandel. Sie ist längst kein reines Agenturgeschäft mehr. Die Privatwirtschaft muss sich stärker engagieren und mehr Verantwortung übernehmen. „New Space“ heißt dieser Trend, dem auch die ESA folgt. Sie hat acht Projektvorschläge ausgewählt, die in einer neuartigen Partnerschaft zwischen Industrie und Agentur betrieben werden sollen. Im Rahmenprogramm E3P sichert die ESA die nötige Unterstützung für die Pilotphasen und untersucht die Machbarkeit und Tragfähigkeit der industriellen Geschäftsmodelle, um die europäische Raumfahrt künftig noch effizienter zu machen.

Im Sinne des übergreifenden Explorationsrahmenprogramms E3P wurden die Einzelzeichnungen der drei Elemente zu ExPeRT, Luna Resource und den kommerziellen Partnerschaften nicht einzeln diskutiert, sondern als Zeichnung gemeinsam angegeben. Die genauen Schwerpunkte können die Teilnehmerstaaten hier dann noch in der Arbeitsplanung der nächsten Jahre festlegen und anpassen. Großbritannien (29,4 Millionen Euro) und Italien (27,5 Millionen Euro) setzten in diesen Programmelementen die stärksten Akzente. Deutschland bringt als drittstärkster Beitragszahler in letzter Sekunde 20 Millionen Euro für die Vorbereitung der Zukunft ein.

**New Space – rethinking space flight**

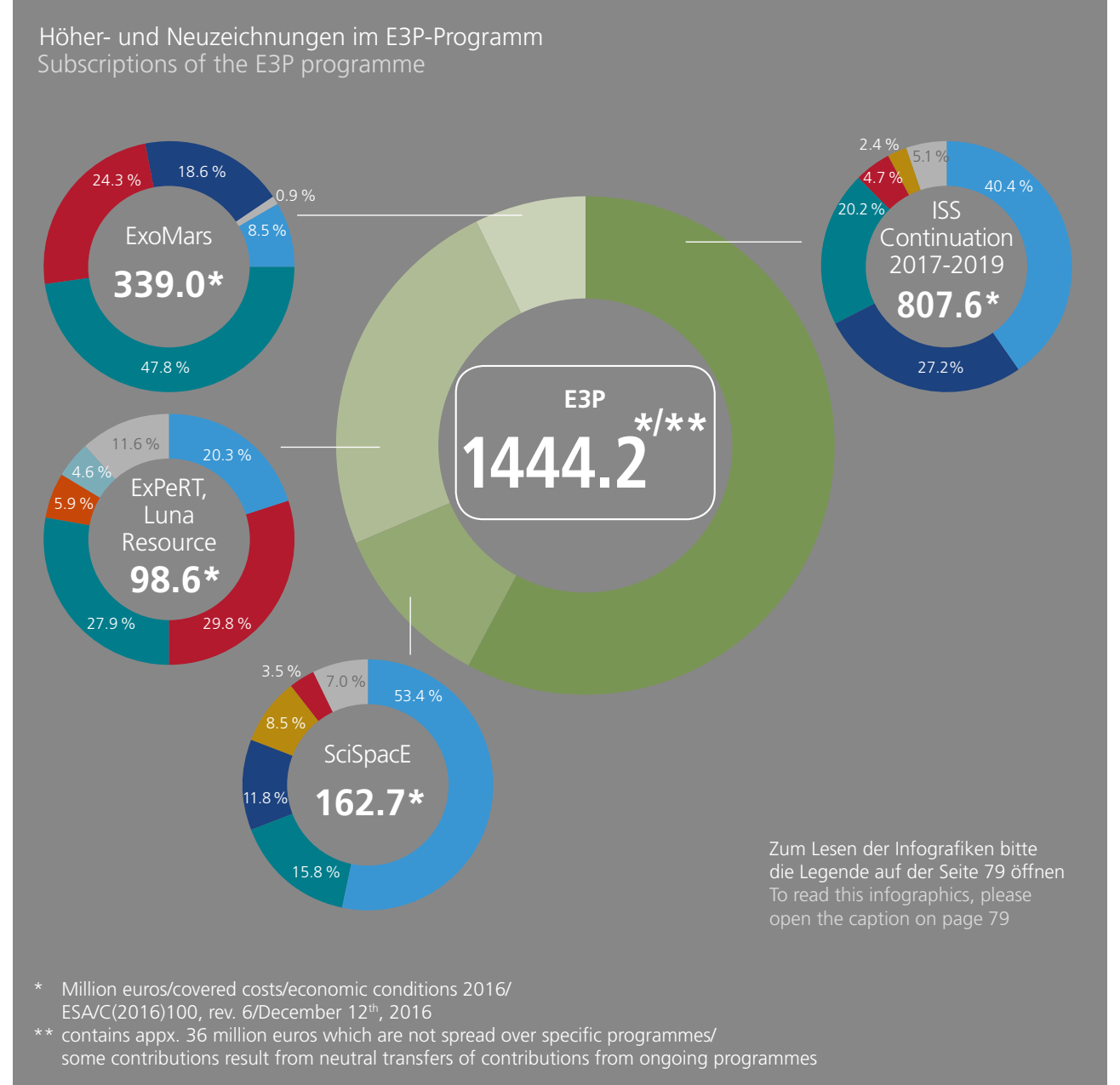
Space flight is undergoing a change. It has long since ceased to be a business only for agencies. The private sector needs to step up its commitment and assume greater responsibility. 'New Space' is the name of this trend, which is also followed by ESA. The agency has selected eight proposals for projects that are to be realised in an innovative partnership between industry and agency. Under the E3P envelope programme, ESA will provide the requisite support for the pilot phases and investigate the feasibility and viability of the industry's business models so as to enhance the efficiency of the European space sector even further in the future.

In the spirit of the trans-disciplinary exploration programme E3P, the subscriptions to the three elements, ExPeRT, Luna Resource, and commercial partnerships were not discussed individually but subsumed under a single subscription heading. Individual priorities may be defined and adapted by the participating states in their work plans for the coming years. The highest contributions to these programme elements were made by Great Britain (29.4 million euros) and Italy (27.5 million euros). Germany, the third-biggest subscriber, at the last minute contributed 20 million euros towards preparing the future.



2020 soll die zweite ExoMars-Mission zum roten Planeten aufbrechen. Diese wird einen Rover (im Bild ein Testmodell im Maßstab 1:2) auf dem Mars absetzen und auch auf der Landeplattform ein Instrumentenpaket mit sich tragen. Ein Teil der wissenschaftlichen Nutzlast auf dem Rover ist die Panoramic Camera (PanCam). Ein Teil dieses Systems ist eine hochauflösende Stereokamera, die vom DLR-Institut für Planetenforschung entwickelt wurde. Außerdem wird der Rover erstmals mit einem Bohrer Proben aus bis zu zwei Meter Tiefe nehmen. Da die Marsoberfläche heute sehr lebensfeindlich ist, könnten Tiefenproben eher Spuren von Leben enthalten.

In 2020, the second ExoMars mission will be dispatched to the Red Planet. It will deliver a rover (picture shows a half-scaled mock-up) onto the Martian surface and also carry an instrument package with it on the landing platform. One part of the scientific payload on the rover is the Panoramic Camera (PanCam). One component of that system is a high-resolution stereo camera developed by the DLR Institute of Planetary Research. Also, for the first time the rover will take samples from a depth of up to two metres with a drill. Because the surface of Mars is currently very hostile to life, deep samples are more likely to contain traces of life.



Gleichsam im Sinne von E3P hatten sich auch einige der Teilnehmerstaaten entschieden, keine Aufteilung ihrer Zeichnungssumme auf die Einzelelemente vorzunehmen, sondern nur eine Gesamtsumme für E3P anzugeben. Diese kommt dann im Zuge der Arbeitsplanung den Aktivitäten zugute. Dieser Ansatz wurde von Dänemark, Griechenland, Schweden und der Schweiz gewählt – insgesamt etwa 36 Millionen Euro –, wodurch die Einzelsummen der Elemente mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten sind.

Alles in allem etabliert E3P den Programmbereich der astronautischen Raumfahrt und Exploration als starke Säule im gesamten ESA-Programm. Mit dem Gesamtvolumen von 1,44 Milliarden Euro ist E3P nach dem Wissenschaftsprogramm und den Trägerprogrammen der drittstärkste Programmbereich bezüglich der Neuzeichnungen dieser Ministerratskonferenz. Europa kann und muss damit nun Kontinuität für die ISS, Forschung unter Welt-raumbedingungen und ExoMars sichern, während gleichzeitig die europäische Rolle in der Exploration im globalen Kontext definiert wird. Deutschland wird diesen Prozess maßgeblich mitgestalten.

Also in the spirit of E3P, some participating states decided not to allot their subscription total to individual elements, instead subscribing only a total amount to E3P from which activities will benefit as work is being planned. This approach was chosen by Denmark, Greece, Sweden, and Switzerland – a total of about 36 million euros. For this reason, the sums allotted to the individual elements should be viewed with a certain degree of caution.

All in all, E3P has established astronautic space flight and exploration as a strong pillar within the entire ESA programme. At a total volume of 1.44 billion euros, E3P ranks third among the most significant programme sectors as far as new subscriptions made at this conference of the Ministerial Council are concerned. Now, Europe is called upon to safeguard continuity for the ISS, for microgravity research, and for ExoMars while Europe's part in exploration is being defined in a global context. Germany will play a major role in shaping this process.



# Tiefer Blick ins Universum

Von dem deutschen ESA-Delegierten Dr. Eberhard Bachem sowie Dr. Manfred Gaida, Dr. Christian Gritzner, Dr. Hans-Georg Grothues, Carsten Henselowsky, Dr. Dietmar Lilienthal und Heiner Witte

# Looking into deep space

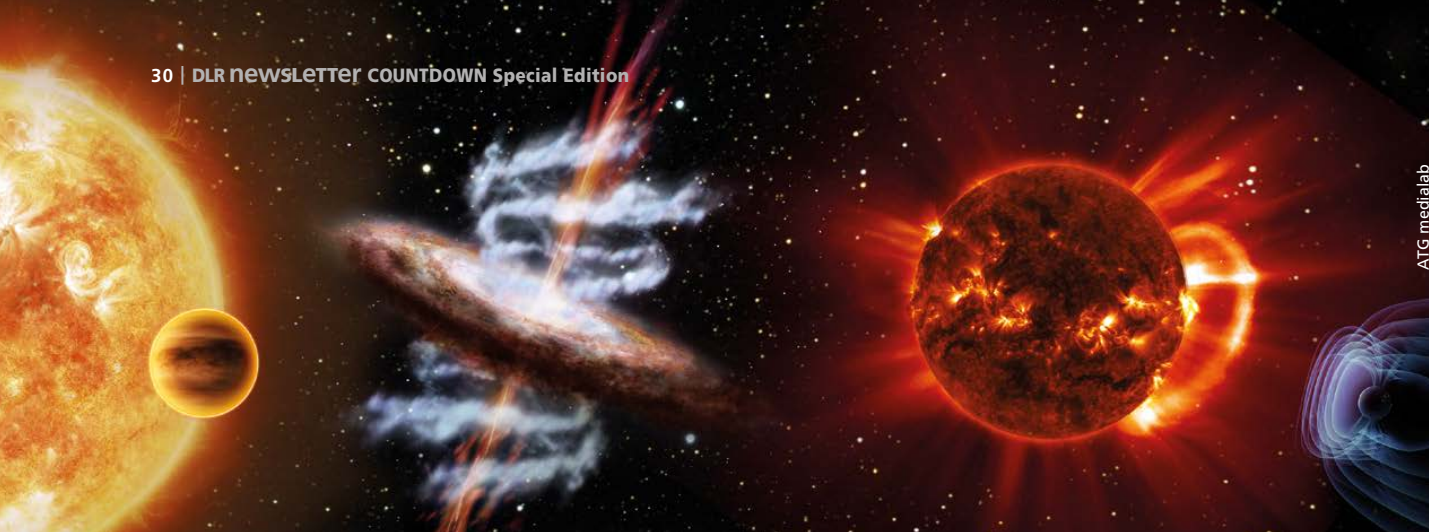
By German ESA delegate Dr Eberhard Bachem as well as Dr Manfred Gaida, Dr Christian Gritzner, Dr Hans-Georg Grothues, Carsten Henselowsky, Dr Dietmar Lilienthal, and Heiner Witte

Weltraumteleskope wie Hubble, XMM Newton, Herschel und Planck geben uns Einblick in die Entstehungsgeschichte des Universums. So hat die Advanced Camera for Surveys (ACS) des Hubble-Teleskops die schärfste Aufnahme des Orionnebels gemacht und dabei mehr als 3.000 Sterne aller möglichen Größen und Erscheinungsformen festgehalten – manche von ihnen wurden noch nie zuvor im sichtbaren Licht beobachtet. Diese Sterne liegen in einer chaotisch anmutenden „Landschaft“ aus interstellarem Gas und Staub. Rund 1.500 Lichtjahre von unserem Sonnensystem entfernt, ist der Orionnebel eines der aktivsten Sternentstehungsgebiete in unserer galaktischen Nachbarschaft.

Space telescopes like Hubble, XMM Newton, Herschel, and Planck give us an insight into the evolution of the universe. It was the Hubble telescope's advanced camera for surveys (ACS) that shot this image of the Orion Nebula, at the highest definition ever achieved. This image depicts more than 3000 stars of all shapes and sizes, some of which have never been observed in visible light before. These stars are located in a chaotic-looking landscape of interstellar gas and dust. About 1500 light years away from our Solar System, the Orion Nebula is one of the most active star forming regions in our galactic neighbourhood.

+++ Science +++ signed 02/12/2016 +++ 13:30 CET +++





ATG medialab

Exoplaneten, Plasmaphysik und die Röntgenstrahlung des Universums sind Themen, die von der ESA als möglicher vierter Kandidat für eine M-Klasse-Mission mit einem Startfenster im Jahr 2025 ins Auge gefasst werden: Die Missionen Atmospheric Remote-Sensing Infrared Exoplanet Large-survey (ARIEL), Turbulence Heating Observer (THOR) und X-ray Imaging Polarimetry Explorer (XIPE) stehen zur Auswahl, um Solar Orbiter, Euclid und PLATO zu ergänzen.

Exoplanets, plasma physics, and cosmic X-rays are among the study objects envisaged by ESA as a potential fourth candidate for a so called M-class mission for the 2025 launch window. To complement Solar Orbiter, Euclid and PLATO, the decision will be between the missions Atmospheric Remote-Sensing Infrared Exoplanet Large-survey (ARIEL), Turbulence Heating Observer (THOR), and X-ray Imaging Polarimetry Explorer (XIPE).

Unser Universum besser verstehen wollen wir schon sehr lange. Wie ist es entstanden? Wie hat es sich entwickelt? Aus was besteht es? Und wie ist letztlich Leben entstanden? Um diese Fragen zu beantworten, beobachten Astronomen seit Tausenden von Jahren den Himmel. Damit ist die Astronomie eine der ältesten Wissenschaften überhaupt. Heute stehen uns allerdings ganz andere Möglichkeiten zur Verfügung, unser Universum zu erforschen. Mit den Missionen des ESA-Wissenschaftsprogramms werden sowohl die Himmelskörper unseres Sonnensystems als auch weit entfernte Galaxien im Detail beobachtet und analysiert. Darüber hinaus ist unser Universum ein gewaltiges physikalisches Labor, in dem sich Phänomene erforschen lassen, die auf der Erde nicht vorkommen und nicht experimentell zugänglich sind.

Die aktuelle Langfristplanung „Cosmic Vision 2015 – 2035“ des Wissenschaftsprogramms, das auf der Ministerkonferenz 2008 in Den Haag beschlossen, 2012 in Neapel bis 2035 fortgeschrieben und in Luzern bestätigt wurde, baut auf diesen wissenschaftlichen Fragen auf:

- Wie entstehen Planetensysteme und unter welchen Bedingungen kann Leben entstehen?
- Welche Prozesse laufen im Sonnensystem ab?
- Welches sind die grundlegenden physikalischen Gesetze im Universum?
- Wie ist das Universum entstanden und was sind seine Bestandteile?

Diese Ziele werden in einer Reihe von Missionen umgesetzt, die nach ihrer wissenschaftlichen Bedeutung ausgewählt werden. Bis 2035 sollen im Rahmen des Programms sieben mittlere Missionen, sogenannte M-Missionen, und drei große L-Missionen gestartet werden. Letztere widmen sich wissenschaftlichen Fragen, von denen man sich einen bedeutenden Erkenntnisprung verspricht. Sie sind höchst anspruchsvoll und brauchen daher entsprechende Vorlaufzeiten, um die nötige Technologie zu entwickeln. Der Kostenrahmen beträgt etwa zwei Jahresbudgets. M-Missionen hingegen untersuchen spezifische Fragestellungen von hohem wissenschaftlichem Wert. Da die benötigte Technologie bereits weitgehend vorhanden sein sollte, können mittlere Missionen schneller gestartet werden. Sie bringen damit Flexibilität ins Programm. Der Kostenrahmen wurde auf etwa ein Jahresbudget festgelegt. Ergänzt wird Cosmic Vision durch ESA-Beteiligungen an Projekten internationaler Partner wie NASA, JAXA und Roskosmos. Nur durch die Bündelung von Ressourcen in diesem Programm kann Europa diesen Partnern auf Augenhöhe begegnen. Die Finanzierung erfolgt innerhalb eines Rahmens (Level of Resources, LoR), der nicht überschritten werden darf. Als Pflicht-

To know more about our universe has been one of mankind's long-standing aspirations. How did it all begin? How did it evolve? What does it consist of? And, ultimately, how did life come about? To answer these questions, astronomers have been observing the night sky for thousands of years. This makes astronomy one of the oldest scientific disciplines of all. However, the resources we have today are much better than in the early days. The missions under ESA's science programme are designed to observe and analyse in detail not only the celestial bodies in our Solar System but also far distant galaxies. Moreover, our universe is like an enormous physics laboratory, in which we can explore phenomena that do not occur on Earth and are not experimentally accessible either.

'Cosmic Vision 2015–2035' is the name of ESA's current long-range science programme, which was first adopted by the 2008 Ministerial Conference at The Hague, extended until 2035 at the Naples conference of 2012, and continued in Lucerne. It is built on the following scientific questions:

- How do planetary systems form, and what are the conditions under which life can emerge?
- Which processes are going on in the Solar System?
- Which fundamental laws of physics apply in the universe?
- How did the universe originate, and what are its constituent elements?

There will be a number of missions pursuing research into these questions which are selected on the basis of their scientific significance. Under the programme, seven medium-sized or M-class missions and three large L-class missions are to be launched until 2035. The latter class will address scientific questions which are expected to lead to major new discoveries. Being highly sophisticated, they will need significant lead times for developing the requisite technologies. The cost envisaged amounts to about two annual budgets. M-class missions, on the other hand, investigate specific questions of high scientific value. As the requisite technologies should exist already to a large extent, M-class missions can be launched more quickly, making the programme somewhat more flexible. Their total cost was fixed at about one annual budget. Cosmic Vision will be complemented by ESA participations in projects of international partners, such as NASA, JAXA, and Roskosmos. Only by collecting its resources under this programme, Europe will be able to meet its partners at eye level. Financing is confined to a level of resources (LoR), which must not be transgressed. Being a mandatory programme, Cosmic Vision has formed a central pillar of the ESA Convention from the time of its foundation. Ever since

programm bildet es eine tragende Säule der ESA und war bereits bei deren Gründung als Bestandteil der ESA-Konvention verankert. Seitdem bündelt es Kräfte und Fähigkeiten, um Projekte durchzuführen, die zu groß oder zu schwierig für einzelne Mitgliedsstaaten sind.

An der Finanzierung beteiligen sich folgerichtig die Mitgliedsstaaten gemäß ihrer Wirtschaftskraft (Bruttosozialproduktschlüssel).

Deutschland ist mit etwas über 20 Prozent größter Beitragszahler dieses Programms, das auf eine ausgesprochen erfolgreiche Vergangenheit zurückblicken kann. Insgesamt betreibt die ESA zurzeit sieben Missionen mit neun Satelliten. Die Kosten für den Betrieb liegen bei etwa 15 Prozent eines Jahresbudgets. Das ESA-Wissenschaftsprogramm ist eng mit den nationalen Raumfahrtprogram-

men der Mitgliedsstaaten verzahnt. In der Regel baut die ESA die Satelliten und führt deren Start und Betrieb durch. Die Länder finanzieren die Nutzlasten und die wissenschaftliche Aufbereitung der gewonnenen Daten. Das Programm ist daher für alle Mitgliedsstaaten der Kern ihrer wissenschaftlichen Raumfahrtaktivitäten. In Deutschland wird die Datenauswertung von den wissenschaftlichen Instituten übernommen, die auch erhebliche Mittel in die Instrumentenentwicklung einbringen. Diese Arbeitsteilung sichert eine enge Nutzereinbindung und damit letztlich die wissenschaftliche Qualität des Programms.

Im Folgenden sollen die Missionen vorgestellt werden, deren Start bis Ende 2025 vorgesehen ist. Darunter ist auch die Mission Bepi-Colombo aus dem früheren „Cosmic Vision“-Programm, das im Jahr 2001 in Edinburgh beschlossen wurde.

then, it has been bringing together resources and skills so that projects may be implemented that are either too big or too difficult for individual member states to take up.

The member states' share in financing reflects their economic power (gross domestic product). Paying slightly more than 20 per cent towards the programme, Germany is the biggest contributor. The programme looks back on an eminently successful history. Overall, ESA is currently operating seven missions involving a total of nine satellites. The operating cost ranges around 15 per cent of the total annual budget. ESA's science programme is closely interwoven with the member states' national space programmes. In general, it is ESA that builds the satellites and manages their launch and their operation. Member

states finance payloads and the scientific processing of the data gathered. The programme, therefore, is at the very core of each member state's scientific space activities. In Germany, data evaluation is largely taken care of by the scientific institutes that also fund the development of instruments. This arrangement ensures a close involvement of users and thus ultimately the scientific quality of the programme.

In the following, those missions will be introduced which are scheduled for launch before the end of 2025. One of these is the BepiColombo mission from the former 'Cosmic Vision' programme which was adopted at the 2001 Edinburgh conference.

„Die Finanzierung des Wissenschaftsprogramms wurde leicht angehoben, um den Verlust an Kaufkraft auszugleichen. Dieser Anstieg wird allerdings fast vollständig für einen Finanzierungsbeitrag zu ExoMars verwendet.“

Eberhard Bachem, deutscher ESA-Delegierter für das Wissenschaftsprogramm

'The budget for the science programme was slightly increased to make up for the loss in purchasing power. This delta, however, will be almost completely eaten up by a contribution to the funding of ExoMars.'

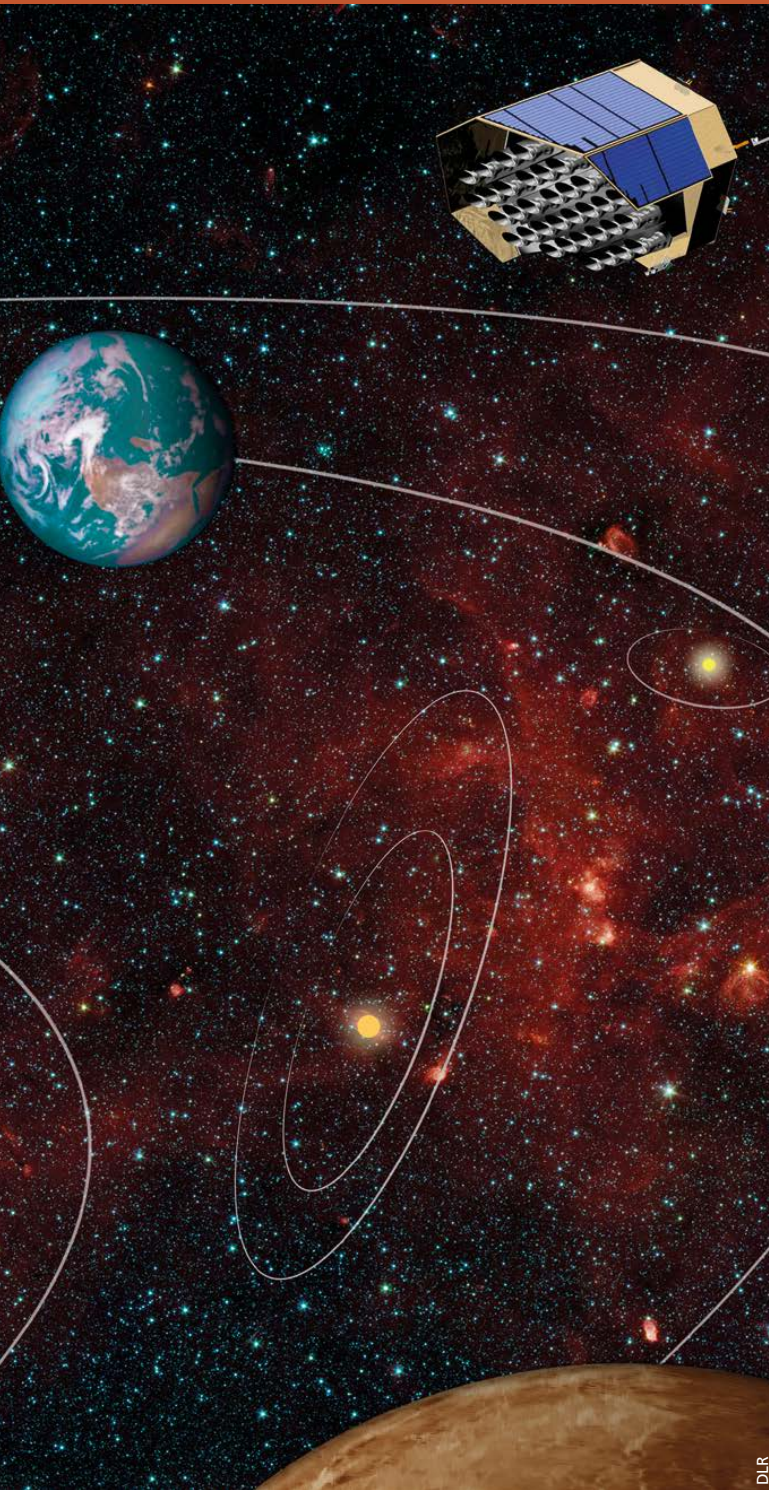
Eberhard Bachem, German ESA delegate in charge of the science programme

NASA/ESA/N. Smith (University of California, Berkeley) and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Galaktisches Inferno: 7.500 Lichtjahre entfernt liegen im Carina Nebel – eine der größten interstellaren Wolken der Galaxis – Geburt und Tod nah beieinander. Anlässlich des 17. Geburtstags des Weltraumteleskops Hubble wurde dieses Mosaik anhand mehrerer Aufnahmen erstellt, die insgesamt ein Gebiet von 50 Lichtjahren Ausdehnung abdecken. Das Werden und Vergehen der Sterne läuft hier auf engstem Raum ab. Dutzende hell leuchtende Sterne, die 50- bis 100-mal heller als unsere Sonne strahlen, befinden sich in dieser Region. Sie entfachen mit ihren extremen Sternwinden und ihrer intensiven UV-Strahlung ein galaktisches Inferno, das alle interstellare Materie in ihrer Nähe, die aus der Zeit der Sternentstehung übrig geblieben ist, „zerfetzt“. Das gigantische Feuerwerk begann dort vor drei Millionen Jahren, als die erste Generation der neugeborenen Sterne inmitten einer riesigen Wolke von kaltem molekularem Wasserstoff erlosch.

A galactic inferno: birth and death are inextricably combined in the Carina Nebula, one of the largest interstellar clouds in the galaxy, 7500 light years away from Earth. This mosaic was created on the occasion of Hubble's 17<sup>th</sup> birthday. It consists of several images and shows in total an area with a size of 50 light years. What happens here is a maelstrom of star formation and destruction. Dozens of high-luminous stars, 50 to 100 times the brightness of our Sun, are grouped together in this region. The stellar winds and the intensive UV radiation emanating from these stars create a galactic inferno, tearing apart any interstellar matter in its vicinity which is left from the former star formation process. The gigantic fireworks display began there about three million years ago when the first generation of the new-born stars died in a huge cloud of cold molecular hydrogen.



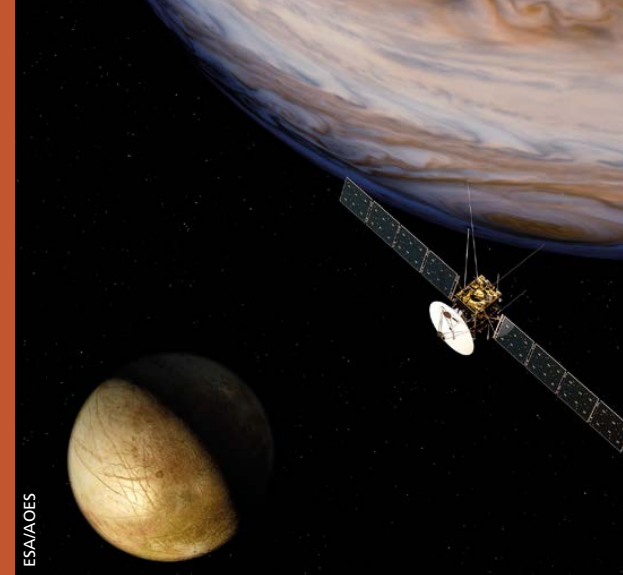


### Auf der Suche nach neuen Exoplaneten

**PL**Anetary Transits and **O**scillations of stars (**PLATO**) soll ab dem Jahr 2025 große Teile des Himmels nach Exoplaneten um Sterne der Sonnenumgebung herum durchsuchen und ihre wesentlichen physikalischen Eigenschaften bestimmen. Dabei wollen die Forscher auch erdähnliche Planeten in den lebensfähigen Zonen sonnenähnlicher Sterne finden. Zudem sollen umfangreiche Nachbeobachtungen mit Hilfe von Bodenteleskopen gemacht und der innere Aufbau der Muttersterne der Exoplaneten mittels der Astroseismologie untersucht werden. Die wissenschaftliche Führung liegt beim DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin, das auch die Nutzlast der Mission mitentwickelt. Bei der Mission spielt die deutsche Raumfahrtindustrie – wie OHB und Airbus Defence & Space – unter anderem bei der Koordination des großen internationalen Nutzlastkonsortiums eine entscheidende Rolle. Auch das Datenzentrum für die Mission wird unter deutscher Führung und mit wesentlicher Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung in Göttingen aufgebaut. Das DLR Raumfahrtmanagement ist gegenüber der ESA hauptverantwortlich für die Lieferung der Nutzlast. Die Finanzierung des deutschen Anteils an PLATO – circa 27 Prozent der Gesamtnutzlast – wird gemeinsam durch Zuwendungen aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Grundfinanzierung des DLR sowie der Max-Planck-Gesellschaft getragen. Das Projekt befindet sich seit Mitte 2014 in der Designphase. Eine formale Bestätigung der Mission durch die ESA ist für Februar 2017 geplant. PLATO soll voraussichtlich im Oktober 2025 starten.

### Searching for new exoplanets

From the year 2025, the **PLATO** mission (**PL**Anetary **T**ransits and **O**scillations of stars) will scan large sections of the firmament for exoplanets orbiting bright stars in the vicinity of our Sun and determine their essential physical properties, hoping to find Earth-like planets in the life-tolerant (habitable) zones of Sun-like stars. In addition, extensive follow-up observations will be carried out using ground-based telescopes, investigating the inner structure of the exoplanets' parent stars with the aid of asteroseismology. The mission will be conducted under the scientific leadership of the DLR Institute of Planetary Research in Berlin, which also developed part of the mission's payload. The German space industry, particularly OHB and Airbus Defence & Space, will play a crucial role in co-ordinating the big international payload consortium. Moreover, the mission's data centre will be set up in Göttingen under German management, with the Max Planck Institute for Solar System Research in Göttingen playing an essential part. The DLR Space Administration will be chiefly responsible to ESA for the delivery of the payload. The German share in PLATO – about 27 percent of the total payload – will be funded jointly by government grants from the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) and the basic funding provided by DLR and the Max Planck Society. The design phase began in the middle of 2014. Formal confirmation of the mission by ESA is scheduled for February 2017. PLATO is expected to take off in October 2025.



### Europa auf dem Weg zum Jupiter

Jupiter Icy Moons Explorer (**JUICE**) wird nach seinem Start im Juni 2022 die Atmosphäre, das Ringsystem und das Magnetfeld des größten Planeten in unserem Sonnensystem untersuchen. Außerdem wird die Sonde Jupiters drei Eismonde Ganymed, Kallisto und Europa erkunden, von denen angenommen wird, dass sie unter ihrem geschlossenen Eispanser riesige Ozeane beherbergen – mögliche Lebensräume für außerirdisches Leben? Diese Ozeane sollen durch Laseraltimeter und Radar aus einer Umlaufbahn heraus bestätigt und vermessen werden. Aufgrund ihres unterschiedlichen Abstands zum gravitationsstarken Jupiter unterscheiden sich die Monde in ihrer Oberflächenstruktur erheblich – Europa zeigt sogar Anzeichen einer Plattentektonik. Ganymed umgibt als einziger Jupitermond ein Magnetfeld, dessen Ursache noch unbekannt ist. Deutschland ist an sechs von insgesamt elf Instrumenten beteiligt. Die Missionsdauer soll elf Jahre betragen, wovon der Flug zum Jupiter siebeneinhalb Jahre dauern wird und dreimal an der Erde und einmal an der Venus vorbeiführt. Im Jupiter-System soll JUICE mindestens dreieinhalb Jahre aktiv sein und in der letzten Phase der Mission in einen Orbit um Ganymed einschwenken.

### Europe on its way to Jupiter

After its launch in June 2022, Jupiter Icy Moons Explorer (**JUICE**) will investigate the atmosphere, the ring system, and the magnetic field of the largest planet of our Solar System. In addition, the probe will explore Jupiter's three icy moons, Ganymede, Callisto, and Europa, which are thought to harbour enormous oceans under their hermetically sealed ice sheets – possible habitats for extraterrestrial life? These oceans will be confirmed and analysed from orbit by laser altimetry and radar. Because their distance to Jupiter with its powerful gravitation varies, the surface structures of the moons differ considerably, with Europa even showing signs of plate tectonics. Due to as yet unknown reasons, Ganymede is the only moon of Jupiter hosting a magnetic field. Germany contributes to six of a total of eleven instruments, while leading two of them. The mission is scheduled to last for eleven years, of which the flight to Jupiter will take seven and a half years, passing Earth three times and Venus once. After arriving at the Jupiter system, JUICE will remain active for at least three and a half years, ending up by entering an orbit around Ganymede in the last phase of the mission.

### Die Sonne im Visier

**Solar Orbiter** – eine ESA-Mission mit starker NASA-Beteiligung – soll Ende 2018 ihre gut dreieinhalbjährige Reise zur Sonne antreten, von dort aus die Sonde die Heliosphäre, den Sonnenwind, die Sonnenkorona sowie die inneren Prozesse unseres Zentralgestirns erforschen wird. Auch detaillierte Untersuchungen an den Polregionen sind geplant. Neben Instrumenten zur Messung in der direkten Umgebung kommen Fernerkundungsinstrumente zum Einsatz, um Prozesse auf und im Inneren der Sonne zu erkunden. Hierdurch lassen sich verschiedene Phänomene von deren Entstehungsort bis hinein in die Heliosphäre untersuchen. Darüber hinaus wird es in den sonnennächsten Phasen des Orbits durch eine annähernd gleiche Geschwindigkeit von Sonde und Sonne möglich sein, einzelne Bereiche auf der Oberfläche über einen längeren Zeitraum hinweg stabil zu untersuchen. Solar Orbiter wird mit insgesamt zehn wissenschaftlichen In-situ- und Fernerkundungsinstrumenten bestückt sein, von denen eines hauptverantwortlich durch das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung beigestellt wird. Darüber hinaus sind weitere deutsche Universitäten und Forschungsinstitute an weiteren fünf Instrumenten beteiligt.

### Taking aim at the Sun

**Solar Orbiter** – an ESA mission in which NASA is extensively involved – is scheduled to set out at the end of 2018 on its journey of somewhat more than three and a half years to the Sun, where the probe will explore the heliosphere, the solar wind, the solar corona, and the internal processes of our central luminary. Detailed investigations of the polar regions are planned as well. Next to instruments for carrying our measurements in the immediate environment, remote-sensing instruments will be used to explore processes at the surface and in the solar interior. This permits tracking various phenomena from their place of origin to the heliosphere. As, moreover, the velocity of the probe and the Sun will be approximately equal in those phases of the orbit that are closest to the Sun, it will be possible to examine individual areas of the surface over prolonged periods under stable conditions. Solar Orbiter will be equipped with a total of ten scientific in-situ and remote-sensing instruments; for the provision of one of these, the Max-Planck Institute for Solar System Research Germany will be chiefly responsible. In addition, further German universities and research institutes will be contributing to another five instruments.



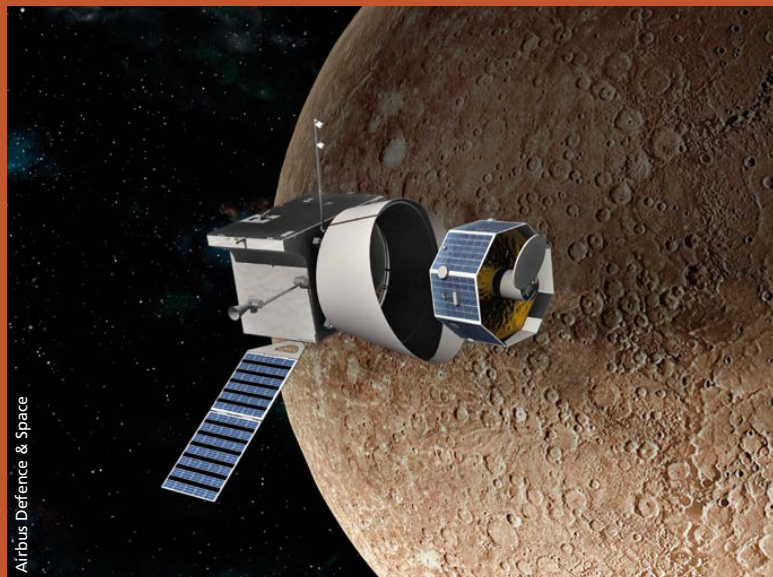


**Die „dunkle Seite“ des Universums erforschen**

Die Mission **Euclid** erkundet die „dunkle Seite“ des Universums: Was ist „Dunkle Materie“ und was kann man sich unter „Dunkler Energie“ tatsächlich vorstellen? Antworten auf diese Fragen sind eng mit unseren Vorstellungen über die Entstehung, Entwicklung und Zusammensetzung des Universums verbunden. „Dunkle Materie“ ist unsichtbar und nur durch die Wirkung ihrer Schwerkraft zu erkennen. Hinweise auf ihre Existenz liefert zum Beispiel die Bewegung einzelner Galaxien in großen Galaxienhaufen, die wie von einem „unsichtbaren Leim“ zusammengehalten werden. Hiervon völlig verschieden ist die Wirkung der noch nicht nachgewiesenen „Dunklen Energie“. Sie führt dazu, dass sich die Ausdehnung des Universums ständig weiter beschleunigt. Euclid soll eine Durchmusterung von Galaxien bis hin zu Entfernungen von zehn Milliarden Lichtjahren vornehmen. An Bord befinden sich ein 1,2-Meter-Teleskop und zwei Instrumente – eine optische Bildkamera sowie ein Spektrometer und Photometer für den nahen Infrarotbereich. Der Start ist für Ende 2020 vorgesehen. Nach 30 Tagen wird der Satellit den zweiten Lagrangepunkt des Sonne-Erde-Systems erreichen. Die Missionsdauer soll einschließlich der Phase der Inbetriebnahme sieben Jahre betragen. Deutsche Missionspartner sind das Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching, das Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, die Universitätssternwarte München und die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

**Exploring the 'dark side' of the universe**

The **Euclid** mission will explore the 'dark side' of the universe: what is 'dark matter', and how can we possibly get our head around 'dark energy'? The answers to these questions are closely linked to our ideas about the origin, evolution, and composition of the universe. 'Dark matter' is invisible and may be detected only by the effect of its gravity. Circumstantial evidence of its existence is provided by, for example, the motion of individual galaxies in huge galaxy clusters, which are held together by an 'invisible glue'. The impact of 'dark energy', whose existence has not been directly demonstrated yet, is completely different. It causes the expansion of the universe to accelerate constantly. Euclid is supposed to scan galaxies up to a distance of ten billion light years. It will have on board a 1.2-metre telescope and two instruments, one optical imaging camera and a spectrometer and photometer for the near infrared. Launch is scheduled for the end of 2020. After 30 days, the satellite will reach the second Lagrangian point of the Sun-Earth system. The mission is scheduled to extend over seven years, including the commissioning phase. German partners of the mission include the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching, the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg, the Munich university observatory, and the Rheinische Friedrich Wilhelms University in Bonn.



Airbus Defence & Space

**Europa und Japan fliegen zum sonnennächsten Planeten**

Die europäisch-japanische Mission **BepiColombo** soll im April 2018 zur Erforschung des sonnennächsten Planeten Merkur aufbrechen und neue Erkenntnisse über die Entstehung des gesamten Sonnensystems gewinnen. BepiColombo besteht aus zwei Satelliten – dem europäischen „Mercury Planetary Orbiter“ (MPO) und dem japanischen „Mercury Magnetospheric Orbiter“ (MMO). Sie werden den Merkur ab Ende des Jahres 2024 auf unterschiedlichen Umlaufbahnen erkunden. Die europäische Sonde wird auf einer niedrigen polaren Umlaufbahn die Oberfläche kartographieren und die innere Zusammensetzung des Planeten erforschen. Dabei erwarten die Wissenschaftler Antworten auf spannende Fragen wie: Ist der Kern des Merkurs flüssig oder fest? Ist der Planet tektonisch aktiv? Welche ungewöhnlichen Materialien enthalten die permanent in Dunkelheit liegenden Krater an seinen Polen? Wie setzt sich Merkurs Exosphäre genau zusammen? Die japanische Sonde wird Merkurs Magnetfeld und dessen Wechselwirkung mit dem Sonnenwind untersuchen. Deutsche Forschungseinrichtungen beteiligen sich mit sechs Instrumenten an der Mission.

**Europe and Japan head for the planet nearest to the Sun**

The European-Japanese **BepiColombo** mission is scheduled to set out on its journey to explore the planet nearest to the Sun, Mercury, in April 2018 in order to discover new facts about the origin of the entire Solar System. BepiColombo consists of two satellites, the European Mercury Planetary Orbiter (MPO) and the Japanese Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). From the end of 2024 onwards, they will be exploring Mercury from several different orbits. Flying on a low polar orbit, the European probe will map the planet's surface and investigate the composition of its interior. Scientists expect it to supply answers to a number of thrilling questions: is Mercury's core liquid or solid? Is there tectonic activity on the planet? What unusual materials might the craters at its poles contain, which lie in permanent darkness? What is the exact composition of Mercury's exosphere? The Japanese probe will study Mercury's magnetic field and its interaction with the solar wind. German research facilities will contribute six instruments to the mission.



Carreau/ESA

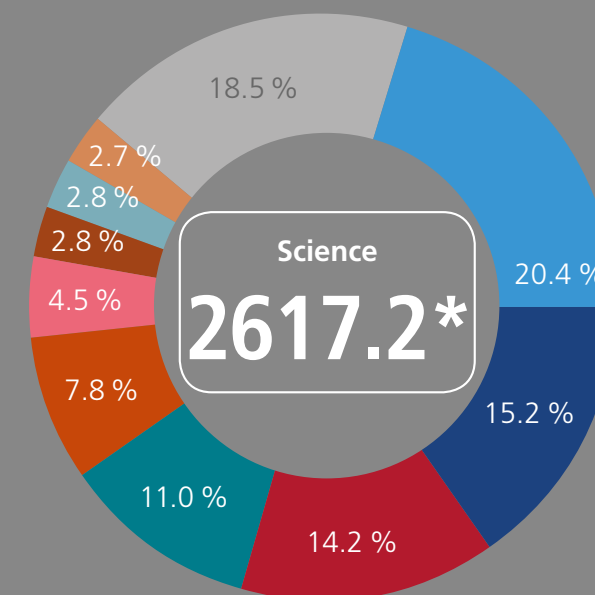


Le Floch/ESA

**Heiße Zeit für BepiColombo:** Das Ingenieurmodell des europäischen Merkur-Transfermoduls wurde im Large Space Simulator des Testzentrums ESTEC der europäischen Weltraumagentur ESA im niederländischen Noordwijk auf Herz und Nieren geprüft. Dort erhielt BepiColombo unter anderem einen "Vorgeschmack" auf die extreme Sonnenhitze, der es 2024 in der Umlaufbahn des sonnennächsten Planeten ausgesetzt sein wird. Der Test im Vakuum lief ununterbrochen zwölf Tage lang. In dieser Zeit war das Modul einer zehnfach höheren Sonnenstrahlung als ein Satellit in der Erdumlaufbahn ausgesetzt.

**Hot times for BepiColombo:** the engineering model of Europe's Mercury transfer module undergoing rigorous testing in the Large Space Simulator at the ESTEC test facility operated by the European Space Agency ESA in Noordwijk in the Netherlands. During these tests, BepiColombo was given a foretaste of the extreme solar heat it will have to endure in 2024 on its tour of duty circling Mercury, the planet closest to the Sun. The test was conducted in a vacuum and lasted twelve days non-stop. The module was exposed to ten times the level of solar irradiation sustained by satellites in the Earth's orbit.

**Höher- und Neuzeichnungen im Wissenschaftsprogramm  
Subscriptions of the science programme**



\* Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
To read this infographics, please open the caption on page 79



# Unsere Erde fest im Blick

Von den deutschen ESA-Delegierten Frank Eichhorn, Dr. Michael Nyenhuis, Peter Schaadt, Klaus Schmidt und Dr. Albrecht von Bargaen

# Sights set firmly on Planet Earth

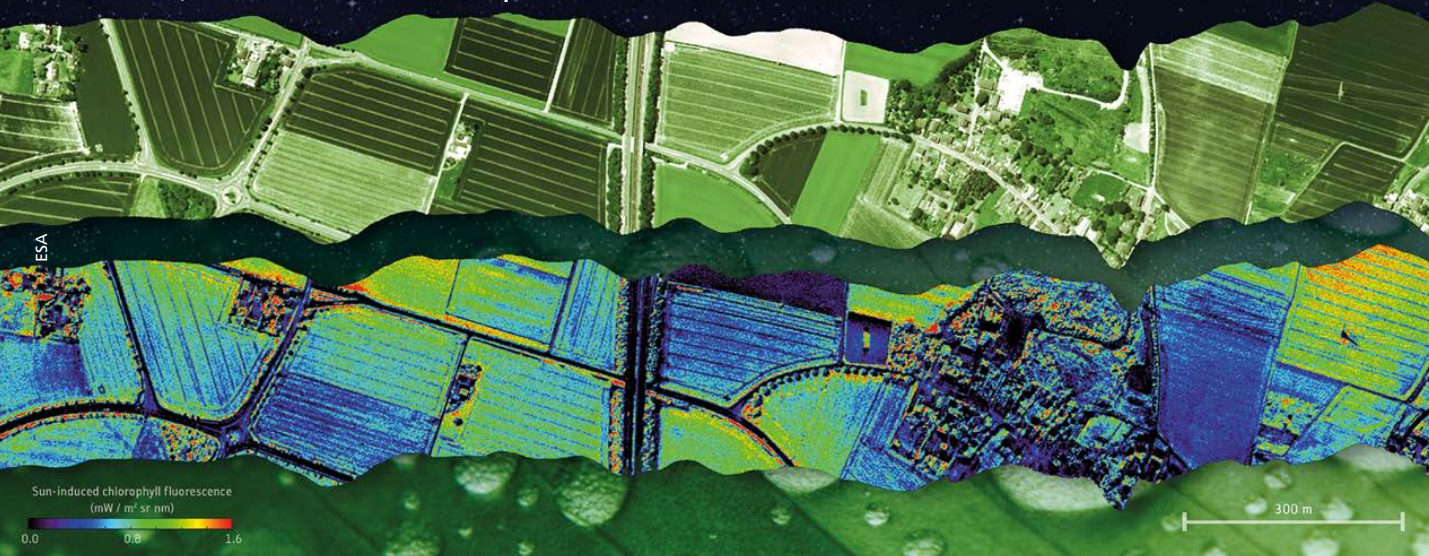
By German ESA delegates Frank Eichhorn, Dr Michael Nyenhuis, Peter Schaadt, Klaus Schmidt and Dr Albrecht von Bargaen

Der europäische Erdbeobachtungssatellit Sentinel-2A hat am 1. Februar 2016 die Qinghai-Tibet-Hochebene und ihre Eismassen aufgenommen und wird auch weiterhin die Entwicklung dieser Region dokumentieren. Denn der Klimawandel hat seit etwa Mitte der 1970er-Jahre zu einem Abschmelzen der riesigen Gletscherwelt um 130 Quadratkilometer jährlich geführt. Prognosen gehen davon aus, dass sie sich bis 2090 auf die Hälfte reduzieren könnten. Doch diese Gletscher speisen die großen Flüsse Ost- und Südasiens. Gut zwei Milliarden Menschen entnehmen ihr Trinkwasser aus dem Gelben Fluss Huanghe sowie dem Jangtse, dem Mekong, Salween, Brahmaputra, Ganges und Indus. Regenwasser alleine reicht nicht aus, um das Schmelzwasser aus dem Hochplateau auszugleichen. Geht das tibetische Gletschereis zur Neige, wird das Trinkwasser knapp, können die Felder nicht mehr ausreichend bewässert werden, stehen die Wasserkraftwerke still. Das Hochland von Tibet liegt etwa in 4.000 bis 5.500 Meter Höhe über dem Meeresspiegel und wird deshalb auch Hoch-asien genannt. Es erstreckt sich über rund 2,5 Millionen Quadratkilometer. Im Norden bilden die Wüsten des Tarimbeckens und Qaidam-Beckens die Grenzen, im Süden und Westen die Gebirge Himalaya, Karakorum und Pamir. Und das höchste und größte Plateau der Welt dehnt sich weiter aus. Hier befinden sich zahlreiche Salzseen, weite Steppen, dichte Wälder, Wüsten und im zentral-südlichen Teil die riesige Gletscherwelt – nach der Arktis und der Antarktis der drittgrößte Eisspeicher der Erde.

The image was taken by Sentinel-2A, Europe's Earth observation satellite, as it passed over the region on February 1, 2016. Sentinel will continue to monitor what happens to that glacial world. But the icy world is at risk: ever since the 1970 climate change has been causing it to retreat at a rate of 130 square kilometres each year. According to current forecasts, the extent of the ice mass could halve by the year 2090 – the script of a disaster film in slow motion. The glaciers feed the major rivers in east and south Asia. Over two billion people rely on the Yellow River or Huang He, the Yangtze River, the Mekong, Salween, Brahmaputra, Ganges and Indus rivers for their drinking water. The Earth's most populated countries, China and India, as well as Pakistan, Nepal, Bangladesh, Burma, Vietnam, Laos, Thailand and Cambodia are all dependent on this reservoir. Rain water alone is not sufficient to make up for the loss of glacial water from the highlands. As Tibet's glaciers disappear, drinking water will become scarce, fields can no longer be irrigated, industry will collapse and hydroelectric power plants run dry. The Tibetan Highlands, the Qinghai-Tibetan Plateau, is located at 4,000 to 5,000 metres above sea level and is therefore also known as High Asia. To its north lie the deserts of the Tarim Basin and the Qaidam Basin, in its south and west it is contoured by the Himalayas, Karakoram and Pamir Mountains. It is the planet's highest plateau, and it is still growing. It features many salt lakes, extensive steppe grasslands, thick forests, deserts, and in its southernmost part, the Earth's third largest ice deposit.

+++ Earth Observation Envelope Programme EOEP-5 +++ signed 02/12/2016 +++ 12:39 CET +++  
 Earth Watch – GMECV +++ signed 02/12/2016 +++ 12:40 CET +++ Earth Watch – InCubed +++ signed 02/12/2016  
 +++ 12:41 CET +++ Earth Watch – Altius +++ signed 02/12/2016 +++ 12:42 CET +++





Ist unsere globale Vegetation noch gesund? Dieser Frage soll der „Fluorescence Explorer“ – kurz FLEX – nachgehen und dafür das schwache Fluoreszenzsignal, das Pflanzen bei der Umwandlung von Sonnenlicht und Kohlendioxid erzeugen, erfassen. So soll er unser Verständnis darüber verbessern, wie Kohlenstoff zwischen Pflanzen und der Atmosphäre ausgetauscht wird und wie Photosynthese die Kohlenstoff- und Wasserkreisläufe beeinflusst. Damit gewährt uns FLEX fundamentale neue Einblicke in die Regulation der Photosynthese auf der Skala ganzer Felder und Ökosysteme – vor dem Hintergrund der global steigenden Nachfrage an Nahrungs- und Futtermitteln eine besonders wichtige Aufgabe.

Is our global vegetation still in good shape? This question is to be studied by the Fluorescence Explorer, or FLEX, which will measure the weak fluorescence signal emitted by plants during the conversion of sunlight and carbon dioxide. It will help us understand the finer details of the way in which carbon is exchanged between plants and the atmosphere and how photosynthesis affects the carbon and water cycles. FLEX will deliver fundamental new insights into the regulatory mechanisms of photosynthesis on the scale of entire fields and ecosystems – a very important undertaking in view of the growing worldwide demand for food and feedstuff.

Schon seit der Frühzeit stiegen Menschen auf Anhöhen, um sich einen Überblick über ihre Umgebung oder Gefährdungslagen zu verschaffen. Mit fortschreitender Technik benutzten sie Ballone oder Flugzeuge. Seit nunmehr über 50 Jahren liefern Erdbeobachtungssatelliten vom Weltraum aus regelmäßig und zuverlässig Informationen über Veränderungen von Landoberflächen, der Meere und der Atmosphäre. Wissenschaftler, Behörden und Firmen erstellen mit Hilfe der Fernerkundung digitale Karten der Erdoberfläche, liefern die tägliche Wettervorhersage in unsere Wohnzimmer oder auf unser Handy und berechnen aktuelle Seewetterkarten für den Schiffsverkehr. Hilfsorganisationen erhalten weltweit satellitengestützte Informationen über die Ausmaße von Katastrophen wie Erdbeben, Hochwasser oder Ölpest.

Die zunehmenden Veränderungen des „Systems Erde“ – insbesondere Klimawandel und Wetterextreme sowie Veränderungen der Umwelt – nehmen die „Earth Explorer“-Satellitenmissionen ins Visier. Sie sind Bausteine des ESA-Erdbeobachtungsrahmenprogramms EOEP – das Rückgrat der wissenschaftlichen Erdbeobachtung in Europa. Mit EOEP, das auf einem von Wissenschaftlern formulierten Forschungsprogramm „Lebender Planet“ aufbaut, ist Europa den globalen Umweltveränderungen auf der Spur. Forscher werden regelmäßig dazu aufgerufen, Vorschläge für die nächsten Missionen zu unterbreiten und sind auch an der Auswahl beteiligt. Viele dieser Missionen sind unter deutscher wissenschaftlicher und industrieller Führung sowie mit attraktiven Arbeitspaketen entstanden. Entscheidend dafür war unsere stets hohe finanzielle Beteiligung, die zudem die erneute Nutzung

„Mit unserer Beteiligung an den Erdbeobachtungsprogrammen tragen wir dazu bei, Kontinuität zu sichern. Wir schaffen so die Möglichkeit für exzellente und hoch innovative Beiträge deutscher Wissenschaftler und Industriepartner – vor allem für die Vorbereitung zukünftiger operationeller Missionen in der Meteorologie und bei Copernicus. Bemerkenswert war allerdings der beispiellose Antritt von UK mit einem ausgeprägten Schwerpunkt in den Anwendungsprogrammen.“

Klaus Schmidt, deutscher ESA-Delegierter für die Erdbeobachtungsprogramme

‘By participating in the Earth observation programmes we help secure continuity in that field. We thus create opportunities for German scientists and industry partners to produce excellent and highly innovative contributions – especially regarding the preparation of future operational meteorology missions, and Copernicus. What was really remarkable, though, was the United Kingdom (UK) and their unequalled momentum in the applications programmes.’

Klaus Schmidt, German ESA delegate in charge of the Earth observation programmes

attraktive Work packages. The chief reason for this was our constantly high financial contribution which, moreover, enabled us at the same time to re-use developments from the national space programme with a high added value – like our radar tech-

Since the dawn of history, people have been climbing heights to obtain a view of their environment or identify potential dangers. As technology progressed, they began using balloons or aircraft for the purpose. For more than 50 years now, Earth-observation satellites have been regularly and dependably providing information from space about changes in land surfaces, the oceans, and the atmosphere. Scientists, government authorities, and companies make use of remote sensing data to generate digital maps of the Earth's surface, transmit daily weather forecasts to our living rooms or our smartphones, and compute up-to-date shipping weather maps to assist maritime traffic. Across the globe, relief organisations receive maps showing the extent of disasters like earthquakes, floods, or oil spills.

The ‘Earth Explorer’ missions focus on the increasing changes in the terrestrial ecosystem, notably climate change, extreme weather, and changes in the environment. These missions are

part and parcel of ESA's Earth Observation Envelope Programme (EOEP), the backbone of scientific Earth observation in Europe. Building on a research programme called ‘Living Planet’ that was formulated by scientists, EOEP helps Europe to track global environmental changes. Researchers are regularly called upon to submit proposals for subsequent missions, and they are also involved in the selection process. Many of these missions were developed under German scientific and industrial leadership, involving

attractive work packages. The chief reason for this was our constantly high financial contribution which, moreover, enabled us at the same time to re-use developments from the national space programme with a high added value – like our radar tech-

Die Bestimmung der Biomasse wird immer wichtiger, denn sie ist die größte Unsicherheit in der Kohlenstoffbilanz der Erde. Mit Radaraufnahmen des sogenannten F-SAR-Systems im L-Band lässt sich die Biomasse gut bestimmen. Die vom Radar schräg ausgesandten Signale werden von vegetationsfreien und glatten Oberflächen wie Wasser und freien Feldern wegreflektiert und erscheinen blau. Mangrovenstämme streuen überwiegend mehrfach zurück und werden rot angezeigt. Eine ungerichtete Rückstreuung – insbesondere aus dem Volumen der Baumkrone des Regenwaldes – erscheint grün. DLR-Wissenschaftler fliegen im zentralafrikanischen Gabun zahlreiche Messflüge, um den Zustand des Regenwaldes zu bestimmen. Eine weitere wichtige Mission wird derzeit in Europa vorbereitet: Die Beschlüsse der Weltklimakonferenz im Dezember 2015 in Paris fordern von den unterzeichnenden Staaten die Emissionsüberwachung des Treibhausgases CO<sub>2</sub>. Derzeit haben wir allerdings weltweit keinen einzigen Satelliten, der diese wichtige Aufgabe operationell erfüllen kann. Das EOEP-Programm soll diese Lücke füllen. Mit weiteren Technologiestudien und Vorentwicklungen eines europäischen Instruments für ein künftiges operationelles CO<sub>2</sub>-Messsystem, basierend auf einem Konzept, das in einer Vorstudie des DLR Raumfahrtmanagements in Deutschland angestoßen wurde und Eingang in die Empfehlungen eines EU-Berichts zu einem künftigen operationellen CO<sub>2</sub>-Messsystem gefunden hat, soll sich das nun ändern. Dieses Instrument soll zukünftig vor allem die regionalen CO<sub>2</sub>-Quellen und -Senken im Auge behalten und damit die Forderungen der Klimaabkommen von Paris und Marrakesch erfüllen.

Gathering data on biomass is becoming increasingly important because biomass is the biggest uncertainty factor in the world's carbon budget. Biomass can be measured by radar imaging using a so-called F-SAR system which operates in the L-band. Signals emitted by the radar at an oblique angle are reflected away from vegetation-free smooth surfaces such as water and empty fields, and make these areas appear blue. Mangroves cause a multiple backscatter and are displayed in red. Non-directional backscatter especially from voluminous rainforest canopy areas appears in green. DLR scientists have been flying a number of measuring campaigns in Gabon to study the status of the rainforest. Another important mission is being prepared in Europe. The decisions taken at the World Climate Conference in Paris in December 2015 make it mandatory for signatory states to monitor their emissions of the greenhouse gas CO<sub>2</sub>. However there is at the moment no satellite available anywhere in the world that can perform this operation. The EOEP programme is to fill that gap. Following a concept developed as part of a preliminary study by the German Space Administration, and which has been included in an EU report giving recommendations on a future operational CO<sub>2</sub> measuring system, work has now begun and further technology studies and preliminary developments are underway. To meet the targets laid down in the Paris and Marrakesh agreements, the future instrument is to keep an eye especially on regional carbon sources and sinks.

von Entwicklungen aus dem nationalen Raumfahrtprogramm mit hoher Wertschöpfung erlaubt – wie die Radartechnologie, deren Reife die deutsche Instrumentenführung bei Sentinel-1 sicherte. Mit der hohen Zeichnung in Luzern kann diese auch in Zukunft weiter ausgebaut und der Zugang zu strategischen Schlüsseltechnologien gewahrt werden. In dieser „EOEP-Ideenschmiede“ entstanden bisher die ESA-Missionen Gravity field and steady-state-Ocean Circulation Explorer (GOCE), Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS), CryoSat 2 und die Magnetfeldmission Swarm. Atmospheric Dynamics Mission (ADM/Aeolus), Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer (EarthCARE), BIO-MASS und FLEX sind im Bau. An allen Missionen sind die Deutsche Industrie und Forschungsgruppen maßgeblich beteiligt. Diese spezialisierten Einzelmissionen widmen sich konkreten und drängenden Fragen des Erdsystems.

#### Earth Explorer-Missionen:

**GOCE** hat in seiner viereinhalbjährigen Lebensdauer mit bisher unerreichter Präzision das Schwerfeld der Erde vermessen und dabei alle Erwartungen übertroffen. Die Mission wurde am 17. März 2009 gestartet und hat ihren Betrieb durch spezielle Wahl des Absenkungsorbits am 11. November 2013 eingestellt. Die Ergebnisse sind insbesondere für die Ozeanografie, die Geophysik und die Erforschung des Meeresspiegels von herausragender Bedeutung.

**SMOS** startete am 2. November 2009 und erstellt erstmals globale Karten der Bodenfeuchte und des Salzgehaltes der Ozeane. Beides sind wichtige Größen für ein besseres Verständnis von Klimasystem und Wasserkreislauf. Deutsche Forschergruppen helfen bei der Verwertung der Missionsdaten durch Bodenmessungen und Modellvergleiche und gewinnen zusätzliche Informationen über das Meeresspiegel. Der Erfolg der Mission hat zu einer Verlängerung derzeit bis ins Jahr 2017 geführt.

**CryoSat-2** startete am 8. April 2010 und sammelt seither mit seinen beiden Synthetic-Aperture-Radar-Antennen Daten über die Dicke der polaren Eisüberdeckung und des Meeresspiegels sowie ihrer saisonalen und langfristigen Veränderungen. Dadurch werden Forschungsarbeiten zu den Zusammenhängen zwischen Eisschmelze, Klimawandel und Meeresspiegelanstieg möglich. Hauptauftragnehmer war die Airbus Defence & Space in Friedrichshafen. Nicht nur das Übertreffen der Missionsziele, sondern auch die wissenschaftlichen Ergebnisse führten zu einer Missionsverlängerung derzeit bis ins Jahr 2017.

nology whose maturity secured instrument leadership for Germany on Sentinel-1. The generous subscription of Lucerne will enable us to consolidate this leadership in the future and safeguard our access to strategic key technologies. The missions forged in the EOEP think tank include Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE), Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS), CryoSat 2, and the magnetic-field mission Swarm. The Atmospheric Dynamics Mission (ADM/Aeolus), Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer (EarthCARE), BIO-MASS and FLEX missions are currently under development. German private-sector and publicly funded research teams play an eminent part in all these missions, each of which is dedicated to a concrete and urgent question about the Earth System.

#### Earth Explorer missions

In its four and a half years of life, **GOCE** has measured the Earth's gravity field at a hitherto unequalled level of precision, surpassing all expectations. Launched on March 17, 2009, the mission terminated operations on November 11, 2013, when a special lower orbit was selected for it. Its findings are of outstanding importance particularly for oceanography, geophysics, and the exploration of the sea level.

**SMOS** was launched on November 2, 2009, the first mission to generate global maps showing soil moisture and the salinity of the oceans. Both are important parameters for improving our understanding of the climate system and the water cycle. Groups of German researchers assist in turning these data to account by performing ground measurements and model comparisons, gaining at the same time additional information about the sea ice. Because of its success, the mission has been provisionally extended until 2017.

**CryoSat-2** was launched on April 8, 2010. Since then, it has been using its two synthetic aperture radar antennas to gather data about the thickness of the polar ice cover and the sea ice as well as their seasonal and long-term changes. Such data permit research into the interaction between ice melt rates, climate change, and rising sea levels. The prime contractor was Airbus Defence & Space of Friedrichshafen. The duration of the mission has been provisionally extended to 2017, not only because it overachieved its programme targets, but also because of its outstanding scientific results.



**Swarm** ist eine Konstellation von drei Satelliten und wurde am 22. November 2013 gestartet. Sie liefert die bisher genaueste Vermessung des Erdmagnetfeldes und seiner zeitlichen Veränderungen. Daraus sollen neue Einblicke in den Aufbau und die Prozesse im Erdinneren und in der oberen Atmosphäre gewonnen werden. Zusätzlich profitieren viele verschiedene Anwendungsgebiete wie Weltraumwettervorhersage und Navigation von der Mission. Airbus Defence & Space in Friedrichshafen war Hauptauftragnehmer für den Bau der drei Satelliten, die auf demselben Konzept wie die ebenfalls dort gebauten Satelliten CHAMP, GRACE und Cryosat-2 basieren.

**ADM/Aeolus** wird die globalen Windfelder mit einer weltweit einheitlichen Genauigkeit beobachten. Bisher konnten solche Messungen nur durch Wetterballonaufstiege oder durch Verkehrsflugzeuge entlang ihrer Flugrouten gesammelt werden. Die Daten von ADM/Aeolus schließen eine Lücke im meteorologischen Beobachtungsnetzwerk und werden die numerische Wettervorhersage – besonders die mittelfristige – erheblich verbessern. ADM/Aeolus verwendet ein neues Messverfahren auf Basis starker Laser-Pulse – Europas erste LIDAR-Mission im Erdorbit, die Ende des Jahres 2017 starten soll.

**EarthCARE** ist eine japanisch-europäische Gemeinschaftsmision. Sie untersucht die Zusammenhänge und Wirkungen von Wolken und Aerosolpartikeln auf den Strahlungshaushalt der Erde. Wolken, Aerosole und deren Wechselwirkungen sorgen in Klimamodellen für große Unsicherheit. EarthCARE wird Wolkenbildungsprozesse genau erfassen und so die numerische Wettervorhersage weiter verbessern. Der Satellit wird von Airbus Defence & Space in Friedrichshafen gebaut und soll voraussichtlich im Jahr 2019 starten.

**BIOMASS** wird mit seinem P-Band Synthetic-Aperture-Radar den globalen Biomassegehalt der Vegetation besser als bisher bestimmen. So soll die Mission dabei helfen, den globalen Kohlenstoffkreislauf besser zu verstehen und damit den Treibhausgaseneffekt und dessen Auswirkung auf das Klima präziser voraussagen. Ihr Start ist für das Jahr 2021 vorgesehen. Airbus Defence & Space in Friedrichshafen ist für die Instrumente des Satelliten verantwortlich.

**Swarm** is a constellation of three satellites that took off on November 22, 2013. They deliver the most precise survey ever obtained of the Earth's magnetic field and its changes over time. It is hoped that this will lead to new discoveries relating to the structures and processes in the Earth's interior as well as in the upper atmosphere. In addition, numerous areas of application, such as space weather forecasts and navigation, benefit from the mission. Airbus Defence & Space of Friedrichshafen was the prime contractor for the construction of the three satellites which are based on the same concept as the CHAMP, GRACE, and Cryosat-2 satellites which were also built there.

**ADM/Aeolus** will make uniformly precise observations of global wind fields. So far, such measurements could be gathered only by weather balloons or commercial aircraft along their flight routes. The data of ADM/Aeolus will close a gap in the network of meteorological observations and improve particularly medium-term numerical weather forecasts considerably. ADM/Aeolus will use a new measuring method based on powerful laser pulses – Europe's first LIDAR mission in orbit, which is scheduled to take off at the end of 2017.

**EarthCARE** is a joint Japanese-European mission. It will investigate the interactions and effects of clouds and aerosol particles on the Earth's radiation budget. Clouds, aerosols, and their interactions cause great uncertainty in climate models. EarthCARE will exactly analyse the processes by which clouds form, thus further improving numerical weather forecasts. The satellite is being built by Airbus Defence & Space of Friedrichshafen and is expected to launch in 2019.

With its P-band synthetic aperture radar, **BIOMASS** will be able to determine the vegetation's global biomass content better than before. It is expected that this will help improve our understanding of the global carbon cycle and thus enable us to predict more precisely the greenhouse-gas effect and its impact on the climate. Its launch is scheduled for 2021. Airbus Defence & Space of Friedrichshafen is responsible for the satellite's instruments.

From 2022 onwards, **FLEX** will be observing fluorescence in vegetation, focusing on plant growth parameters and vegetation stress: under what ecological conditions will vegetation

**Wie verändert sich das Eis unseres Planeten? Dieser wichtigen Frage gehen mehrere europäische Satelliten nach. Die Mission CryoSat-2 sowie der Erdbeobachtungssatellit Sentinel-1A überwachen die Eismassen an den Polen. Ihre Aufnahmen liefern uns aktuelle Zustandsberichte und helfen uns gleichzeitig dabei, die Entwicklungen nachzuvollziehen. Diese Karte zeigt die Veränderungen in der Region der Antarktischen Halbinsel von Dezember 2014 bis März 2016.**

**What is happening to our planet's ice deposits? This important change process is being monitored by several European satellites. CryoSat-2 and Sentinel-1A monitor the polar ice masses. Their images constantly update us on the current status and at the same time help us understand the underlying processes. This map demonstrates the changes that have occurred on the Antarctic Peninsula between December 2014 and May 2015.**

**Aeolus ist in der griechischen Mythologie der Gott der Winde: Er hält – der Legende nach – die vier Winde nördlich von Sizilien in den Höhlen von Liparos gefangen und lässt sie auf Befehl der höheren Götter als leichte Brise, Böen oder Sturm entweichen. Damit eignet sich dieser griechische Gott ideal als Namensgeber, denn die Earth Explorer Mission ADM/Aeolus wird weltweit dreidimensionale Windfelder beobachten und vermessen. Als erster Satellit überhaupt trägt er als Nutzlast einen Dopplersonde und ein Spiegelteleskop, womit nach dem Lidar-Prinzip Luftströmungen großräumig erfasst werden sollen. So wird der Windwächter die Windprofilmessung und damit auch die atmosphärischen Modellierungs- und Analysetechniken revolutionieren – ein wesentlicher Beitrag zu einer neuen Qualität in der Wettervorhersage und Klimaforschung.**

**In Greek mythology, Aeolus is the god of the winds. Legend has it that he is keeping the winds imprisoned in the caves of Liparos in the north of Sicily, from whence he releases them either as a light breeze, gusts or a gale, at the command of the senior gods. This makes the Greek god an ideal eponym since the worldwide Earth Explorer mission ADM/Aeolus will be observing and measuring the Earth's wind fields in three dimensions. It will be the first satellite ever to carry a Doppler laser instrument and a reflecting telescope which will record air flows in large areas according to the Lidar method. The 'wind watcher' will thus revolutionise wind profiling and atmospheric modelling and analysis techniques. Aeolus will deliver a vast improvement in weather forecasting and climate research.**

Ab dem Jahr 2022 soll **FLEX** die Fluoreszenz der Vegetation beobachten und so vor allem die Wachstumsparameter der Pflanzen beziehungsweise den Vegetationsstress beobachten: Unter welchen ökologischen Bedingungen entwickelt sich die Vegetation großflächig? FLEX wird dabei helfen, diese Frage zu beantworten und so auch Informationen über Nahrungsmittelwachstum liefern – ein wichtiger Umstand bei schnell wachsender Erdbevölkerung. Die Firma OHB in München ist stellvertretender Hauptauftragnehmer für das Instrument in der FLEX-Mission.

#### Brutkasten der europäischen Erdbeobachtung

Vor jeder neuen Mission müssen die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen sorgfältig vorbereitet werden – vor allem, wenn langfristige, operationelle Missionsfamilien in Betrieb genommen werden sollen. Das EOEP ist hierfür das ideale Programm – der Brutkasten und das technologische Rückgrat für die operationelle europäische Erdbeobachtung. Sowohl die Wettersatelliten von EUMETSAT und die meisten ihrer Messinstrumente, wie auch die Sentinel-Satelliten des Copernicus-Programms – eine gemeinsame Initiative von EU und ESA zum Aufbau eines eigenständigen Systems für die globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung – haben ihre Ursprünge in den Entwicklungen des EOEP. So werden derzeit beispielsweise weitere Missionen im Zusammenhang mit Copernicus technologisch vorbereitet.

Der langfristige Planungshorizont bei Copernicus und EUMETSAT ist typisch für operationelle Programme und bietet somit eine große Chance für deutsche Industrieunternehmen, sich im Rahmen der ESA-Programme attraktive Folgeaufträge für Serienproduktionen zu sichern. Die Sentinel-Daten sind öffentlich und kostenlos über das Internet verfügbar. Das macht die Entwicklung innovativer Dienstleistungen bei geringem Kapitaleinsatz möglich. Auch die wissenschaftliche Forschung profitiert von diesem unkomplizierten Zugang zu umfassenden, qualitätsgesicherten Beobachtungsdaten. Um dieses einfache und stabile „Tor“ zu den Sentinel-Daten weiter zu verbessern, wird das Copernicus-Bodensegment ausgebaut. Die hierfür nötigen Entwicklungsaufgaben sollen zu einem erheblichen Anteil in deutschen Instituten geschehen.

#### Entwicklungshilfe aus dem Orbit

Die Vereinten Nationen waren der Antrieb für die internationale Entwicklungszusammenarbeit seit dem Jahr 2000. Nach dem Ablauf des Millennium-Entwicklungsprozesses im Jahr 2015 wird diese Arbeit fortgesetzt und verstärkt auf Nachhaltigkeit gesetzt (sustainable development goals, SDG). Diese strategi-

spread across large areas? FLEX will help us to answer this question, providing at the same time information about the growth of food plants – important information in the face of a swiftly growing global population. OHB Munich is co-prime for the instrument of the FLEX mission.

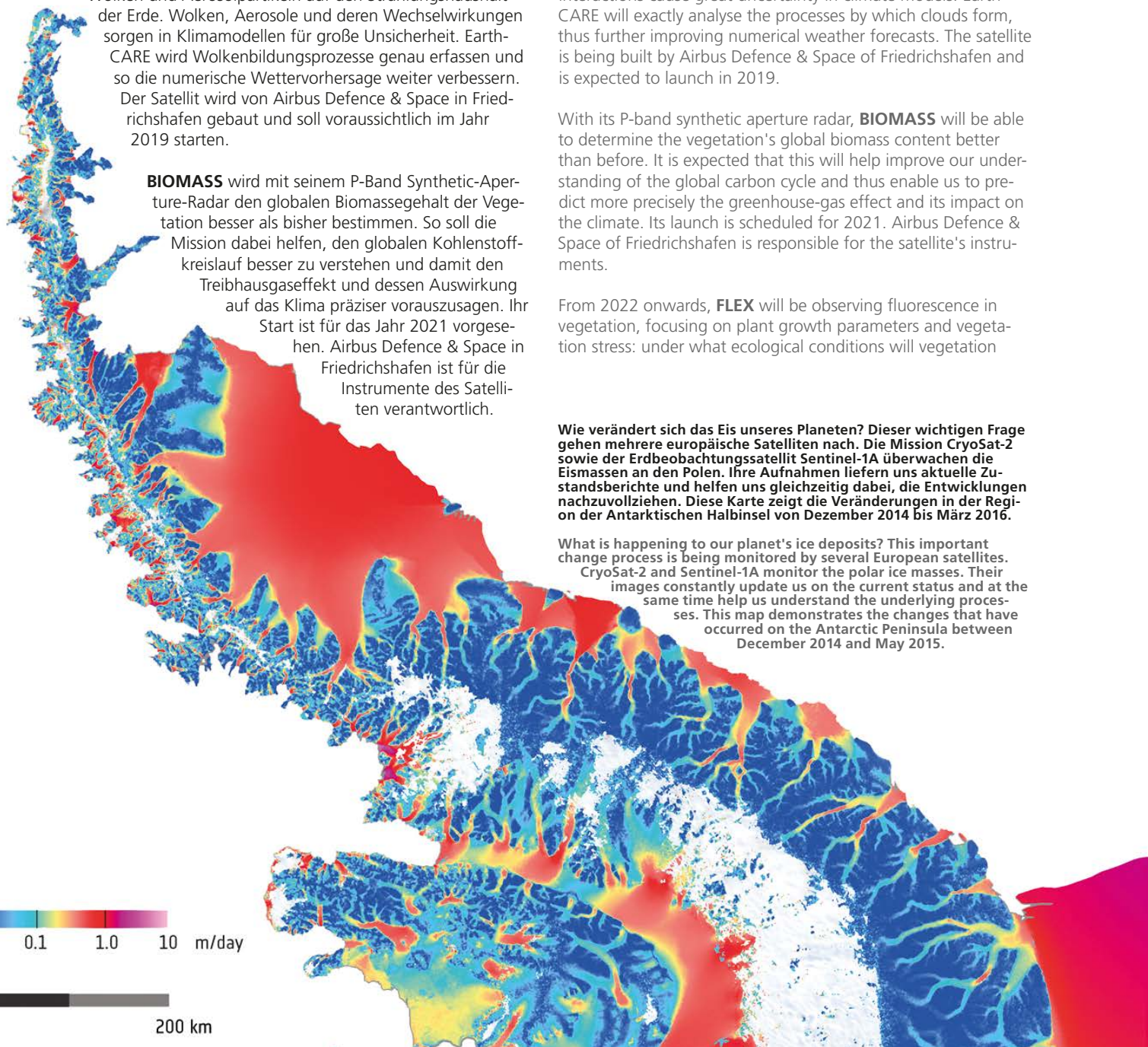
#### The incubator of European Earth observation

Before the start of every new mission, major scientific and technical preparatory work is required – particularly when commissioning long-term operational mission families. The EOEP is the ideal programme for this purpose – the incubator and technological backbone of operational European Earth observation. The EUMETSAT weather satellites and most of their measuring instruments as well as the Sentinel satellites of the Copernicus programme – an initiative conducted jointly by the EU and ESA to set up an independent system for global environmental and security monitoring – originated in developments made under the EOEP. For example, technology preparations for further missions related to Copernicus are currently underway.

Typical of operational programmes, the long-range planning horizon of Copernicus and EUMETSAT provides German industrial enterprises with a great opportunity to secure for themselves attractive follow-up orders for serial production under the ESA programmes. Sentinel data are public and available free of charge online. This enables innovative services to be developed at a low capital outlay. Scientific research similarly benefits from this uncomplicated access to comprehensive, quality-assured observation data. To further improve this simple and stable 'gateway' to Sentinel data, the Copernicus ground segment is to be upgraded. A considerable part of the requisite development work is expected to be done by German institutes.

#### Development aid from orbit

The United Nations have been a motor of international development co-operation ever since the year 2000. After the end of the millennium development process in 2015, the work is being continued with an even greater focus on sustainable development goals (SDGs). This strategic reorientation will bring about a transformation in public-sector development co-operation, triggering a growing demand for reliable, globally available information. Earth observation could make a crucial contribution towards meeting this demand for information, thus helping to plan and implement development initiatives and verify their efficiency.





sche Neuausrichtung wird die öffentliche Entwicklungszusammenarbeit stark verändern und damit die Nachfrage an verlässlichen, global verfügbaren Informationen wachsen lassen. Die Erdbeobachtung kann einen entscheidenden Beitrag zur Deckung dieses Informationsbedarfs leisten und damit bei der Planung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Entwicklungsmaßnahmen helfen.

Daher werden im Rahmen des EOEP-Programms jetzt auch innovative satellitengestützte Informationsprodukte und -dienste für die nachhaltige Entwicklung unterstützt. Damit sollen multilaterale Entwicklungsbanken, beteiligte nationale Organisationen sowie weitere Stakeholder eigene Projekte und Programme umsetzen. So soll Erdbeobachtung ein fester Bestandteil bei Planung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen der Entwicklungszusammenarbeit werden.

**Zeitreihen als Schlüssel für die Klimaforschung**

Klimaschutz und -voraussagen sind nur dann erfolgreich, wenn Messdaten archiviert und bewertet werden. Nur ausreichend große Zeitreihen zeichnen ein verlässliches Bild, wie sich unser System Erde klimatisch verändert, denn sie liefern Erkenntnisse für eine stabile Klimamodellierung auf Basis von genauen Daten. Dazu benötigt man nicht nur die reinen Messdaten, sondern auch deren Synthese über lange Zeiträume. Viele Erkenntnisse zum Klimawandel sind schon seit geraumer Zeit Teil der Daten, die man durch die Earth Explorer- und Copernicus-Missionen gesammelt und ausgewertet hat. Gerade diese einheitlich von Klimavariablen wie Niederschlag, Temperatur, relative Luftfeuchte oder Biomasse abgeleiteten Datenreihen über eine größere Zeitspanne – wenn möglich, aus mehreren Satellitenmissionen – leisten einen systematischen Beitrag zur Klimaforschung und modellierung. Diese Zeitreihen sind ein wesentlicher Bestandteil des Klimadatenpools – unter anderem auch zum Copernicus-Klimadienst. Von ihnen können Indikatoren zur Änderung unserer Umwelt durch den Klimawandel hergeleitet werden. Auf diese

The EOEP programme now also supports innovative satellite-based information products and services for sustainable development. They will be used by multilateral development banks, participating national organisations, and other stakeholders to implement their own projects and programmes. Thus, Earth observation will become a standard tool in planning, implementing, and reviewing measures of development co-operation.

„Die bei der ESA-Ministerratskonferenz 2016 erreichten Beiträge für die Erdbeobachtung ermöglichen es, unsere Vision weiterzuverfolgen: Nutzbarmachung der weltraumgestützten Erdbeobachtung zum Wohle der europäischen Bürger – in Unterstützung politischer Prioritäten, unter Berücksichtigung sich verändernder Rahmenbedingungen und zur Erschließung neuer wirtschaftlicher Potenziale.“

Josef Aschbacher, ESA-Direktor für die Erdbeobachtungsprogramme

‘The commitments for resources for Earth observation made at the 2016 ESA Ministerial Council conference enable us to continue pursuing our vision: using satellite Earth observation to benefit Europe’s people – by supporting political priorities, taking into account changing conditions, and opening up new business potentials.’

Josef Aschbacher, ESA Director of Earth Observation

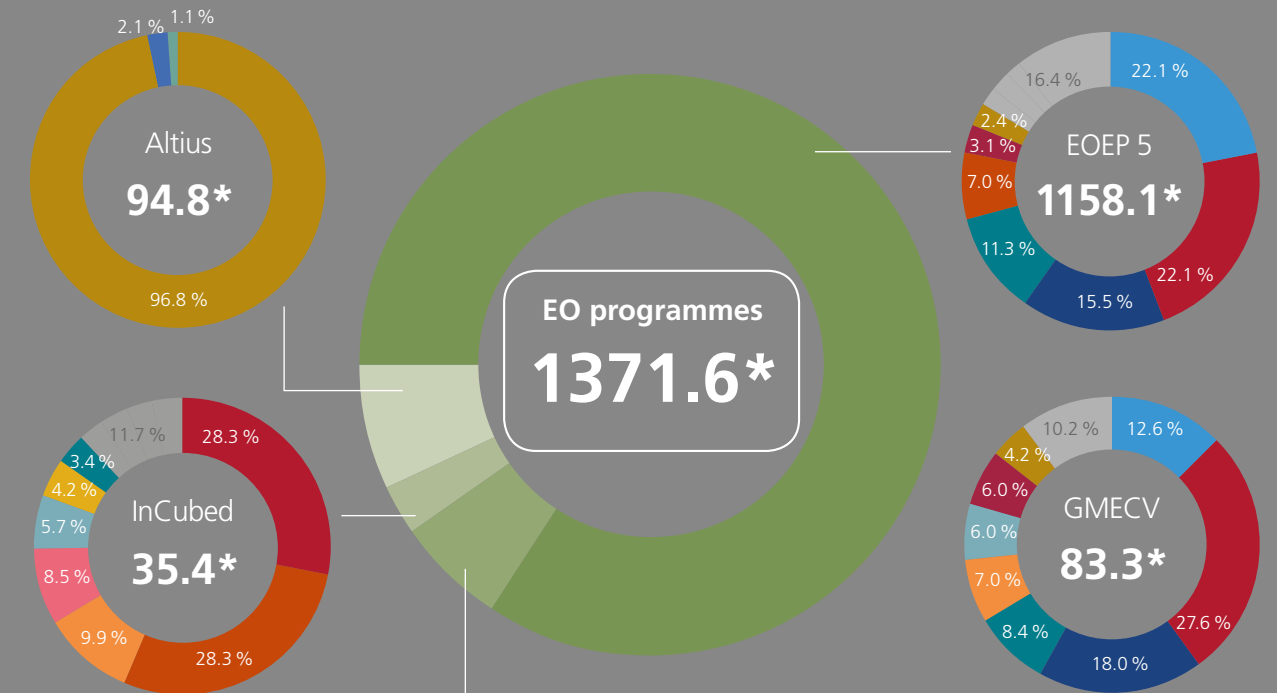
**Time series as a key to climate research**

Climate protection and forecasts can be successful only if all data are properly archived and evaluated. A reliable idea of how the climate changes within the system of our Earth can be obtained only from time series of sufficient length,

with precise data for stable climate models. What is required is not monitoring data alone but the synthesis of monitoring data over an extended period of time. For a substantial stretch of time, data relating to climate change has been gathered and evaluated from the Earth Explorer and Copernicus missions. These extensive time series derived from climate variables such as precipitation, temperature, relative humidity, or biomass in a uniform approach – delivered if possible by more than one satellite mission – form a systematic contribution to climate research and modelling. They constitute an essential part of our climate data pool and are, among other things, included in the Copernicus climate service. They serve to derive important climate change indicators. Climate policymakers worldwide rely on this data for their climate-related decisions, one eminent case in point being the Paris Climate Protection Agreement of the UN. Other services, such as those monitoring sea levels and/or increasing aridity, equally benefit from this climate indicator data.

The ESA climate initiative (CCI+), the continuation of which was adopted at this year’s ministerial conference and to which Germany will continue to make a substantial contribution, is based

**Höher- und Neuzeichnungen der Erdbeobachtungsprogramme**  
Subscriptions of the Earth observation programmes



\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
To read this infographics, please open the caption on page 79



Erdbeobachtungssatelliten übernehmen auch eine wichtige Aufgabe in der Stadtentwicklung. Aus ihrer Perspektive lassen sich Veränderungen ideal beobachten. Sie helfen so bei der Planung neuer Stadtteile. Diese Aufnahme zeigt die Stadt Bonn mit dem Sitz des DLR Raumfahrtmanagements. Von dort aus sind viele deutsche ESA-Delegierte nach Luzern aufgebrochen, um auf der ESA-Ministerratskonferenz 2016 über die Zukunft der europäischen Raumfahrt zu verhandeln.

Earth observation satellites also have an important role to play in urban development. They provide us with an ideal perspective from which to study ongoing changes, a helpful instrument in urban planning. This image shows the city of Bonn and the headquarters of the DLR Space Administration. This is the place from which many German ESA delegates headed for Lucerne to represent Germany in the negotiations on the future of space at the 2016 ESA Ministerial Council conference.

Daten vertrauen Politiker weltweit, wenn sie Entscheidungen in der Klimapolitik treffen. Prominentes Beispiel ist das UN-Klimaschutzabkommen von Paris. Auch Dienste, die auf die Klimaindikatoren zurückgreifen, profitieren von diesen Daten – so zum Beispiel beim Anstieg von Meereshöhen beziehungsweise bei der zunehmenden Trockenheit.

Die ESA-Klimainitiative (CCI+), deren Verlängerung auf der diesjährigen Ministerratskonferenz beschlossen wurde und an der sich Deutschland auch weiterhin maßgeblich beteiligt, baut nicht nur auf einem einheitlichen Algorithmus auf, mit dem eine Klimavariablen und deren Zeitreihe abgeleitet werden können. Durch eine Einbindung dieses Algorithmus ins Gesamtsystem kann, wenn nötig, eine Zeitreihe zudem erneut berechnet werden. Diese sogenannte systemtechnische Implementierung steht nach CCI+ anderen Programmen auch außerhalb der ESA für Neuberechnungen zur Verfügung. In CCI+ wird nun einerseits das Portfolio an Klimavariablen anhand von Satellitenmessungen ausgebaut und andererseits in enger Zusammenarbeit mit der EU für die Copernicus-Dienste aufbereitet. Neu sind kleine zusätzliche Teilprojekte, die in einem holistischen Ansatz aus den Erkenntnissen zu mehreren Klimavariablen Ergebnisse zu den verschiedenen Zyklen des Klimas wie zum Beispiel Wasser und Energie ableiten. CCI+ wird, wie auch sein erfolgreicher Vorgänger, seinen Beitrag bei der United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) zur Erfassung von Beobachtungsdaten leisten. Deutsche Forschungsinstitute und KMUs sind bisher in diesem Programm gut aufgestellt und werden ihre Erfahrungen von der Messung der Satellitendaten bis zur Klimaforschung sowie der Ableitung von Indikatoren auch weiterhin erfolgreich einbringen.

not only on a uniform algorithm by which climate variables and time series are to be derived. The integration of the algorithm into the overall system will also permit re-computing a time series when required. This system engineering implementation will be available not only to CCI+ but also for re-computation problems outside the ESA programme context. Under CCI+, the portfolio of climate variables will be supplemented by further satellite data and, in close co-operation with the EU, also adjusted to suit the requirements of the Copernicus services. A number of small sub-projects have been newly included which use a holistic approach to gather further knowledge on climate cycles, such as water and energy cycles, from a combination of climate variables. Like its successful predecessor, CCI+ will contribute its observation data to the United Nation’s Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). So far, German research institutes and SMEs have become well established in this programme, and they will continue to contribute their experience in satellite data, climate research, and the derivation of indicators with a great measure of success.



# Fit für die Zukunft der Satellitenkommunikation

Vom deutschen ESA-Delegierten Dr. Frank Bensch

# Fit for the future of satellite communications

By German ESA delegate Dr Frank Bensch

Der Name ist Programm: Mit „Electra“ möchte die Europäische Weltraumorganisation ESA einen Kommunikationssatelliten rein elektrisch – statt wie bislang üblich mit chemischen Triebwerken – entwickeln, bauen und starten. Die Energie liefert die Sonne. Als sogenannte Public-Private-Partnership (PPP) wurde die Mission beschlossen. Sie ist Teil des ARTES-Programms der ESA. Deutschland ist mit 64 Prozent der Hauptzeichner. Private Partner von Electra sind der luxemburgische Satellitenbetreiber SES und die deutsche OHB System AG.

The message is in the name: with ‘Electra’, the European Space Agency ESA intends to develop, build and launch a communication satellite that is entirely powered by electric energy instead of conventional chemical propulsion. The energy comes from the Sun. It was decided to run the mission as a public-private partnership. It is a part of ESA’s ARTES programme. Germany is its biggest subscriber, contributing 64 per cent of the total funding. Electra’s private-sector partners are the Luxembourgian satellite operator SES and Germany’s OHB Systems AG.



Die Satellitenkommunikation hat längst ihren Einzug in den Alltag gefunden und beschränkt sich dabei schon lange nicht mehr nur auf die Ausstrahlung von TV-Programmen. Auch in der Breitbandkommunikation, bei der Weiterleitung von Rundfunksignalen und bei Telefonie über große Distanzen sowie im „Internet der Dinge“ kommt immer häufiger der Satellit zum Einsatz. Dabei ist dem Endnutzer oft nicht bewusst, dass ein Teil der Kommunikationsstrecke auch auf Weltrauminfrastruktur zurückgreift. Neben den Privat- und Geschäftskunden nutzt auch die öffentliche Hand verstärkt die Satellitenkommunikation. Sie kann die bestehenden Infrastrukturen verbinden, stellt aber auch die Handlungsfähigkeit im mobilen Einsatz, bei Naturkatastrophen oder bei Terroranschlägen sicher.

Satellite communication technology entered our daily lives a long while ago, and it is no longer restricted to TV broadcasting. Satellites are also employed increasingly in broadband communication to relay radio signals and telephone calls across large distances, as well as to provide connectivity in the 'Internet of Things'. Frequently, end users are not aware that the communication links they use rely in part on space infrastructure. Besides private and business customers, satellite communication is increasingly used by government agencies. Satcom is not only able to close gaps in existing infrastructures but also ensures connectivity for mobile operations in events such as natural disasters or terrorist attacks.

### Satellitenkommunikation im Umbruch

Der kommerzielle Markt steckt in einem großen Umbruch. Im TV-Bereich verschiebt sich der Medienkonsum vom festen Programm zum Fernsehen „auf Abruf“. Der moderne Nutzer ist mobiler geworden und möchte Filme und Sendungen jederzeit überall sehen – zu Hause wie unterwegs. Die gewohnten Kommunikationswege werden damit nicht „ausrangiert“, sondern die Grenze zwischen mobiler und ortsfester Kommunikation, Rundfunk und Breitbanddiensten verschwimmt immer mehr. Der Satellit wird hier weiterhin eine Rolle spielen – auch wenn sich diese noch nicht klar abzeichnet. Bei maritimen und aeronautischen Fragen wird man auf Satelliten nicht verzichten können. Die globale Vernetzung von Satellitenkapazitäten drängt ebenfalls in den Vordergrund. Initiativen kommen von Betreibern geostationärer Satelliten – aber auch von der „New Space Economy“ mit Konstellationen in niedrigen Umlaufbahnen (Low Earth Orbit – LEO). Damit betreten neue Akteure die Bühne, deren Geschäftsmodelle weit über den bisherigen Markt hinausreichen – mit umwälzenden Konsequenzen für die bisherigen Protagonisten. Aufgrund dieser Markttrends sind flexible Lösungen für einen stark ansteigenden Kommunikationsbedarf gefragt. Gleichzeitig geraten alle Anbieter durch Konkurrenz und immer kurzlebigeren Geschäftsmodelle unter enormen Kostendruck. Investitionen in Weltrauminfrastruktur müssen sich in immer kürzeren Zeitspannen auszahlen. Der gestiegene Innovations- und Kostendruck wird direkt auf die Satelliten- und Komponentenhersteller weitergegeben. Nur wer einfallreich ist und mit flexiblen, kostengünstigen Produkten und Lösungen den Markt bedienen kann, wird langfristig überleben.

### A step change in satellite communications

The commercial market is in the middle of an extensive reorganisation. In the TV sector, media users are shifting from watching scheduled programmes to consumption 'on demand'. Having become more mobile, modern users want to view films and other content anywhere and at any time – at home or elsewhere. This does not make established communication paths obsolete, but the borderlines separating mobile and fixed-network communication, radio, and broadband services are getting blurred. The role of satellites will continue but is not clearly outlined yet. It is unlikely that maritime and air traffic will be able to do without satellites. Moreover, a global network of shared satellite capacities is expanding, with initiatives coming from operators of geostationary satellites as well as from the 'New Space Economy' using Low Earth Orbit (LEO) constellations. This means that new actors are entering the stage whose business models reach far beyond the established market – with revolutionary consequences for its present protagonists. These market trends have created a demand for flexible solutions for a swiftly increasing need for communication. At the same time, all providers are coming under enormous cost pressure because of competition and the ever-shorter lifespan of business models. Investments in the space infrastructure must pay off faster. The need for innovation and the associated cost pressure is passed on directly to the manufacturers of satellites and components. In the long run, only those will survive who are inventive and able to provide the market with flexible, cost-efficient products and solutions.

### Die ARTES-Programme als flexible Unterstützungswerkzeuge

Die Förderprogramme der Satellitenkommunikation sind in den ARTES-Förderlinien (Advanced Research in Telecommunication Systems) gebündelt. Diese Programme müssen auf die neuen Herausforderungen reagieren, ohne die langfristigen strategischen Ziele aus den Augen zu verlieren. Der Industrie wird dabei Freiraum gegeben, ihre Zukunft so weit wie möglich selbst zu gestalten. Im Gegenzug muss sie sich mit ihrem Eigenkapital einbringen. Dieser Ansatz wird bereits seit dem Start des ESA-Telekommunikationsprogramms vor mehr als 20 Jahren verfolgt. Die aktualisierten Rahmenprogramme für Geräte- und Anwendungsentwicklungen bildeten daher auch in Luzern das Rückgrat der Förderlinien. Bisher gab es jedoch unabhängige Instrumente, die Teilgebiete oder einzelne Schritte in der Entwicklungskette förderten. Sie werden nun zu einem Rahmenprogramm ARTES „Core Competitiveness“ zusammengeführt. Ergänzt wird dieses Element durch das allgemeine Studienprogramm ARTES „Future Preparations“, ARTES „ScyLight“ mit dem Schwerpunkt auf der optischen Satellitenkommunikation und ARTES „IAP“ zu den integrierten Anwendungen.

„Mit unserer Programmbeiträgen sorgen wir für die nötige Kontinuität, setzen aber gleichzeitig neue Akzente auf besonders zukunftsreiche Themen. Die Profile bewährter und erfolgreicher Programme werden geschärft und mit optischen Kommunikationstechnologien ein neuer Schwerpunkt gesetzt.“

Dr. Frank Bensch, deutscher ESA-Delegierter für die Satellitenkommunikationsprogramme

'By contributing to the programme, we help ensure its continuity while at the same time highlighting particularly promising subjects, sharpening the profiles of proven and successful programmes and establishing optical communications technology as a new key research area.'

Dr Frank Bensch, German ESA delegate in charge of the satellite communication programmes

### ARTES programmes provide flexible support

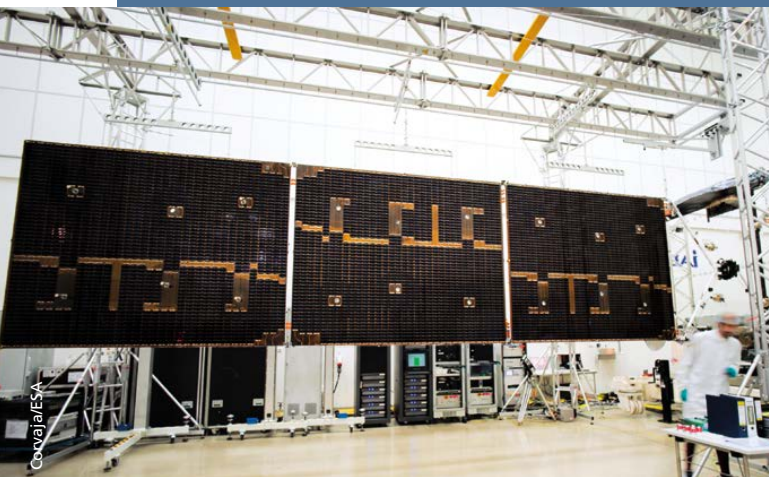
Various funding programmes for satellite communication have been pooled under the ARTES funding lines (Advanced Research in Telecommunication Systems). These programmes need to respond to new challenges without losing sight of their long-range strategic objectives. The industry receives maximum possible freedom to shape its own future. In return, companies have to commit some of their own capital. This approach has been followed ever since the ESA telecommunications programme was launched more than 20 years ago. Consequently, the updated framework programmes for the development of devices and applications formed the backbone along which the funding lines were discussed at Lucerne as well. While the current practice has been to use independent instruments to promote certain parts of or individual steps in the development chain, these are now being pooled under a framework programme called ARTES 'Core Competitiveness'. This funding element is complemented by a general study programme called ARTES 'Future Preparations', the ARTES 'ScyLight' programme, which focuses on optical satellite communications, and ARTES 'IAP' which deals with integrated applications.

Der Grundgedanke, die Industrie stärker in die Definition und Kofinanzierung der Vorhaben mit einzubeziehen, setzt sich aber auch zunehmend bei der Entwicklung ganzer Satelliten und Kommunikationssysteme durch. Wurden bisher in den ARTES-Satelliten-Programmen wesentliche Designentscheidungen auch von der ESA getroffen, so treten jetzt vermehrt öffentlich-private Partnerschaften – sogenannte PPPs – an diese Stelle. Hierbei entscheiden Endkunde (Betreiber) und die Industrie (Satelliten- oder Bodensegmenthersteller) über die technologische Umsetzung und sind gleichzeitig auch Finanzpartner. Bereits auf der Ministerratskonferenz 2012 in Neapel wurde das ARTES „Partner“ Programm mit Electra als erstem Vorhaben geschaffen. Seit Neapel kamen vier weitere Unterlinien hinzu: die Entwicklung eines Satelliten mit einer besonders flexiblen Nutzlast („Quantum“), die Entwicklung des mobilen Kommunikationssystems nächster Generation („ICE“) und zwei Entwicklungsprogramme für innovative Bodensegmentssysteme („Indigo“ bzw. „ECO“). In Luzern wurde ARTES Partner um vier weitere PPPs ergänzt. Diese betreffen Dienstleister für In-Orbit-Verifikationen („Pioneer“), die behördliche Satellitenkommunikation („Govsatcom

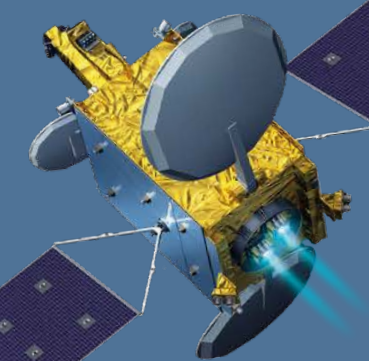
The idea of involving the industry more closely in defining and co-funding projects is also making headway in the development of entire satellites and communication systems. While essential design decisions relating to ARTES satellite programmes in the past used to be taken by ESA, its place is now being taken increasingly by public-private partnerships, also known as PPPs. End customers (operators) and the industry (manufacturers of satellites or ground segments) decide on technological implementation while at the same time acting as financial partners. The ARTES partner programme, whose first project was Electra, was created in 2012 at the Naples conference of the Ministerial Council. After Naples, four more sub-lines were added: the development of a satellite featuring a particularly flexible payload capability ('Quantum'), the development of the next-generation mobile communications system ('ICE'), and two programmes to develop innovative ground segments ('Indigo' and 'ECO'). At Lucerne, four more PPPs were added to the ARTES Partner scheme. These are service providers dealing with in-orbit verifications ('Pioneer'), governmental satellite communications ('Govsatcom precursor programme'), ultra-high frequency satel-

Electra als deutsche Antwort auf den Umbruch im Satellitenkommunikationsgeschäft: SmallGEO ist eine deutsche Telekommunikationssatellitenplattform, die bei der Bremer Firma OHB montiert wird (l.) und am 27. Januar 2017 starten soll. Das gewonnene Know-how wird jetzt für den Electra-Satelliten (r.) genutzt. Der Vertrag zu dieser Mission wurde am 11. März 2016 in Luxemburg unterschrieben. Gegenüber SmallGEO wird bei ihm jedoch die Nutzlastkapazität mehr als verdoppelt. In seinem Antriebssystem kommen ausschließlich elektrische Triebwerke zum Einsatz, die sowohl die Lageregelung als auch die Anhebung aus dem Transfer- in den geostationären Orbit erledigen. Das verringert die Startkosten erheblich. „Rein elektrische“ Satelliten sind somit eine Antwort auf den gestiegenen Kostendruck.

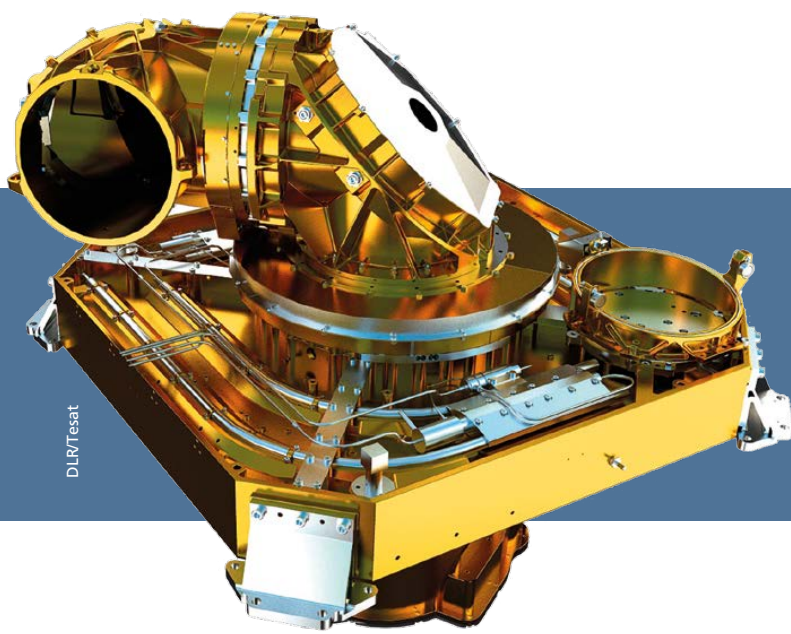
Electra is Germany's answer to the current transformation in the satellite communications business. SmallGEO is a German-built telco-sat platform, assembled at Bremen's OHB (l.) and due for launch on January 27, 2017. The knowhow gathered in the process is now applied for the development of the Electra satellite (r.), which will have more than twice the payload capacity of SmallGEO. The Electra contract signing was celebrated on March 11, 2016 at SES premises in Luxembourg. It will be exclusively powered by electric thrusters, which will handle both its attitude control as well as carrying it from its transfer orbit to its final geostationary position. This will significantly lower its launch costs, and make "purely electric" satellites the answer to rising cost pressures.



Carni/ESA







In der Satellitenkommunikation führt zukünftig kein Weg an der Laserkommunikation vorbei: Die Technologieentwicklung hierzu wurde im nationalen Programm bereits seit mehr als 15 Jahren gefördert und das Laser Communication Terminal (LCT) von der Firma Tesat im baden-württembergischen Backnang entwickelt. Mit „ScyLight“ erhält die optische Kommunikationstechnologie ein eigenes Programm.

Laser technology is the inevitable future of satellite communication: the technology has been developed and funded under the German National Space Programme for more than 15 years. The Laser Communication Terminal (LCT) was developed by Tesat, a company based in Backnang in the German state of Baden-Württemberg. Optical communications technology will now be promoted by its own programme, 'ScyLight'.

DLR/Tesat

Vorläuferprogramm“), Satellitenkommunikation bei höchsten Frequenzen („Lynxsat“) und ein Bodensegment-Programm für Satelliten mit hoher Datenkapazität („Aidan“). Da es sich in allen Fällen um ein klar umrissenes Industriekonsortium handelt, ist somit auch der Kreis der Teilnehmerstaaten überschaubar.

#### „Future Preparation“ und „Core Competitiveness“ – der Kern der ARTES-Programme

„Future Preparation“ ist für alle ARTES-Teilnehmer Pflicht. Hier werden Marktanalysen und Systemstudien durchgeführt, daraus die Entwicklungsfahrpläne anderer Linien abgeleitet sowie Standardisierungsthemen vorangetrieben. „Future Preparation“ bildet somit die notwendige Grundlage aller weiteren Programmlinien. „Core Competitiveness“ bündelt die bisher unabhängigen Teilprogramme zur Technologie- und Produktentwicklung – als sehr flexibles Instrument ein Hauptstandbein der ARTES-Förderung. Hier kann die gesamte Palette der Satellitenkommunikation gefördert werden – von Weltraumkomponenten bis zum Bodensegment, von grundlegenden Untersuchungen und Studien bis zu einer In-Orbit-Verifikation. Entsprechend vielfältig sind auch die Zuwendungsempfänger: Forschungseinrichtungen, KMU sowie große Konzerne werden hier unterstützt, um kurzfristig auf Marktchancen und -bedrohungen zu reagieren und diejenigen Technologien zu entwickeln, welche die Konkurrenzfähigkeit langfristig erhalten. Es wird die Produktentwicklung vom ersten Entwurf über Technologie bis zu einem Produkt und seinem Weltraumtest nahtlos gefördert – eine in sich geschlossene Programmlinie für eine schnellere Umsetzung der Technologie in einen Marktvorsprung. Gefördert werden dabei Industrievorschläge, wobei die Antragsteller auch einen Teil des Vorhabens aus Eigenmitteln einbringen müssen. Abgerundet wird dieses Rahmenprogramm durch eine Technologiekomponente: Aktivitäten, die besonders innovativ und daher lohnend – aber auch mit einem hohen technischen und wirtschaftlichen Risiko verbunden – sind, vergibt die ESA hier im Wettbewerb und finanziert sie vollständig. ARTES „Core Competitiveness“ ist für viele Staaten das wichtigste Satkom-Programm und erhielt eine sehr hohe Zeichnung. Das Vereinigte Königreich ist dabei stärkster Teilnehmerstaat und untermauert damit seinen Führungsanspruch in den ARTES-Programmen vor Frankreich.

#### „ScyLight“ – Schwerpunkt auf optischen Kommunikationstechnologien

Bei der erdgebundenen Breitbandversorgung „schlägt“ die Glasfaser das Kupferkabel. Ähnlich wird bei der Satellitenkommunikation zukünftig kein Weg an der Laserkommunikation vorbeiführen. Der stetig wachsende Bedarf verknüpft zunehmend das Radiofrequenzspektrum. Im Gegensatz dazu ist der optische Frequenzbereich von solchen Einschränkungen frei. Zudem werden hier sehr viel höhere Datenraten erreicht, die zudem die Kommunikation sicherer machen: Stören oder Abhören ist aufgrund des engen Laserstrahls nahezu unmöglich.

lite communication ('Lynxsat'), and a ground segment for satellites featuring high-data capacity ('Aidan'). As all these projects are run by clearly defined industrial consortiums, the number of participating member states is not very high.

#### ‘Future Preparation’ and ‘Core Competitiveness’ – the centrepieces of ARTES

‘Future Preparation’ is mandatory for all ARTES participants. It is concerned with conducting market analyses and system studies to create roadmaps for developing other lines, and to press on with standardisation issues. ‘Future Preparation’ thus provides the necessary basis for all other programme lines. ‘Core Competitiveness’, which bundles the formerly independent sublines on technology and product development, is a highly flexible instrument forming one of the main pillars of ARTES funding. It allows promoting the entire panoply of satellite communications – from space components to ground segments, from basic investigations and studies to in-orbit verification. The range of recipients is highly diverse: funding is provided to research institutions and SMEs as well as large corporations to enable them to respond quickly to market opportunities or threats and to develop technologies that will safeguard their long-term competitiveness. Product development funding is provided seamlessly, from the first draft and the engineering stage to the finished product and its verification in space – a self-contained programme line to speed up the translation of a technology into a market advantage. Funding is awarded for industry proposals, although applicants are obliged to finance their programmes partially with their own money. To complete this framework programme, there is a technology component: activities that are particularly innovative and, consequently, lucrative but also entail high technical and economic risks are assigned directly by ESA after a contest and funded completely. To many states, ARTES ‘Core Competitiveness’ is the most important Satcom programme of all. It obtained very high subscriptions. The United Kingdom is the strongest contributor, thus maintaining its position as the leading country in the ARTES programmes ahead of France.

#### ‘ScyLight’ – focus on optical communication technologies

In ground-based broadband cables, fibre optics beats copper. Inevitably, the satellite communication of the future will also involve laser technology. The steadily growing demand is cutting ever deeper into the range of radio frequencies. The range of optical frequencies, by contrast, has no such restrictions. Moreover, it permits very much higher data rates, and communication is safer: being narrow, a laser beam is almost impossible to jam or tap. Moreover, the quantum effect of light radiation may be used to transmit password information very safely via satellite (quantum cryptography). This makes this method of communication extremely secure even across large distances.

Zusätzlich kann der Quanteneffekt der Lichtstrahlung ausgenutzt werden, um Schlüssel sehr sicher via Satellit zu verteilen (Quantenkryptographie). Damit wird diese Art der Kommunikation auch über große Distanzen extrem abhörsicher.

Die Technologieentwicklung hierzu wurde im nationalen Programm bereits seit mehr als 15 Jahren gefördert. Darauf aufsetzend wird derzeit unter deutscher Führung im ARTES EDRS-Programm (European Data Relay System) ein erstes, operationelles System für diese europäische Datenautobahn aufgebaut. Mit EDRS-A wurde bereits der erste Kommunikationsknoten im Januar 2016 gestartet, ein zweiter wird Ende 2017 folgen. Das Copernicus-Programm der EU nutzt bereits mit der Flotte der Sentinel 1- und -2-Satelliten als Hauptkunde dieses System. Der Startschuss hierzu fiel am 23. November 2016. Mit EDRS ist auch weltweit das Interesse an der optischen Kommunikation enorm gestiegen und beschränkt sich dabei nicht nur auf die Relaisdienste für Erdbeobachtungssatelliten im LEO. Die Verbindung zu aeronautischen Nutzern, die direkte Verbindung vom Satelliten zum Boden, die Vernetzung von LEO-Konstellationen oder die Verbindung zu geostationären Satelliten mit hoher Übertragungskapazität sind mögliche – allerdings auch sehr unterschiedliche – Anwendungsszenarien. Mit „ScyLight“ sollen daher die technologischen Entwicklungen angestoßen werden, um eine Nutzung der optischen Kommunikation für den EDRS-Ausbau und darüber hinaus anzuschließen. Im Blick ist unter anderem eine neue Generation des Terminals für die Kommunikation zwischen Satelliten. Aber auch neue Anwendungsszenarien und Märkte wie die Quantenkryptographie und die Verwendung von optischen Bauelementen bei der Signalverarbeitung auf dem Satelliten selbst stehen im Fokus. Mit seinem Beitrag von 24,1 Millionen Euro hat Deutschland die Programmführung übernommen. Aber auch die Beteiligungen von zehn weiteren Ländern – darunter zehn Millionen Euro von Frankreich und fünf Millionen Euro von Luxemburg – belegen das hohe Interesse und sorgten für eine 118-prozentige Überzeichnung: optische Satellitenkommunikation – ein heißes Thema.

The development of the requisite technology has been regularly funded under the German national programme for more than 15 years. Based on that technology, the first operational European data highway is being set up under the ARTES European Data Relay System (EDRS) programme under German leadership. EDRS-A was the first communication node, launched in January 2016, with the second to follow by the end of 2017. The first anchor client using the system with its fleet of Sentinel-1 and 2 satellites is the EU's Copernicus programme. The starting gun for that was fired on November 23, 2016. EDRS has also given an enormous boost to the worldwide interest in optical communication, which is by no means limited to relay services for LEO Earth-observation satellites. Possible scenarios include a broad range of applications in aviation, direct satellite-to-ground connections, networks of LEO constellations, or links with geostationary satellites of high transmission capacity. Consequently, 'ScyLight' is intended to kickstart the use of optical communication in EDRS expansion and beyond. One of the developments currently looked into is a new generation of terminals for inter-satellite communication. Some entirely new application scenarios and markets are being envisioned as well, such as quantum cryptography and the use of optical components for satellite-borne, on-board signal processing technology. Paying 24.1 million euros towards the programme, Germany has taken the lead among the member states. Major contributions made by ten other countries, including ten million paid by France and five million by Luxembourg – indicate the overall interest in the technology and have, in fact, led to a 118 percent over-subscription. Optical satellite communication appears to be a hot issue.

#### Communications satellites with a German quality label

The first ARTES programme to be led by Germany, SmallGEO, will put communications satellite systems designed in Germany back on the map. For SmallGEO, OHB based in Bremen has assumed leadership for the platform and the satellite as a whole. The payload system leader is Tesat in Backnang. With the launch

„Raumfahrtbasierte Anwendungen und Dienste sind fester Bestandteil unseres täglichen Lebens. Die technischen Entwicklungen in der Raumfahrt, in der Satellitenkommunikation oder auch beim Ausbau der beiden europäischen Raumfahrtprogramme Galileo und Copernicus machen große Fortschritte. Damit gewinnt auch der Downstream-Sektor an Bedeutung und eröffnet Chancen für innovative raumfahrtbasierte Produkte. Das IAP-Programm der ESA unterstützt die Entstehung dieser Anwendungen und Dienste, welche unter Einbeziehung der Nutzer entwickelt werden: Für die Erde ins All zum Nutzen der Gesellschaft.“

Bärbel Deisting (bavAIRia), IAP-Botschafterin für Deutschland

‘Space-based applications and services are part and parcel of our daily life. The technical developments in space technology, in the field of satellite communication and in the expansion of the two European space programmes Galileo and Copernicus are making immense advancements. Consequently, the downstream sector is gaining importance, thus opening up opportunities for innovative space-based products. ESA's IAP program supports the emergence of these applications and services, which are being developed with the involvement of users: Space for Earth - to benefit society.’

Bärbel Deisting (bavAIRia e.V.), IAP Ambassador for Germany

Präzision in der Landwirtschaft: Die VISTA GmbH und die PC-Agrar GmbH haben im Vorhaben „Talking Fields“ eine Anwendung entwickelt, die Landwirte dabei unterstützt, ihre Ressourcen effizienter zu nutzen und somit ihre Felder besser zu bewirtschaften. Neben Kostenersparnis hilft dabei unter anderem ein gezielterer Düngemiteleinsetz, die Umwelt zu schonen.

Precision farming: in a project called 'Talking Fields', VISTA and PC-Agrar have developed an application to assist farmers in using their resources more efficiently and getting a better return from their land. Greater accuracy in spreading fertilisers, besides saving costs, also helps protect the environment.

Patrick Pleu/apa



**Container Tracking:** Im von der luxemburgischen Firma LuxSpace geführten Vorhaben RTICM sind auch die deutschen Projektpartner OHB teledata und megatel vertreten. Mit der entwickelten Anwendung lassen sich die Transportwege von Containern nahezu in Echtzeit planen und überwachen. Damit können rund fünf Prozent der Logistikkosten eingespart werden.

**Container tracking:** LuxSpace in Luxembourg runs a project entitled RTICM with the participation of two German partners, OHB teledata and megatel. The application helps plan the shipment of containers and determine their whereabouts along their entire itinerary in almost real time. This can cut logistics costs by about five per cent.

### Kommunikationssatelliten mit deutschem Gütesiegel

SmallGEO ist das erste deutsch geführte ARTES-Programm und wird Kommunikationssatellitensysteme „designed in Deutschland“ wieder etablieren. Bei SmallGEO hat die Bremer Firma OHB die Führung der Plattform und des Gesamtsatelliten übernommen. Die Systemführung der Nutzlast hat Tesat aus Backnang inne. Mit dem geplanten SmallGEO-Start am 27. Januar 2017 steht dieses Vorhaben nun kurz vor dem Abschluss. Das gewonnene Know-how wird bereits vielfältig genutzt: im zweiten EDRS-Satelliten, im nationalen Programm als Heinrich-Hertz-Mission, aber auch als „Spin-off“ in anderen Programmen wie den geostationären METEOSAT-Wettersatelliten der dritten Generation sowie als Plattform für den Exomars Trace Gas Orbiter, der im Oktober 2016 am Roten Planeten angekommen ist. Auch der Electra-Satellit setzt auf dieses Know-how. Gegenüber SmallGEO wird bei ihm die Nutzlastkapazität jedoch mehr als verdoppelt. In seinem Antriebssystem kommen ausschließlich elektrische Triebwerke zum Einsatz, die sowohl die Lageregelung als auch die Anhebung aus dem Transferorbit in den geostationären Orbit erledigen. Das dauert zwar deutlich länger als mit ihren chemischen Pendanten des SmallGEO, verringert aber die Masse des Satelliten und somit auch die Startkosten erheblich.

„Rein elektrische“ Satelliten sind somit eine Antwort auf den gestiegenen Kostendruck. Hierzu wurde 2015 für das Zielmarktsegment ein verbessertes Design vorgelegt, das über ein PPP der ESA mit dem Betreiber SES aus Luxemburg als Erstkunden für den Satelliten eng an die Markterfordernisse angekoppelt wurde. Das ist entscheidend, denn hier wird keine Eintagsfliege, sondern eine Produktlinie für den kommerziellen Markt entwickelt. Damit wurden aber auch umfangreichere und für Electra optimierte Neuentwicklungen am Satelliten und den zugehörigen Komponenten notwendig. Mit unserer Höherzeichnung über 60 Millionen Euro und den Beiträgen von sechs weiteren Staaten ist die Finanzierung dieser Entwicklung nun sichergestellt. Electra's Erstflug ist für 2021 vorgesehen. An den weiteren Unterlinien im ARTES Partner-Element ist Deutschland nicht beteiligt. Die hier vorgesehenen PPPs stießen jedoch bei anderen Mitgliedsstaaten auf sehr unterschiedliches Interesse. Während „ICE“ insgesamt zu 86 Prozent gezeichnet wurde, stießen in „Pioneer“ und „Govsatcom“ nicht alle vorgeschlagenen Projekte auf Engagement. Auch hier ist das Vereinigte Königreich stark vertreten, Unterstützung kam aber auch von Italien. „Lynxat“ ging vorerst leer aus und auch bei „Aidan“ ist es fraglich, ob das Vorhaben wie geplant umgesetzt werden kann.

### IAP – Weltraumtechnologie für neue Geschäftsmodelle und zum Nutzen der Bürger

Im ARTES-Rahmenprogramm zu den integrierten Anwendungen (IAP) steht nicht die Technologieentwicklung, sondern deren

of SmallGEO scheduled for January 27, 2017, the project is now nearing its conclusion. The know-how gained is already being used in many ways: for the second EDRS satellite, for the Heinrich Hertz mission within the National Programme, and also as a 'spin-off' for other programmes like the third-generation geostationary METEOSAT weather satellite and as a platform for the Exomars trace gas orbiter which arrived at the Red Planet in October 2016. The Electra satellite similarly relies on this know-how, although its payload capacity is more than twice that of SmallGEO. Its propulsion system consists exclusively of electric engines which not only handle attitude control but also boost the satellite from its transfer orbit into a geostationary orbit. While these engines take significantly longer to get there than their chemical counterparts on SmallGEO, this technology considerably reduces the mass of the satellite and, consequently, its launching costs.

This makes 'all-electric' satellites one of the answers to the increase in cost pressure. An improved design was presented in 2015, which was developed in a PPP between ESA and the operator, SES of Luxembourg, the first purchasers of the satellite. The new design closely reflects the target market requirements, which is crucial, because what the engineers want to develop is not a one-day wonder but a product line for the commercial market. However, this also requires modifications to the satellite itself and its components to optimise it for Electra. Our commitment to provide an extra 60 million euros and the contributions put in by six other states secure the funding of this development. Electra's maiden flight is scheduled for 2021. Germany is not involved in any of the other sublines of the ARTES partner element. However, the PPPs envisaged here met with interest from other member states, some of it quite keen. The PPPs proposed were met with a very mixed interest by member states. Whereas 86 per cent of 'ICE' obtained subscriptions, there were fewer takers for projects proposed under 'Pioneer' and 'Govsatcom'. Again, the United Kingdom is strongly represented but there was also some support from Italy. 'Lynxat' did not get any response for the moment, and it is questionable if 'Aidan' will be implemented as planned.

### IAP – space technology for new business models and for the common good

The ARTES Integrated Application Programme (IAP) focuses not on the development of technologies but on their application. Under the heading 'Space tech to benefit Earth', projects are funded that make use of existing infrastructures to develop new services and employ these in ground-based systems. This includes actively approaching both public and commercial users who, not having used space-based infrastructures before, are not aware of the solutions which the space sector may have to

Anwendung im Mittelpunkt. Nach dem Motto „Raumfahrt für einen Nutzen auf der Erde“ werden Vorhaben gefördert, die auf bestehende Infrastrukturen zurückgreifen, um neue Dienste zu entwickeln und diese in erdgebundenen Systemen einzusetzen. Dabei wird auch ganz bewusst auf öffentliche und privatwirtschaftliche Nutzer zugegangen, die Weltrauminfrastruktur bisher nicht angewendet haben und deshalb die Lösungsmöglichkeiten nicht kennen, welche die Raumfahrt ihnen bieten kann. Der Einrichtung eines IAP-Botschafters kommt daher die wichtige Funktion zu, Agenturen und Dienstleister mit Nutzergruppen außerhalb der Raumfahrt zu verbinden. Wichtigstes Bewertungskriterium für IAP-Vorhaben ist die wirtschaftliche Tragfähigkeit. Daher wird auch mindestens ein Nutzer von Anfang an in das Vorhaben mit eingebunden. Die Industrie ist üblicherweise mit 50 Prozent ihrer eigenen Mittel daran beteiligt. Beides stellt eine bestmögliche Ausrichtung auf eine spätere Vermarktung sicher. Wird in der Machbarkeitsstudie ein Geschäftsmodell als tragfähig bewertet, schließt sich eine Pilotphase an, in welcher der Dienst entwickelt und demonstriert wird. Abgerundet wird IAP durch ESA-Ausschreibungen von Machbarkeitsstudien, von denen auch gesellschaftspolitisch relevante Themen wie zum Beispiel Migration, Stadtentwicklung oder Abfallmanagement profitieren werden.

Seit Programmstart konnten zahlreiche Vorhaben unter anderem aus den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Verkehr, Gesundheit, Energie und Tourismus umgesetzt werden. Mehr als die Hälfte konnte als Dienstleistung erfolgreich auf dem Markt platziert werden. Bei knapp 40 Prozent konnte das geforderte Eigeninvestment der Firmen über Verkäufe wieder eingespielt werden. Die Unternehmen profitieren also bereits jetzt von ihrer Entwicklung. Ein großer Erfolg, da IAP ein relativ junges Programm ist und eine abschließende Erfolgsbewertung erst mehrere Jahre nach Abschluss der Aktivitäten erfolgt. Die Beteiligung am IAP-Programm wurde daher mit der Ministerratskonferenz 2016 fortgesetzt und deutlich verstärkt. Ein sehr hohes Interesse von fast allen ESA-Mitgliedsstaaten sorgte für eine 140-prozentige Überzeichnung – allen voran das Vereinigte Königreich. Aber auch Deutschland ist mit knapp 17 Millionen Euro nach Italien der drittstärkste Teilnehmerstaat.

### Sat-AIS Programm – KMU-Förderung „2.0“

Im ARTES Sat-AIS-Programm entwickelt die Luxemburger Firma LuxSpace eine kleine Satellitenplattform für Anwendungen im erdnahen Orbit. Eine erste Anwendung zielt auf die Schiffsdetektion. Darüber hinaus soll sich die Plattform auch als kostengünstige und flexible Produktlinie auf dem Markt bewähren. Der zusätzliche deutsche Beitrag stärkt die KMU als Komponentenslieferanten. ARTES Sat-AIS ist damit das einzige Satellitenprogramm der ESA, bei dem die deutsche Programmzeichnung fast ausschließlich KMU unterstützt. Die Förderung geht dabei über die Förderung von innovativen Geräten hinaus. Hier wird die besondere Stärke der KMU genutzt, um mit ihren Beiträgen eine kommerziell attraktive Kleinplattform einzuführen und gleichzeitig den KMU eine Perspektive für Nachfolgeaufträge zu eröffnen – KMU-Förderung „2.0“. Luxemburg hat aufgrund des dort ansässigen Prime Contractors die mit Abstand höchste Zeichnung geleistet. Deutschland ist zweitstärkster Teilnehmerstaat.

Im ARTES Sat-AIS-Programm entwickelt die Luxemburger Firma LuxSpace eine kleine Satellitenplattform für Anwendungen im erdnahen Orbit. Eine erste Anwendung zielt auf die Schiffsdetektion. Darüber hinaus soll sich die Plattform auch als kostengünstige und flexible Produktlinie auf dem Markt bewähren. Der zusätzliche deutsche Beitrag stärkt die KMU als Komponentenslieferanten.

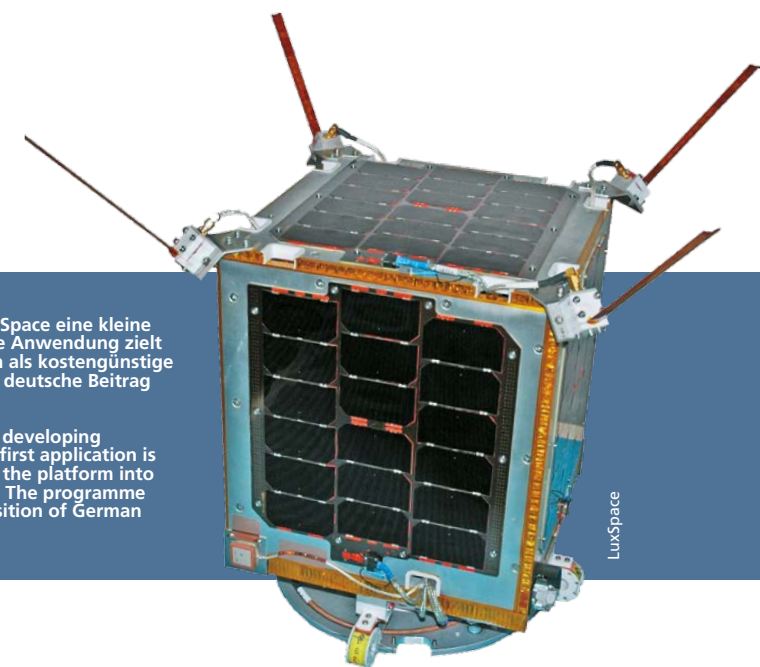
Under the ARTES Sat-AIS programme, LuxSpace in Luxembourg are developing a small satellite platform for applications in the low-Earth orbit. Its first application is in the area of ship detection. Going forward, the plan is to develop the platform into a flexibly applicable and low-cost product line for the open market. The programme receives additional support by Germany, which strengthens the position of German supplier SMEs.

offer. Therefore, the appointment of an IAP ambassador helps perform the important function of putting agencies and service providers in touch with user groups outside the space sector. The most important criterion for evaluating an IAP project is its economic viability. For this reason, at least one user is involved in every project from the start. The industry usually shares 50 percent of a project in the funding. After the viability of a business model has been confirmed in a feasibility study, a pilot phase will follow in which the service is developed and demonstrated. To round off the IAP, ESA invites tenders for feasibility studies on space applications in the area of socio-politically relevant issues, such as migration, urban development, or waste management.

Since the start of the programme, numerous projects in agriculture, forestry, transport, health, energy, tourism, and other fields have been implemented. More than half of these services have been successfully established on the market. In almost 40 percent, the companies involved recovered their mandatory investment through sales, so that they are already benefitting from their investment. This is a great success because IAP is a relatively young programme and a final evaluation will not be done until several years after the completion of the activity. At the 2016 conference of the Ministerial Council, Germany announced its intention to participate in the IAP with a significantly higher input. Nearly all ESA member states welcomed the programme with considerable interest, which led to a 140 percent oversubscription. The country ahead of all the others was the United Kingdom. Following Italy, Germany's nearly 17 million euros is the third strongest contribution.

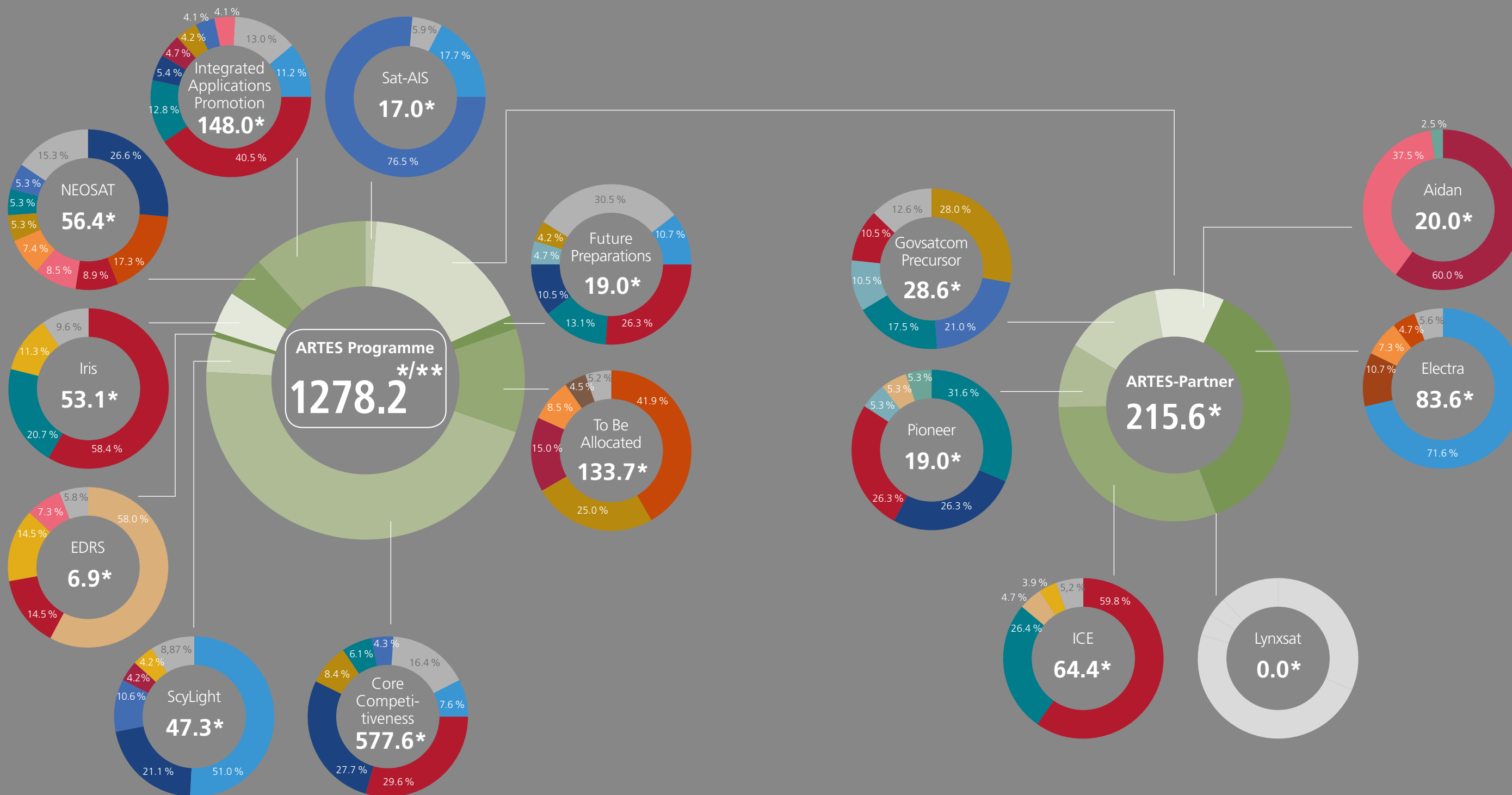
### Sat-AIS programme – SME kickstart '2.0'

Under the ARTES Sat-AIS programme, LuxSpace of Luxembourg is developing a small satellite platform for applications in low Earth orbits, the first of which is concerned with the detection of ships. Beyond that, the platform is expected to prove itself on the market as a cost-efficient and flexible product line. Germany's additional contribution strengthens SMEs as suppliers of components. Thus, ARTES Sat-AIS is the only ESA satellite programme where the German subscription almost exclusively supports SMEs. In this case, funding covers more than the development of innovative equipment, using the particular strength of SMEs to introduce a commercially attractive mini-platform and opening up a perspective of follow-up orders for the company – SME kickstart '2.0'. Luxembourg, the home state of the prime contractor, made by far the greatest subscription. Germany is the second strongest participating state.





Höher- und Neuzeichnungen der Satellitenkommunikationsprogramme  
Subscriptions of the telecommunication programmes



\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016  
 \*\* Some contributions result from neutral transfers of contributions from ongoing programmes

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
 To read this infographics, please open the caption on page 79



18 Galileo-Satelliten haben bislang ihre Orbits erreicht. Die Europäische Kommission hat daraufhin am 15. Dezember 2016 die ersten Dienste des europäischen Satellitennavigationssystems bereitgestellt. Dazu gehört der offene Dienst, mit dem die Bürger zum Beispiel mit Navigationsgeräten ihre Position genauer als je zuvor bestimmen können. Auch der Such- und Rettungsdienst und ein Dienst mit verschlüsselten Signalen, der ausschließlich autorisierten Nutzern zugänglich sein wird, sollen zur Verfügung stehen. Kommerzielle Dienste werden allerdings noch nicht starten. Vollständig funktionsfähig wird das Galileo-System sein, wenn 30 Satelliten im Jahr 2020 die Erde umkreisen – 24 in Funktion und sechs als möglicher Ersatz. Galileo liegt nun im Zeitplan. Das ist wichtig, da Hersteller weltweit darauf warten, ihre neuen Chipsätze in Smartphones und Navigationsempfänger einzubauen und auf den Markt zu bringen. Die Firma BQ hat mit dem Aquarius X5 Plus das erste Smartphone, das das europäische Navigationssystem Galileo unterstützt, im Juni 2016 in den Handel gebracht. Es verwendet einen Prozessor der Snapdragon-652-Serie der Firma Qualcomm. Es ist zu erwarten, dass dieser Chipsatz auch bei weiteren Smartphone-Herstellern integriert wird. Der Chiphersteller Broadcom ist ebenfalls dabei, Galileo in den zukünftigen Generationen seiner Chipsets zu integrieren. Weitere Hersteller werden folgen, um weiterhin konkurrenzfähig zu sein.

18 Galileo satellites have now been placed in orbit. Hereupon, the European Commission offers some initial operational capability since December 15, 2016. At this stage, Galileo comprises an open-access service with which users can determine their position more accurately than ever before on their navigation devices. Also, search and rescue teams will now have access to the system, as will governmental authorities for whom an exclusive encrypted service has been put in place. Commercial applications are not available for the time being. Galileo will have full operational capability once all its 30 satellites are in orbit, which is expected to be the case by 2020. 24 of these will be operational and six on stand-by. The Galileo programme is now running on schedule. This is important as manufacturers worldwide are waiting to fit their smartphones and SatNav devices with new chips and receivers and get them out on the market. Aquarius X5 by BQ is the first European smartphone to support the European navigation system Galileo. The phone has been on the market since June 2016. It uses a Snapdragon 652 processor made by Qualcomm. Other manufacturers are expected to integrate the same technology. Broadcom, for one, is planning to include Galileo in its next-generation chipsets. Other makers are likely to follow in order to remain competitive.

# Neue Technologien bringen Galileo voran

Vom deutschen ESA-Delegierten René Kleeßen

# Progress for Galileo through new technologies

By German ESA delegate René Kleeßen

+++ NAVISP – Element 1 – Innovation in Satellite Navigation +++ signed 02/12/2016 +++ 12:58 CET +++  
 NAVISP – Element 2 – Competitiveness +++ signed 02/12/2016 +++ 12:59 CET +++ NAVISP – Element 3 –  
 Support to Member States +++ signed 02/12/2016 +++ 13:00 CET +++



Satellitenavigation erleichtert unser Leben und ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Sie bringt uns sicher ans Ziel und hat im Straßenverkehr die herkömmliche Landkarte nahezu verdrängt. In Kombination mit dem Internet zeigt sie uns auf einer virtuellen Karte im Mobiltelefon interessante Orte direkt in unserer Umgebung. Ihre Anwendungen stoßen so die Tür zu neuen Märkten auf – und das nicht nur im Auto. Präzise Navigation rettet Leben – zum Beispiel durch genaue und schnelle Koordination von Hilfeinsätzen nach Naturkatastrophen. Schiffe steuern wie von Geisterhand zentimetergenau an die Kai-mauer. Autonome Rangiermanöver und gleisgenaue Ortung von Zügen verbessern den Schienenverkehr. Die punktgenaue Ortung von Flugzeugen sorgt für mehr Sicherheit und Komfort im Flugverkehr. Die Wirtschaft profitiert schon heute immens von den durch Satellitenavigationssysteme bereitgestellten Positions- und Zeitbestimmungsdaten.

Die Vielfalt der Anwendungsfelder sorgt in der Luftfahrt, Schifffahrt, dem Landverkehr, der Geodäsie, Landwirtschaft, Lebensrettung und Raumfahrt für einen rasch wachsenden Markt – vor allem in Bereichen der kritischen Infrastruktur: Stromversorgungsnetze werden zusammengelegt und miteinander verbunden, die Netze für elektronischen Handel und Mobiltelefonie dichter verflochten, Straßen-, See- und Luftverkehrsmanagement effizienter gemacht, Fahrzeugnavigation oder Such- und Rettungsdienste stetig ausgebaut – all das sind nur einige der zahlreichen Anwendungsgebiete. Allerdings ist ein Satellitenavigationssystem selbst kein eigenständiger Dienst. Es öffnet ihm – genauso wie das Internet – „nur“ die Tür. Als Wirtschaftskatalysator schafft es in einer Vielzahl von Branchen Arbeitsplätze – unter anderem in der Raumfahrt-, Empfänger- und Anwendungsindustrie – und steigert so auch die Wertschöpfung. Auch die Gesellschaft profitiert, da sich durch ein derartiges System beispielsweise Verkehrsnetze und das Rettungswesen effizienter gestalten lassen.

#### Galileo – Fundament für Wertschöpfung in Europa

Das europäische Satellitenavigationssystem Galileo ist das Fundament für all diese Anwendungen und somit auch für die Wertschöpfung in Europa. Aufbau und Betrieb seiner ersten Generation sowie des Ergänzungssystems des europäischen Global Positioning Systems (GPS), European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS), werden von der Europäischen Kommission finanziert und zusammen mit den Partnern – der Europäischen GNSS-Agentur GSA und der Europäischen Raumfahrtagentur ESA – durchgeführt. EGNOS ist bereits seit 2011 in Betrieb, Galileo soll bis Ende 2020 vollständig aufgebaut werden und dann spätestens mit allen Diensten weltweit zur Verfügung stehen.

#### Deutsche Industrie als starker Partner

Die deutsche Industrie konnte sich seit Beginn des Programms erfolgreich an vielen Arbeitspaketen beteiligen und so einen hohen industriellen Anteil sichern. So sind deutsche Unternehmen beim Bau der Galileo-Satelliten führend. Auch bei der Systemauslegung und im Bodensegment engagiert sich die Bundesrepublik stark. Ein Kontrollzentrum steht am DLR-Standort in Oberpfaffenhofen,

Satellite navigation makes our life easier, and our daily routine is now inconceivable without it: it gets us safely to our destination, and it has almost completely replaced the use of conventional maps by motorists. Combined with online information, satellite navigation shows us interesting places in our immediate vicinity in a virtual map on our mobile phone. Its applications throw open the doors to new markets, not only in the automobile world. Satellite navigation can save lives by enabling relief missions after natural disasters to be co-ordinated precisely and swiftly. Accurate to the inch, ships can be moved to the quay as if steered by an invisible hand. Rail traffic is improved by autonomous shunting from the exact position knowledge of trains on their respective tracks. Pinpoint positioning of planes enhances safety and comfort in air traffic. The economy benefits enormously from the time and position data provided by satellite navigation systems.

The diversity of applications in aviation, navigation, land transport, geodetic surveying, agriculture, rescue services, and space flight opens up rapidly growing markets, particularly for critical sectors of infrastructure: power-supply grids are merged and interconnected; online retail and mobile-telephone networks are interwoven more tightly; the management of road, maritime and air traffic is rendered more efficient; and search and rescue services are continuously upgraded. Satellite navigation, of course, is not a service in its own right. Just like the Internet, it is merely a door-opener. Acting as a catalyst in the economy, it leads to new jobs in a multitude of sectors, including - among others - the space, signal receiver, and applications industries. The community benefits as well, because satellite navigation systems enhance the efficiency of, for example, traffic networks and emergency services.

#### Galileo – base for added value in Europe

All these applications and, by the same token, the creation of novel business opportunities in Europe, will benefit from the creation of the European satellite navigation system Galileo. The setting up and operation of Galileo's first generation of satellites, as well as Europe's addition to the Global Positioning System (GPS) called the European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS), are being funded by the European Commission and implemented jointly with its partner organisations, the European GNSS agency GSA and the European Space Agency (ESA). EGNOS has been in operation since 2011. The constellation of Galileo should be completed by the end of 2020, when it will be available worldwide together with all related services.

#### Germany's industry – a strong partner

Since the start of the programme, German industry has been successfully participating in numerous work packages. German companies have taken the lead in the construction of the Galileo satellites. Moreover, the German industry is extensively involved in system design and in the ground segment operations. One satellite control centre is located at the DLR facility in Oberpfaffenhofen, the other in Fucino, Italy. Accordingly, the two countries share the work package for satellite operations.

Am 17. November 2016 startete eine Ariane 5ES-Rakete pünktlich um 14:06 Uhr Mitteleuropäischer Zeit vom europäischen Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guyana), um erstmals Galileo-Satelliten auf ihre Umlaufbahnen in 23.222 Kilometer Höhe zu bringen. Bisher hatte eine russische Sojus-Rakete jeweils zwei der über 700 Kilogramm schweren Navigationssatelliten ins All gebracht. Die leistungsstärkere Ariane 5 kann hingegen gleich vier Satelliten auf einmal transportieren und bringt so den Ausbau des Galileo-Systems entscheidend voran.

Perfectly on time at 14:06 CET on November 17, 2016, an Ariane launcher took off from the European spaceport Kourou (French Guiana) for the first time to carry Galileo satellites into their 23,222-kilometre high target orbits. Before that, the 700-kilogramme navigation satellites were placed into orbit by Russian Soyuz launch vehicles in sets of two. Being more powerful, Ariane 5 is able to carry four satellites at a time, which will significantly speed up the deployment of the Galileo satellite fleet.



Fertigmachen für die Reise: Die Galileo-Satelliten werden am europäischen Weltraumbahnhof Kourou auf den Start vorbereitet und in die Rakete integriert. Bislang starteten immer zwei Satelliten in einer Sojus-Rakete. Ab November 2016 ist mit der Ariane-Rakete eine neue Startmöglichkeit für vier Galileos dazugekommen.

Getting ready to go: at the European spaceport Kourou, Galileo satellites are prepared for launch and integrated into the rocket. In the past, satellites went up two at a time on board a Soyuz launcher. In November 2016, Ariane has become available as a new launch option, offering sufficient carrying capacity for four Galileos.

das andere im italienischen Fucino. Dementsprechend teilen sich beide Länder das Arbeitspaket „Betrieb“.

#### Auf in eine neue Generation

Obwohl der Aufbau der ersten Galileo-Generation kurz vor dem Abschluss steht, müssen schon frühzeitig neue Technologien für die nächste Generation geschaffen werden. Gleiches gilt auch für EGNOS. Angefangen hat diese Evolution bereits 2007 im „Europäischen GNSS (Global Navigation Satellite System) Weiterentwicklungsprogramm“ der ESA, das nun beendet wird. Alle zukünftigen Ausschreibungen der Technologieentwicklungen für Galileo und EGNOS werden im EU-Forschungsprogramm Horizon2020 fortgeführt. So wird neben Aufbau und Betrieb von Galileo und EGNOS auch die Weiterentwicklung der folgenden Generation komplett durch Brüssel finanziert.

#### NAVISP – ESA bleibt bei Galileo aktiv

Um abseits der laufenden Entwicklungen bei der EU weitere innovative Navigationslösungen für neue Anwendungen zu untersuchen, hat die ESA das „Navigation, Innovation und Unterstützungsprogramm“ (NAVISP) ausgerufen. Mit diesem optionalen ESA-Technologieprogramm werden im Zeitraum 2017 bis 2021 Studien begonnen, die langfristig zu innovativen Technologien auf Navigationssatelliten beitragen sollen. Es werden unter anderem neue Atomuhrgenerationen untersucht, um mit einem noch genaueren und stabileren Zeitsignal die Positionsgenauigkeit weiter zu erhöhen. Darüber hinaus sollen Untersuchungen gefördert werden, die neue Navigationstechnologien anschieben, um Satellitenavigationssignale und bodengestützte Sensorik (zum Beispiel optische Verfahren, Ultraschall, Radar etc.) miteinander zu verschmelzen. Der nahtlose Übergang von Positionsbestimmungen im Freien zu geschlossenen Räumen, wo derzeit der Empfang der Satellitenavigation nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist, soll so in den Alltag einziehen.

Signale der Satellitenavigation sind sehr schwach und lassen sich daher mit einfachen Mitteln stören. Deshalb sollen Technologien untersucht werden, Signale für sicherheitskritische Anwendungen wie in der Luftfahrt, dem Bahnverkehr und dem

#### Start of a new generation

While the first Galileo generation is close to being fully deployed, the work has already begun on the next generation. The same holds true for EGNOS. New technologies must be studied at an early time. The start of this development goes back to ESA's 2007 'European GNSS (Global Navigation Satellite System) Evolution Programme', which is now being terminated. All future technology developments for Galileo and EGNOS will be continued under the EU's Horizon2020 research programme. Thus, the EU will be funding not only the setting up and operation of Galileo and EGNOS, but also the development of their respective successor generation.

#### NAVISP – ESA keeps an independent hand in the Galileo project

In order to investigate additional navigation solutions beyond those currently developed by the EU, ESA has launched its own Navigation, Innovation and Support Programme (NAVISP). Under this optional ESA technology programme, studies will begin in the period from 2017 to 2021, aiming for innovative navigation technologies for a more distant future. One idea is to investigate a new generation of atomic clocks to provide even more precise and stable time signals. These would allow an even greater positioning precision. In addition, funding will be made available for investigating new navigation technologies that will permit merging satellite navigation signals and ground-based sensors (e.g. optical, ultrasonic, radar, and other technologies). A seamless transition in positioning information between open spaces and in enclosed rooms is the goal. At the moment, satellite navigation signals cannot be well received in indoor environments. This may one day become a possibility.

As navigation signals are also received with low power, such systems can be jammed by simple means. Hence, it is intended to investigate technologies to augment the reliability of security-

„NAVISP ist ein neues, eigenständiges ESA-Programm, um innovative Technologieansätze auch für spätere Generationen von Galileo und EGNOS zu studieren. Damit ergänzt NAVISP die Aktivitäten der EU zur zweiten Galileo-Generation und der nächsten Version von EGNOS sehr gut. So können verschiedenste innovative Ideen untersucht werden, die später einmal in die Entwicklung von Galileo und EGNOS einfließen. Deutschland hat das Potenzial dieses Programms erkannt und plant, es ab 2018 zu unterstützen.“

René Kleeßen, deutscher ESA-Delegierter für die Satellitenavigationsprogramme

'NAVISP is a new, independent ESA programme for studying innovative technologies for use in future generations of Galileo and EGNOS. Therefore, NAVISP supplements the EU's activities regarding the second generation of Galileo and the next version of EGNOS. It permits investigating a wide variety of innovative ideas that will enter into subsequent developments of Galileo and EGNOS. Having recognised the potential of the programme, Germany plans to support NAVISP from 2018 onwards.'

René Kleeßen, German ESA delegate in charge of satellite navigation



autonomen Fahren sowie für kritische Infrastrukturen wie den Energiesektor, die Telekommunikation und den Finanzsektor sicherer zu machen. Ergänzend zu den rein technologieorientierten Studien werden Unternehmen dabei unterstützt, vorhandene Produkte weiterzuentwickeln und auf die Bedürfnisse auch außereuropäischer Märkte anzupassen. Damit soll die internationale Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden. Die Industrie soll sich dabei mit 20 bis 50 Prozent selbst beteiligen. Für NAVISP ist eine Laufzeit von 2017 bis 2021 angedacht. Weitere Perioden können von den Teilnehmern beschlossen werden. Für die erste Periode werden drei Elemente vorgesehen, an denen sich die Teilnehmer getrennt beteiligen können.

„Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat großes Interesse an der Weiterentwicklung innovativer Navigationstechnologien. Hier kann NAVISP als Impulsgeber für neue Projekte einen sinnvollen Beitrag leisten. Zurzeit prüft das BMVI die Voraussetzungen für eine deutsche Teilnahme ab 2018.“

Sabine Dannelke, Referatsleiterin im BMVI, unter anderem zuständig für Galileo

‘The Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) has a strong interest in the further development of innovative navigation technologies. In that field, NAVISP can give impulses for new projects and generate a constructive contribution. At the moment, BMVI is assessing the requirements for a German participation starting in 2018.’

Sabine Dannelke, division head at the BMVI among other things responsible for Galileo

critical navigation applications in aviation, rail traffic, and autonomous driving. It will also be pursued for the use in critical infrastructures such as the energy, telecommunication, and financial sectors. Enterprises will also be offered research grants to upgrade existing products and to adapt them to the needs of extra-European markets. This should help strengthen the international competitiveness of the European navigation industry. Participating companies will be expected to bear between 20 per cent and 50 per cent of the costs themselves. NAVISP

is intended to run from 2017 to 2021, with an option to extend that period. For the first period, three elements have been envisaged:

**1) Element 1: Innovation**

Entwicklung neuer, innovativer Konzepte und Technologien für die gesamte Wertschöpfungskette der Navigation. Verschmelzung von Satellitennavigation und anderer Sensorik am Boden und nahtloser Übergang Indoor zu Outdoor sowie besserer Schutz der Signale. 100-Prozent-Finanzierung durch die beteiligten ESA-Programmteilnehmer.

**2) Element 2: Wettbewerbsfähigkeit**

Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie in den Bereichen System, Ausrüstung, Anwendungen und Dienste. Beteiligung der Industrie zu 50 Prozent an den Kosten. Die andere Hälfte kommt von den ESA-Programmteilnehmern, die die einzelnen Projekte unterstützen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) können eine Unterstützung von bis zu 80 Prozent einwerben.

**3) Element 3: Unterstützung für Mitgliedsstaaten**

Technische Unterstützung bei der Durchführung von Aktivitäten im nationalen Programm. Nutzung von ESA-Labors und technischen Anlagen. 100-Prozent-Finanzierung durch die beteiligten ESA-Programmteilnehmer, die explizit die Unterstützung angefragt haben.

**NAVISP – große Chance für deutsche Unternehmen**

Deutschland plant, sich ab 2018 finanziell an NAVISP zu beteiligen. Bisher haben deutsche Unternehmen bei den ESA-Navigationsprogrammen „Entwicklung der ersten Generation Galileo“ und dem „Europäischen GNSS-Weiterentwicklungsprogramm“

**1) Element 1: innovation**

Developing innovative concepts and technologies through the entire navigation value chain. Fusing satellite navigation with other on-ground sensor systems to allow seamless transition from indoor to outdoor environments and improved signal protection. 100 per cent funding by the participants of the ESA programme.

**2) Element 2: competitiveness**

Improving the competitiveness of the European industry in the areas of systems, equipment, applications, and services. A cost share of 50 per cent is to be contributed by the industry. The other half will be provided by participants in the ESA programme on an individual basis. Small and medium-sized enterprises (SMEs) may raise up to 80 per cent financing.

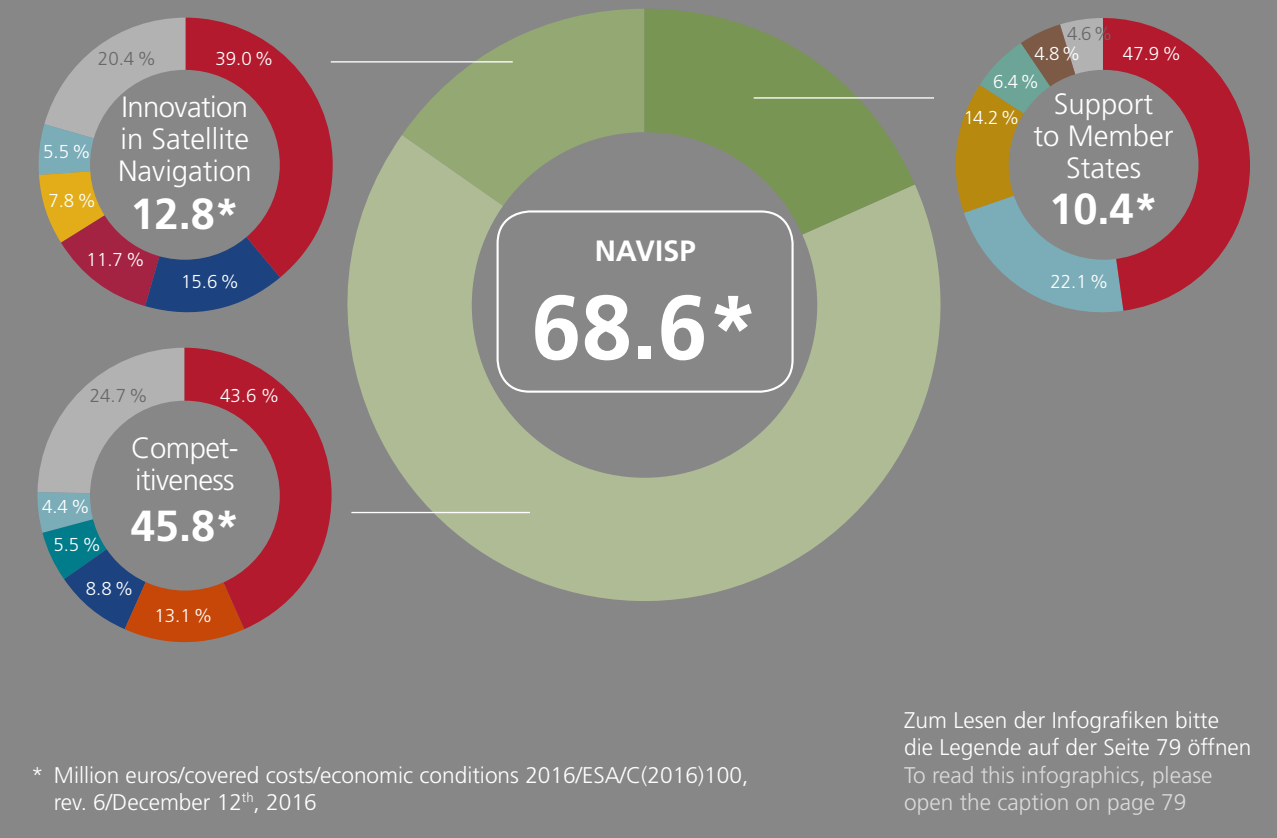
**3) Element 3: support for member states**

ESA technical support for the activities pursued under national programmes. Offering the use of ESA laboratories and technical facilities. 100 per cent funding by the relevant participant of the ESA programme

**NAVISP – a great opportunity for German enterprises**

Germany plans to become a NAVISP participant from 2018 onwards. In the past, German enterprises have participated successfully in ESA navigation programmes, namely the Galileo first generation development and EGEP. A large body of expertise and knowledge was accrued in the process. Some of this knowledge is exclusive. Thus, German enterprises are extremely well

Höher- und Neuzeichnungen der Satellitennavigationsprogramme  
Subscriptions of the satellite navigation programmes



Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
To read this infographics, please open the caption on page 79

erfolgreich abgeschnitten und umfassendes, teilweise einzigartiges Know-how erworben. Dadurch bringen sie beste Voraussetzungen mit, um bei NAVISP innovative Ideen für die gesamte Wertschöpfungskette der Navigation – vom Satelliten im Welt- raum bis hin zu Anwendungen am Boden – einfließen zu lassen. Auch können sie ihr technisches Wissen aus der ersten und zweiten Galileo-Generation nutzen, um mögliche Technologie- ansätze für eine dritte zu untersuchen. NAVISP gibt deutschen Unternehmen damit die Gelegenheit, ihre Innovationsfähigkeit für die satellitengestützte Navigation und neue Verfahren – zum Beispiel mit Hilfe neuer Sensoren – sowie ihre Ideen zum besse- ren Schutz der Signale und zu neuen bodengebundenen Tech- nologien einzubringen. Für Deutschland ist der Schutz sicher- heitskritischer Anwendungen im Verkehr und bei kritischen Infrastrukturen sehr wichtig. Neben der Nutzung des verschlüs- selten Dienstes PRS (Public Related Services) für staatliche Zwe- cke wird der nachhaltige Schutz der Navigationssignale immer relevanter.

placed to bring innovative ideas to NAVISP across the entire navigation value chain, from satellites in space to applications on the ground. Moreover, German enterprises are in a position to make use of their technical know-how from the first and second Galileo generation to investigate possible innovative approaches for the third. NAVISP thus provides these enterprises with an opportunity to contribute their innovative capacity, including new methods – such as innovative sensors – and new ideas for improving signal protection and ground-based technologies. In Germany, the protection of safety-critical applications in trans- port and critical infrastructures is a matter of high priority. Alongside the forthcoming encrypted Public Related Service (PRS) for governmental purposes, improved methods for pro- tecting navigation signals need to be found.



HERE



Siemens AG

Galileo wird sowohl im Straßen- wie auch im Schienenverkehr und in der mobilen Navigation eine wichtige Rolle spielen: Der Straßenverkehr wird sicherer, da Galileo-Satellitensignale eine sehr genaue Positionsbestimmung erlauben. So können zum Beispiel Autos künftig automatisch Hindernissen ausweichen oder Autofahrer präzise Warnungen vor Geisterfahrern sowie vor Unfällen oder Stauenden in Kurven im Autodisplay erhalten. Der Schienenverkehr wird präziser und komfortabler: Im neuen ICE Velaro D kommen erstmals in der Bahngeschichte Global Navigation Satellite System (GNSS)-Receiver zum Einsatz. So können engere Sicherheitsintervalle zwischen zwei Zügen auf derselben Strecke gewählt und auch eingehalten werden. Außerdem können die Fahrgäste genauer über den Reiseverlauf, mögliche Verspätungen und das Erreichen möglicher Anschlusszüge informiert werden. Auch die mobile Navigation wird genauer. Der Startschuss hierzu ist bereits gefallen: Die Firma BQ hat mit dem Aquarius X5 Plus das erste Smartphone, das das europäische Navigationssystem Galileo unterstützt, im Juni 2016 in den Handel gebracht. Es verwendet einen Prozessor der Snapdragon-652-Serie der Firma Qualcomm.

Galileo will play a part both in road and rail transport as well as in mobile navigation. Galileo satellite signals will make road transport safer as they provide very accurate positioning data. This will enable cars in the future to avoid obstacles automatically, and provide drivers with highly accurate warnings on their dashboard display concerning oncoming wrong-way drivers, accidents, or the end of a tailback hidden behind a bend. Rail transport will become more precise and more comfortable: For the first time in the history of rail transport, Global Navigation Satellite System (GNSS) receivers will be installed on the new ICE Velaro D train. It will permit running trains on the same line at shorter safety intervals, and keeping those intervals constant. Also, passengers will receive more information on their itinerary, any potential delays, and connecting trains. Mobile navigation, too, will become more precise. The race is on: In June 2016, BQ released Aquarius X5 Plus, the first smartphone that supports the European navigation system Galileo. It uses a processor from the Snapdragon 652 series made by Qualcomm.



Qualcomm



BQ



# Ideenschmiede der europäischen Raumfahrt

Von den ESA-Delegierten Klaus Steinberg und Dr. Shahin Kazeminejad

## Europe's space-tech think tank

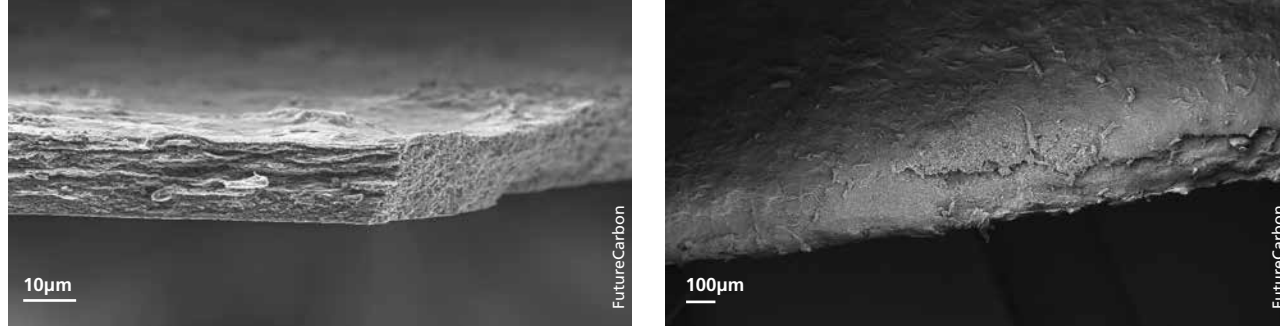
By ESA delegates Klaus Steinberg and Dr Shahin Kazeminejad

Sternsensoren aus Thüringen helfen Satelliten und Raumsonden dabei, sich unter anderem an Sternen auszurichten. Die Jena-Optronik GmbH entwickelt und baut Sternsensoren der ASTRO-Familie für breite Anwendungsbereiche im niedrigen Erdorbit, mittleren Erdorbit und geostationären Orbit. Das neueste Produkt dieser Familie, ASTRO APS, fliegt zum Beispiel auf dem europäischen Kommunikations- und Technologiedemonstrationssatelliten Alphasat I-XL. Hier hilft er dem in Deutschland entwickelten und gebauten Laser Communication Terminal (LCT) dabei, sich genau auszurichten. Auch auf dem europäischen Umweltsatelliten Sentinel-2 ist dieser Sternsensor eingebaut. Die Entwicklung des ASTRO APS hat sich in entscheidenden Punkten auf Zuwendungsvorhaben des ESA-Technologieprogramms GSTP gestützt. Die mit Unterstützung aus GSTP-Mitteln entwickelten Chiptechnologien machen den ASTRO APS preislich attraktiv für Kunden aus aller Welt. Durch das modulare Hardware- und Softwarekonzept können bei kurzen Lieferzeiten vielfältige Anforderungen abgedeckt werden. Der ASTRO APS konnte sich bei zahlreichen Abnehmern als Lageregelungssensor für Telekommunikations-, Erdbeobachtungs- und Wissenschaftsmissionen etablieren. Ein besonderer Erfolg ist die Auswahl des ASTRO APS für die Orion-Raumkapsel der NASA, wo er deren Lageregelungssystem auf den Explorationsmissionen EM-1 sowie EM-2 unterstützt (siehe Seite 25).

Star sensors made in the state of Thuringia assist satellites and spacecraft to use the stars for orientation. Jena-Optronik develop and build a family of star sensors called ASTRO for a large variety of applications in the Low-Earth orbit, the medium Earth orbit and the geostationary orbit. The most recent member of this product family is ASTRO APS, which flies on Alphasat I-XL, the European communications and technology demonstrator satellite. Here, it assists with attitude control of LCT, the laser communication terminal developed and built in Germany. The same star sensor has been installed inside the European environmental satellite Sentinel-2. The development of the ASTRO APS star sensor is in its main points geared along the lines of publicly funded GSTP projects. Chip technologies developed on the back of GSTP funding make ASTRO APS attractive to customers all over the world. Given its modular hardware and software concept combined with short delivery periods, the product can accommodate a very large variety of demands. ASTRO APS has become firmly established with many users as an attitude control device in telecommunication, Earth observation, and science missions. A special achievement was the fact that NASA chose ASTRO APS for its Orion capsule, where it supports the attitude control system on the exploration missions EM-1 and EM-2 (see page 25).

+++ AIM +++ cancelled 02/12/2016 +++ 12:29 CET +++ GSTP Develop +++ signed 02/12/2016 +++ 13:16 CET +++  
GSTP Make +++ signed 02/12/2016 +++ 13:17 CET +++ GSTP Fly +++ signed 02/12/2016 +++ 13:18 CET





**Bild links:** Im Rahmen des Projekts „Non-conventional Matrix/Carbon Nanotubes (CNT) Reinforced Composite for Applications in Space Follow on“ (NACO2) werden im Zuge des GSTP-Programms die vielversprechendsten Kohlenstoffnanoröhren aus dem Vorgängerprojekt NACO weiterentwickelt, um deren Eigenschaften zu erweitern. So wurde auch ein spezielles Foliengießverfahren zur Herstellung von CNT-Folien mit Dicken von circa 50 bis 150 Mikrometer und Längen bis zu 1.000 Millimeter an der Technischen Hochschule Nürnberg im Auftrag der Firma FutureCarbon entwickelt. Die Aufnahme zeigt eine CNT-Folie, die zu 70 Prozent aus CNT und zu 30 Prozent aus einer Polymermatrix besteht. Diese Folien sind elektrisch leitfähig und können sehr gut verarbeitet werden. Daher können sie zum Beispiel als Bestandteile von Baumaterialien für Luftfahrzeuge und Elektronikartikel verwendet werden.

**Bild rechts:** FutureCarbon stellt im Rahmen des GSTP-Folgeprojekts NATAP reine CNT-Compounds – sogenannte Buckypapers (BP) – mit Dicken von circa 200 Mikrometer und einem Durchmesser von circa 320 Millimeter her. Diese leitfähigen Buckypapers kommen bei der Entwicklung eines sehr leichten optischen CFK-Komposit-Spiegels für die Raumfahrt zum Einsatz. Für das Projekt NATAP wird von den Firmen FutureCarbon und INVENT auch ein spezielles CNT-Sprühverfahren entwickelt, mit dem harte, gleichmäßige und elektrisch leitfähige Schichten erzeugt werden, die für die Entwicklung von ultraleichten Antennenkomponenten für Satelliten getestet werden.

Left: Under a project entitled 'Non-conventional Matrix/Carbon Nanotubes (CNT) Reinforced Composite for Applications in Space follow-on' (NACO2), scientists working under the GSTP programme are continuing with the development of the most promising nano tube materials that emerged during the previous programme, NACO, to enhance their properties. One innovation emerging from this is a new method of casting CNT films measuring 50 to 150 microns in thickness and up to 1000 millimetres in length. It was developed by scientists at Nuremberg Technical University following an order by FutureCarbon. The picture shows a length of CNT film that consists of 70 per cent CNT and 30 per cent polymer matrix. These films are electrically conductive and good to process. They can therefore be used in aircraft construction materials as well as in electrical appliances.

Right: In the framework of a GSTP follow-up project, NATAP, FutureCarbon are producing sheets of pure CNT compounds, called buckypapers, which have a thickness of about two microns and a diameter of about 320 millimetres. These electrically conductive buckypapers are used in the production of a very lightweight optic CFK-composite mirror for space applications. Under the NATAP project, the two companies FutureCarbon and INVENT together also developed a special CNT spray process that can generate hard, smooth, and electrically conductive films that are currently being trialled in connection with the development of ultra-lightweight satellite antenna components.

„Vorsprung durch Technik“ – so lautet der wohlbekannte Slogan eines großen deutschen Autobauers. Dieses Motto könnte auch für das General Support Technology Programme (GSTP) der ESA gelten. Dieses weiterführende optionale Technologieprogramm

eröffnet einem breiten Spektrum von Anwendungsgebieten in der Raumfahrt neue Technologieentwicklungen, schließt Entwicklungslücken auch im internationalen Wettbewerbsumfeld und schafft, verstärkt und erweitert Kompetenzen, wodurch sich die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie verbessert. GSTP ist die Ideenschmiede der europäischen Raumfahrt und macht sie unabhängig – gerade auch bei kritischen Technologien. Außerdem sollen begleitende Vor- und Produktentwicklungen sowie Flugtauglichkeitsmissionen gestartet werden, damit diese Technologien künftig ohne Risiken in den Einsatz gehen. Hierdurch werden vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gestärkt. Sie bekommen eine Chance, ihre Technologie direkt im Weltraum zu testen und so den technologischen Reifegrad (Technology Readiness Level) ihrer Entwicklungen zu erhöhen – ohne Hilfe ein sehr kostspieliger und langwieriger Prozess.

#### Breite Förderung guter Ideen

Diese Unterstützung für die KMU ist sehr wichtig. Denn – ähnlich wie ein großer Autokonzern – kann auch die europäische Raumfahrt nicht ohne ihre Zulieferer, Produkte, Technologieentwicklungen und ihr Know-how überleben. KMU sind ein Teil des Raumfahrtmotors – ohne sie läuft er nicht. Daher müssen sie unterstützt werden – eine wichtige Säule im GSTP. Es sorgt mit Einzelförderungen in einer großen Bandbreite von rund 20.000 Euro an aufwärts dafür, dass die richtige Technologie zur richtigen Zeit ausgereift zur Verfügung steht. Über die Teilnahme an einzelnen Ausschreibungen kann jeder ESA-Mitgliedsstaat selbst

'Leading through technology' is the well-known slogan of a big German automaker. The motto might be equally well applied to ESA's General Support Technology Programme (GSTP). An optional technology programme, it assists with the development

of technologies for a wide range of applications and closes existing development gaps. It also supports Europe's international competitiveness by building, reinforcing, and broadening the industry's capabilities. GSTP serves the European space sector as a think tank, making it more independent particularly in the field of critical technologies. It also includes work on product and process improvements as well as preparing demonstrator missions to ensure that technologies are validated and can be deployed without risk. This is of particular benefit for small and medium-sized enterprises (SMEs) as it gives them a chance to test their technologies directly in space and

thus enhance the technology readiness level (TRL) of their developments, a very difficult and costly process without outside help.

#### Widespread support for good ideas

Supporting small businesses is highly important. Like any big automobile company, the European space sector would not survive without its suppliers and their products, technology developments, and know-how. SMEs form part of the space industry's powerhouse, without whom it would not work. Consequently, supporting them is an important pillar of the GSTP. By offering grants from 20,000 euros on up to subsidise individual projects across a large bandwidth, the GSTP helps ensure that the right technology reaches maturity and becomes ready for launch at the right time. By opting to participate in individual tenders, every ESA member state may decide for itself whether or not there is a national interest and whether to provide funding. The programme especially pro-

entscheiden, ob nationales Interesse besteht und eine Finanzierung erfolgt. Das Programm fördert insbesondere die Zusammenarbeit zwischen den KMU, großen Firmen wie Airbus und OHB sowie Forschungseinrichtungen im nationalen und europäischen Umfeld, da viele Technologieentwicklungsvorhaben auf die Kombination von Fähigkeiten sowohl großer als auch kleiner Firmen setzen.

#### Deutschland wahrt Einfluss durch hohe Zeichnung

445 Millionen Euro stehen insgesamt für die Förderung in der GSTP-Phase 7 von 2017 bis 2019 zur Verfügung. Damit wurden insgesamt rund 138 Millionen Euro mehr gezeichnet als von der ESA erwartet und es kann auch die Programmkomponente „Demonstration eines präzisen Formationsflugs“ in Höhe von 154 Millionen Euro umgesetzt werden. Deutschland beteiligt sich mit rund 62,8 Millionen Euro an den verschiedenen Programmkomponenten. Die vorgeschlagene „Asteroid Impact Mission AIM“ konnte leider aufgrund unzureichender Zeichnung durch die Mitgliedsstaaten nicht gestartet werden, da der notwendige Schwellenbetrag in Höhe von 118 Millionen Euro nicht erreicht wurde. Im GSTP-Programm nicht explizit erwähnt wird die sogenannte „Maturationphase“ über 50 Millionen Euro zur weiteren Vorbereitung der vorgeschlagenen E.deorbit-Mission, die Technologien zur Beseitigung von Weltraumschrott am Beispiel der Rückholung des ausgefallenen Envisat-Satelliten erproben soll. Durch eine hohe Beteiligung als zweitgrößter Beitragszahler hinter Belgien kann Deutschland die Programmplanung und die daraus resultierende Entwicklung der ESA-Technologien aktiv mitgestalten. Der deutsche Beitrag erfolgt in Abstimmung mit nationalen und anderen ESA-Förderprogrammen und ermöglicht insbesondere kleinen Firmen gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit den europäischen Partnern. Hier sollen darüberhinaus KMU zum Zuge kommen, die bislang noch nicht im ESA-Rahmen tätig waren.

#### Paradebeispiel für deutsche Industriepolitik

Das GSTP wird so zum Paradebeispiel für die strategische Ausrichtung der Bundesregierung: Es fördert Hochtechnologie in der Raumfahrt nachhaltig und mit einem breiten Spektrum und entspricht damit den Zielen der High-Tech-, der Breitband-, der Nachhaltigkeits-, sowie der Raumfahrtstrategie der Bundesregierung. Das Programm ermöglicht der deutschen Industrie sowie Forschungseinrichtungen und Universitäten, ihre Wettbewerbsfähigkeit im Raumfahrtsektor auszubauen und neue Technologien zur Marktreife zu bringen. So wurden dank des GSTP neue Solarzellen, elektrische Antriebe, Sensoren und Halbleiter in Deutschland entwickelt und die globale industrielle Wettbewerbsfähigkeit nationaler Unternehmen gestärkt.

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

Getting the best out of the Sun's energy: These 'Triple Junction Solar Cell 3G30C-Advanced' solar cells are all of eight by four centimetres which puts them in the 30 per cent efficiency class. The Heilbronn-based company AZUR SPACE Solar Power produces them out of layers of gallium indium phosphate, gallium arsenide and germanium. Two million such solar cells have already been sold and fitted to 500 satellites. Before they can be put into space probes and satellites of the Galileo, Sentinel or BepiColombo type, or the former ISS supply module ATV, they have to pass extensive tests and go through a final quality control procedure (photo).



GSTP lässt sich in drei Programmteile und eine eigenständige Komponente unterteilen. Die Komponente ist eine eigenständig zu finanzierende Aktivität. Gut die Hälfte der Projekte aus dem Grundlagenprogramm Basic Technology Research Programme – TRP wird in das GSTP überführt und fortgeführt, um dort ihre Einsatz- beziehungsweise Marktreife zu erreichen. Eine Chance für alle, die sich bereits im TRP mit neuen Ideen engagieren.

**Element 1 – Develop** unterstützt und begleitet die Entwicklung von Technologien, Baugruppen, Bauelementen und Prüfständen für Projekte und wirtschaftliche Akteure, das heißt kleine und mittlere Unternehmen, große Unternehmen, die Industrie, Satellitenbetreiber und -anbieter, Universitäten und Forschungseinrichtungen, von niedrigen Technologiereifegraden bis hin zur Qualifizierung. Auch Vorbereitungen für eine mögliche E.deorbit-Mission sollen in diesem Element ablaufen.

**Element 2 – Make** schafft kommerzielle Nachhaltigkeit. Hier werden Produkte entwickelt, um zum Beispiel infolge von Umweltauflagen, dem Übergang zu neuen Technologien oder aus anderen Gründen entstandene Lücken in der Verfügbarkeit zu schließen. Ko-finanziert durch die Industrie, wird hier die weltweite Wettbewerbsfähigkeit in neuen und bestehenden Märkten gestärkt und so besonders marktnahe Eigenentwicklungen der jeweiligen Firmen gefördert.

**Element 3 – Fly** bringt neue Technologien direkt in den Orbit, testet sie dort und erhöht so ihren Reifegrad. Die Produkte werden entweder als Huckepacknutzlasten oder vollständige Weltraummissionen – kleine Raumfahrzeuge, CubeSats etc. – auf ihre Umlaufbahn gebracht. So werden hier auch künftige Missionen direkt im All vorbereitet.

Die Programmkomponente „**Demonstration eines präzisen Formationsflugs**“ sieht die Durchführung der Phasen C, D und E der Mission PROBA-3 zur Demonstration von Technologien und Techniken für präzise Formationsflüge vor. Hier soll die Technologieerprobungsmission PROBA 3 umgesetzt und gestartet werden. An diesem Element beteiligt sich Deutschland jedoch aus programmatischen Gründen nicht. Die Bundesrepublik hat mit dem TechnologieerprobungsTräger TET ein eigenes nationales Programm zur Technologiedemonstration im Weltall gestartet.

GSTP may be subdivided into three programme sections and an independent component. The component constitutes a mission that must be financed independently. About half of all projects implemented under the basic technology research programme (TRP), which serves to develop technologies, will be transferred to GSTP and continued there until they are ready either for active deployment or the market, while the second half of the new development projects will be approved directly under GSTP's own work schedule.

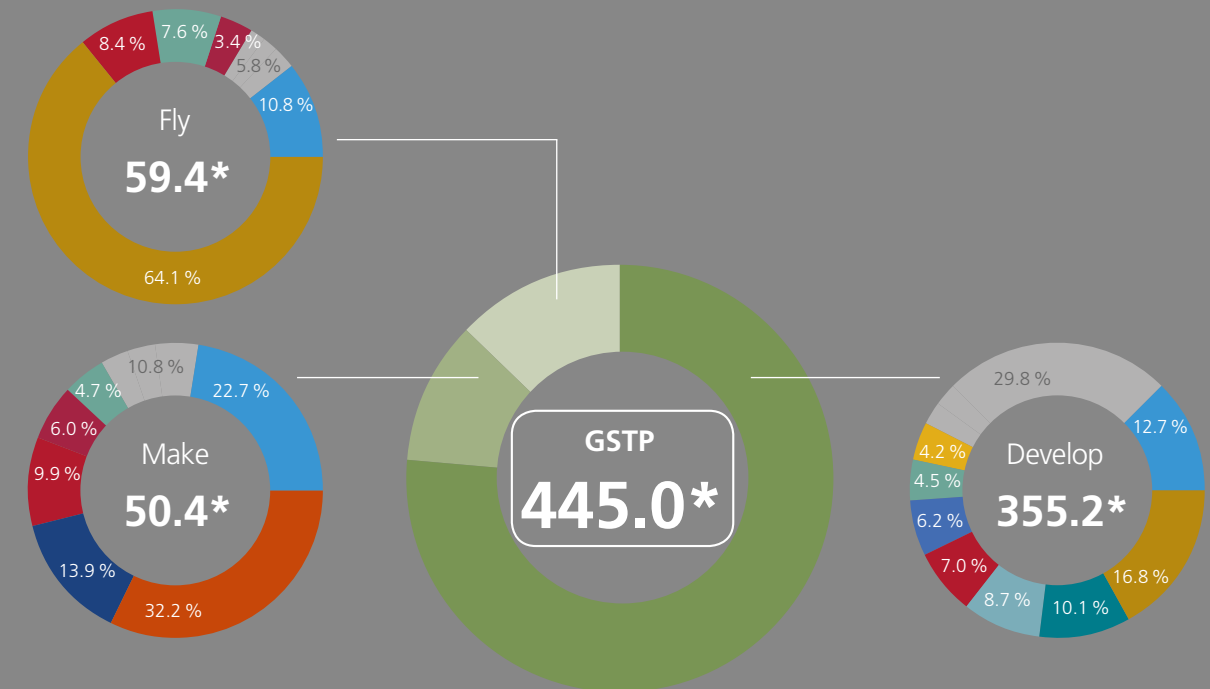
**Element 1 – Develop** serves to support and monitor the development of technologies, sub-assemblies, components, and test stands to be used by business enterprises to validate their projects, i.e. small and medium-sized enterprises, big corporations, corporate associations, satellite operators and providers, universities, and research facilities, covering everything from low technology readiness levels to final qualification. The preparations for a potential E.deorbit mission are similarly to be managed under this element.

**Element 2 – Make** creates commercial sustainability. It is designed for the development of products in order to, for example, close availability gaps caused by environmental restrictions, transitions to new technologies, or other reasons. Co-financed by the industry, this section serves to strengthen global competitiveness in new and existing markets and promote those in-house developments of each company that are particularly close to the market.

**Element 3 – Fly** offers flight opportunities to put new technologies into orbit, where they are tested to enhance their technology readiness level. Products are carried into orbit either as piggyback payloads or independent space missions – small spacecraft, CubeSats, etc. In this way, future missions are prepared in space itself.

The programme element called ‘**precise formation flying demonstration**’ provides for the implementation of phases C, D, and E of the PROBA-3 mission to demonstrate technologies and methods for precise formation flying. Under this component, the PROBA-3 technology verification mission will be implemented and launched. However, Germany is not participating in this element for programmatic reasons. The Federal Republic has launched its own national programme to demonstrate technologies in space under the name of Technology Test Bed TET.

## Höher- und Neuzeichnungen der Technologie-Programme Subscriptions of the technology programmes



\* Million euros/covered costs/current economic conditions/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen. To read this infographics, please open the caption on page 79

### 30 Jahre Technologieförderung

In den letzten Jahren gab es zwei Schwerpunkte des GSTP: Die additive Fertigungstechnik – Schlagwort 3D-Druck – für Raumfahrtanwendungen wurde vorangetrieben. Zudem wird eine neue, gemeinsame Software-Infrastruktur entwickelt und eingeführt, um das Raumsegment vor sowie nach dem Raketenstart zu überwachen und um Verifikationstests für alle Arten von Missionen durchzuführen. Deutschland ist mit einer Vielzahl von Firmen federführend an diesen beiden Themen beteiligt. Außerdem wurden im GSTP auch wichtige Entwicklungen für den Bereich der Erdbeobachtung – wie zum Beispiel die Entwicklung eines hochstabilisierten Lasers für interferometrische Messungen des Erdgravitationsfeldes im Hinblick auf zukünftige Missionen – eingeleitet. Die Entwicklung neuer elektrischer Antriebe wurde vorangetrieben – insbesondere im Bereich der Radiofrequenzgenerator- und Neutralisatoren-Technologie sowie der High-Power-Technologie.

Auch die ESA Business Incubation Centres (BIC) – gegenwärtig in den deutschen Bundesländern Hessen und Bayern vertreten – werden anteilig durch das GSTP finanziert. Die BIC unterstützen „Start-ups“ bei der Umsetzung ihrer Geschäftsideen und fördern dadurch den Technologietransfer bewährter Raumfahrttechnologien hin zu innovativen und kommerziell erfolgreichen Produkten für die Allgemeinheit.

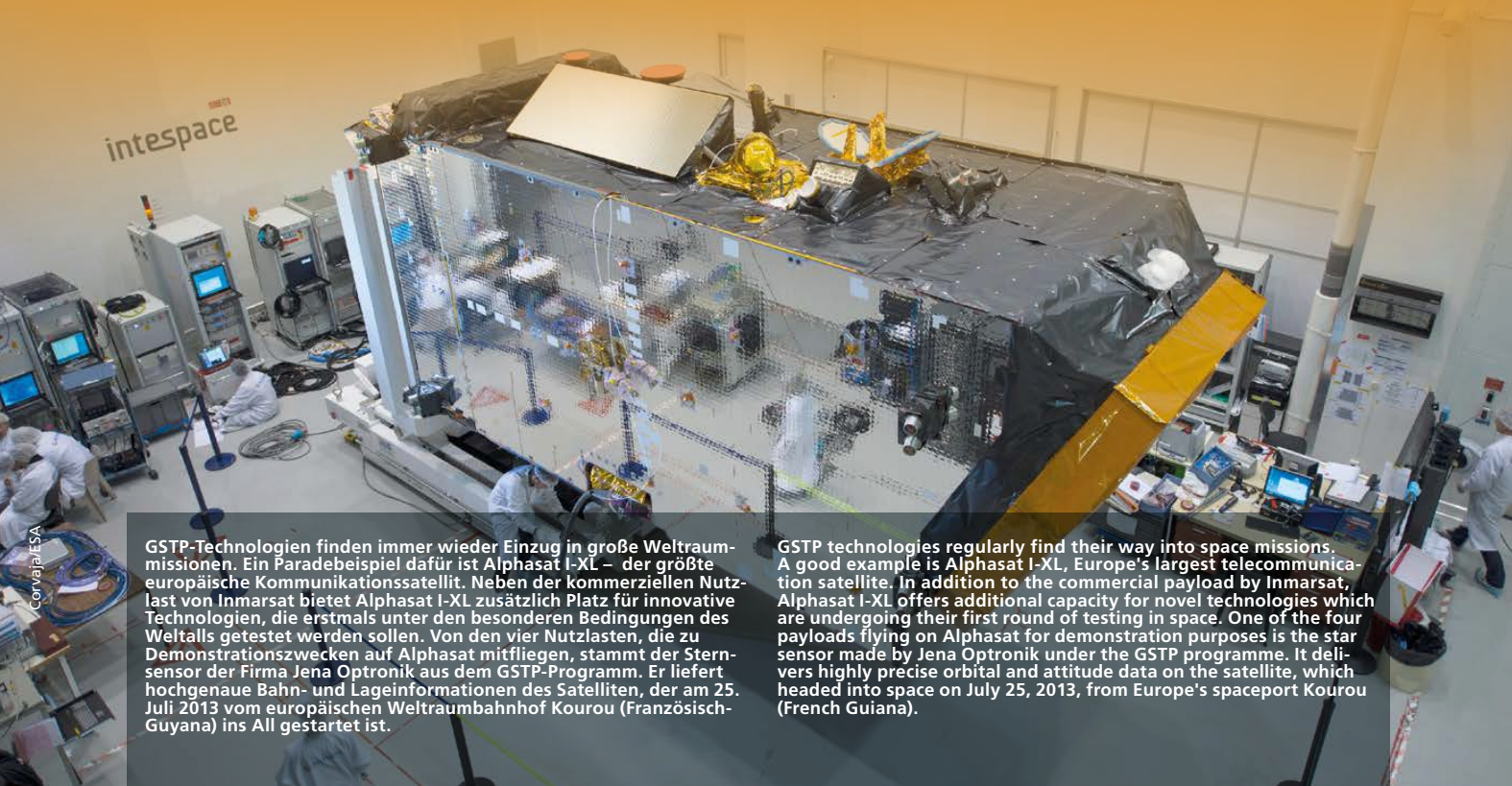
### 30 years of technology funding

In recent years, the GSTP has been focusing on two points: One was to make further progress in additive manufacturing – e.g. we support all of the steps to make 3-D printing fit for space applications. The other is to develop and introduce a new, standardised software infrastructure to monitor the space segment both before and after a rocket launch and carry out verification tests for all types of missions. Represented by a multitude of companies, Germany plays a leading part in both these fields. Moreover, important developments in the field of Earth observation have been initiated under the GSTP, including, for example, the development of a highly stabilised laser interferometer for measuring the Earth's gravitational field in preparation of future missions. Further progress was also made in the development of new electric propulsion systems, particularly in the field of radio-frequency generators and neutraliser technologies and the high-power technology.

ESA's business incubation centres (BICs), currently domiciled in the German federal states of Hesse and Bavaria, have also been financed in part through the GSTP. BICs support start-ups when it comes to implementing their business ideas, thus encouraging the translation of proven space technologies into innovative, commercially successful products for the general public.

GSTP-Technologien finden immer wieder Einzug in große Weltraummissionen. Ein Paradebeispiel dafür ist Alphasat I-XL – der größte europäische Kommunikationssatellit. Neben der kommerziellen Nutzlast von Inmarsat bietet Alphasat I-XL zusätzlich Platz für innovative Technologien, die erstmals unter den besonderen Bedingungen des Weltalls getestet werden sollen. Von den vier Nutzlasten, die zu Demonstrationszwecken auf Alphasat mitfliegen, stammt der Sternsensor der Firma Jena Optronik aus dem GSTP-Programm. Er liefert hochgenaue Bahn- und Lageinformationen des Satelliten, der am 25. Juli 2013 vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou (Französisch-Guyana) ins All gestartet ist.

GSTP technologies regularly find their way into space missions. A good example is Alphasat I-XL, Europe's largest telecommunication satellite. In addition to the commercial payload by Inmarsat, Alphasat I-XL offers additional capacity for novel technologies which are undergoing their first round of testing in space. One of the four payloads flying on Alphasat for demonstration purposes is the star sensor made by Jena Optronik under the GSTP programme. It delivers highly precise orbital and attitude data on the satellite, which headed into space on July 25, 2013, from Europe's spaceport Kourou (French Guiana).





# Gefahren aus dem Weltraum rechtzeitig erkennen

Vom deutschen ESA-Delegierten Manuel Metz

## Early detection of hazards from space

By Germany's ESA delegate Manuel Metz

Trügerische Idylle: Am Nordpol und am Südpol kann man das spektakuläre Schauspiel der Polarlichter genießen. Diese faszinierende Leuchterscheinung hat allerdings eine nicht ganz ungefährliche Ursache. Ein Strom geladener Teilchen rast mit Geschwindigkeiten zwischen 300 und 800 Kilometer pro Sekunde von unserem heißen Zentralgestirn auf die Erde zu – der Sonnenwind. Er umströmt unser Erdmagnetfeld, wobei sich die Partikelgeschwindigkeit verlangsamt. Im Schweif dieses Schutzschildes können die Sonnenwindteilchen dann an den Polen in das Magnetfeld gelangen und regen die oberen Luftschichten der Atmosphäre zum Leuchten an. Polarlichter – ohne unser Magnetfeld nicht nur ein schönes, sondern auch ein gefährliches Schauspiel.

A treacherous idyll: in our North and South Polar Regions, the polar lights are a spectacle enjoyed by many. The fascinating luminescence, however, has a cause that is rather hot and not entirely risk-free. A flow of charged particles from our hot host star is speeding towards our home planet at a rate of between 300 and 800 kilometres per second – solar wind. As it flows around the Earth, deflected by our magnetic field, its particles are decelerated. At the tail end of this flow around our protective shield, solar wind particles may enter the magnetic field and cause the upper layers of the atmosphere to glow. Polar lights – a beautiful spectacle that would be harmful if it wasn't for our magnetic field.

+++ SSA Period 3 +++ signed 02/12/2016 +++ 13:10 CET +++



Die Sonne ist nur scheinbar ein ruhiger und gutmütiger Stern. Sie beeinflusst nicht allein durch ihre Wärmestrahlung, sondern auch durch den Ausstoß hochenergetischer Partikel und Strahlung im Röntgen- und UV-Spektrum das Umfeld und auch das Leben auf unserer Erde. Durch energiereiche Partikelstrahlung der Sonnenstürme können die Bordelektronik von Satelliten gestört und Funksignale von Navigations- und Kommunikationssystemen unterbrochen oder verfälscht werden. Besonders energiereiche Sonnenausbrüche können sogar direkte Auswirkungen auf die Erde haben – etwa durch Störungen oder gar einen Ausfall von Stromnetzen.

The Sun is only seemingly a calm and benevolent star. Not alone its thermal radiation but also the ejection of high-energy particles as well as its radiation in the X-ray and UV spectral range are of great influence to the solar environment and thus also affect life on Earth. Energetic particle emissions caused by solar storms interfere with on-board electronic systems on satellites, as well as blocking or jamming navigation and communication signals. High-energy solar eruptions may also directly affect infrastructures on the planet itself by causing disruptions or even the total failure of power supply networks.

Der Weltraum ist für uns eine riesige, fast leere Weite, aus der trotzdem auch natürliche Gefahren für die Erde und für Satelliten im Orbit drohen: Die Sonne ist nur scheinbar ein ruhiger und gutmütiger Stern. Sie beeinflusst nicht allein durch ihre Wärmestrahlung, sondern auch durch den Ausstoß hochenergetischer Partikel und Strahlung im Röntgen- und UV-Spektrum das Umfeld und auch das Leben auf unserer Erde. Zudem kommen Asteroiden – vor allem sogenannte erdnahe Objekte (Near Earth Objects – NEO) – der Erde immer wieder beunruhigend nahe und müssen als eine potenzielle Gefahr ernst genommen werden.

The universe, seen from our perspective, is sheer vastness, nearly empty but also carrying potential natural hazards to our planet and the satellite fleet in its orbit. It is a delusion to think that the Sun is a calm and benevolent star. Not alone its thermal radiation but also the ejection of high-energy particles as well as its radiation in the X-ray and UV spectral range are of great influence to the solar environment and thus also to life on Earth. Asteroids, especially Near-Earth Objects or NEOs, may get uncomfortably close to our planet and have to be taken seriously as a potential threat.

Unsere moderne, hochtechnisierte Gesellschaft hängt in hohem Maße von Diensten und Anwendungen ab, die durch Satelliten im Weltraum zur Verfügung gestellt werden. Navigations- und Kommunikationsdienste gehören ebenso dazu wie Satelliten, die rund um die Uhr Daten zu Klima und Umweltbedingungen auf der Erde liefern. Durch energiereiche Partikelstrahlung der Sonnenstürme können ihre Bordelektronik gestört, Funksignale von Navigations- und Kommunikationssystemen unterbrochen oder verfälscht werden. Besonders energiereiche Sonnenausbrüche können sogar direkte Auswirkungen auf die Erde haben – etwa durch Störungen oder gar einen Ausfall von Stromnetzen.

Our modern society has become highly dependent upon high-tech satellite-based services and applications. This includes navigation and communication services just as well as satellite data on the Earth's climate and overall environmental condition. Energetic particle emissions caused by solar storms interfere with on-board electronic systems, as well as blocking or jamming navigation and communication signals. High-energy solar eruptions may also directly affect the infrastructure on the planet itself by causing disruptions or even total failures of power supply networks.

#### Weltraumwetterdienst mit präzisen Vorhersagen

Deutschland beteiligt sich mit 15,1 Millionen Euro an dem mit 95,3 Millionen Euro gezeichneten Space Situational Awareness (SSA)-Programm. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Bereich Weltraumwetter. Hier werden die Entwicklungen der vergangenen Jahre fortgesetzt. Sogenannte Expert-Service-Center bündeln Deutschlands und Europas wissenschaftliche Stärken und entwickeln entsprechende Vorhersagedienste – etwa für Satellitenbetreiber, die Luftfahrt und Netzbetreiber. Darüber hinaus werden die ersten dedizierten Weltraumwetter-Messinstrumente für das SSA-Programm im Jahr 2017 als Zusatznutzlast an Bord von Satelliten mitfliegen. Hierzu zählt das im Wesentlichen in Deutschland und Österreich entwickelte, besonders kompakte Magnetometer SOSMAG – ein Instrument, das die Stärke des Erdmagnetfelds im geostationären Orbit an Bord des kommerziell genutzten koreanischen Satelliten KOMPSAT-2A messen wird. Für die nun kommende dritte Phase des Programms ist die Vorbereitung einer eigenen Weltraumwetter-Mission geplant, um die Vorhersagequalität für

#### Accurate space weather forecasting

Germany contributes 15.1 million euros to the Space Situational Awareness (SSA) Programme budget, which currently stands at 95.3 million euros. The programme is primarily focused on space weather forecasting. Progress made in past years will be continued. In so-called expert service centres, scientists from Germany and Europe are bundling their expertise to create a range of new forecasting services – for the benefit of satellite operators, the aviation sector, and network providers. The first dedicated space weather instruments exclusively for the SSA programme will go into orbit in 2017 as hosted payloads on board of other satellite missions. One of these is an instrument that was to a large extent developed in Germany and Austria, a highly compact magnetometer, SOSMAG. The instrument will be measuring the strength of the Earth's magnetic field from a geostationary orbit on board KOMPSAT-2A, a commercial Korean satellite. The coming third phase of the programme will include the preparation of an entire space weather mission to help improve the quality in the forecasting of space events. At

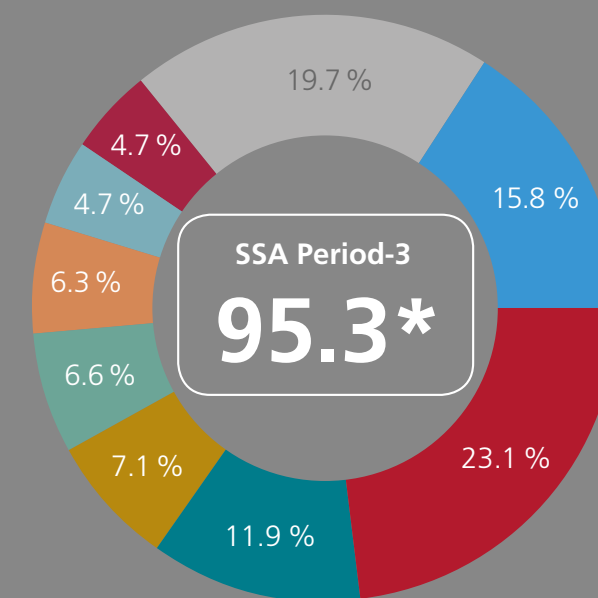
„Deutschland beteiligt sich auch an der dritten Periode des SSA-Programms – und zwar als zweitgrößter Beitragszahler. Dadurch können neue und bereits begonnene, sehr erfolgreiche Entwicklungen und Forschungen in Deutschland fortgeführt werden. Ein wichtiger Beitrag, um natürliche Gefahren aus dem Weltraum durch Weltraumwetter und erdnahe Asteroiden und Kometen weiter zu erforschen.“

Manuel Metz, deutscher ESA-Delegierter für das SSA-Programm

‘With SSA programme entering its third period, Germany will once again participate, paying no less than the second biggest contribution. This permits continuing some highly successful developments and research projects in Germany, some of them new, some already in progress, an important contribution towards continuing the investigation of natural hazards threatening from space that are due to space weather as well as to near-Earth asteroids and comets.’

Manuel Metz, German ESA delegate in charge of the SSA programme

#### Höher- und Neuzeichnungen des Weltraumlageprogramms Subscriptions of the space safety programme



\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
To read this infographics, please open the caption on page 79

diese Ereignisse zu verbessern. Gleichzeitig ist eine Beteiligung an einer von der US-Behörde „National Oceanic and Atmospheric Administration“ (NOAA) vorgeschlagenen Mission zur Sonnenbeobachtung vorgesehen, die die alternde Raumsonde „Solar and Heliospheric Observatory“ (SOHO) ersetzen soll. Dies sind wichtige Schritte, um Beobachtungsdaten für das Verständnis des Weltraumwetters unseres Zentralgestirns weiterhin zeitnah zu erfassen, die auch dem Deutschen Weltraumlagezentrum – einem zivil-militärischen Kooperationsprojekt von Luftwaffe und DLR Raumfahrtmanagement – zur Verfügung stehen werden.

the same time, ESA intends to participate in a solar observation mission proposed by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the United States. The mission is to replace the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), which is approaching the end of its service life. These are important steps towards understanding the space weather phenomena caused by our host star that is not quite as calm as it appears to be after all. Under the programme, scientists will continue to

„Das SSA-Programm fördert Weltraumforschung mit konkretem Nutzen für die Bevölkerung. Der deutsche Beitrag ermöglicht es uns, in den nächsten Jahren aktiv die für das Weltraumwetter nötigen Instrumente, Missionen und wissenschaftlichen Methoden zu entwickeln. Dies ist ein wichtiger Schritt, um zukünftig kritische Infrastrukturen vor den Auswirkungen des Weltraumwetters zu schützen.“

Dr. Volker Bothmer, am SSA-Programm beteiligter Astrophysiker der Universität Göttingen

‘The SSA programme funds space research that offers concrete benefits to the population. Germany's contribution enables us to actively develop the instruments, missions, and scientific methods, which we will need to study space weather in the next few years. This is an important step towards protecting critical infrastructures from harmful effects of space weather in the future.’

Dr Volker Bothmer, astrophysicist from Goettingen University, taking part in the SSA programme

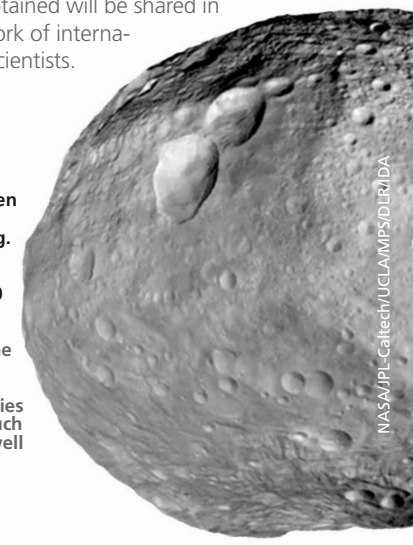
Asteroiden durchqueren unser Universum auf höchst unterschiedlichen Bahnen. Manche dieser Kleinplaneten kommen der Erde dabei besonders nahe. So hat am 15. Februar 2013 ein Asteroid von der Größe etwa eines halben Fußballfelds unseren Heimatplaneten in einer Entfernung von nur rund 28.000 Kilometern passiert – eine Rekordannäherung. Ein Objekt dieser Größe würde in der Erdatmosphäre nicht mehr verglühen und beim Einschlag vorrausichtlich einen Krater von 300 bis 500 Metern Durchmesser erzeugen. Daher müssen diese Himmelskörper besonders aufmerksam beobachtet werden. Der Asteroid im Bild würde allerdings deutlich mehr Schaden anrichten. Vesta ist mit 460 bis 580 Kilometer der drittgrößte bekannte Vertreter seiner Art – hält aber einen sehr großen Abstand zur Erde.

Asteroids travel through our universe on highly diverse trajectories. Some of these tiny planets come very close to the Earth. On February 15, 2013, our home planet was passed by an asteroid the size of half a football field at a distance of a mere 28,000 kilometres – a record close shave. An object of that size would not burn up in the atmosphere but strike the surface, probably leaving an impact crater of 300 to 500 metres in diameter. This is why these celestial bodies must be monitored very carefully. By the way, the damage caused by the asteroid shown in the picture would be much greater. Vesta is the third largest known body of its kind, measuring 460 to 580 kilometres. It does, however, keep well away from Earth.

gather data in a timely manner, and share them with Germany's Space Situational Awareness Centre – a civilian-military cooperation scheme run by the German Luftwaffe and the DLR Space Administration.

#### Keeping track of asteroids

The search for asteroids will be continued in the forthcoming programme phase. The 16-lens telescope 'Fly-Eye', will ensure that the entire night sky is scanned for new asteroids once per night. By computing their trajectory data it is possible to predict the risk of their coming close to our planet. The data obtained will be shared in a network of international scientists.





# Trägerprogramme setzen auf Kontinuität

Von den deutschen ESA-Delegierten Dr. Claus Lippert und Denis Regenbrecht

# Launcher programmes focus on continuity

By German ESA delegates Dr Claus Lippert and Denis Regenbrecht

Ohne Raketen keine Raumfahrt. So einfach ist die Gleichung für alle Weltraumaktivitäten. Trägersysteme verbinden die Erde mit dem All. Sie bringen Mensch und Material in den Weltraum, Forschungs- und kommerzielle Satelliten auf ihre Umlaufbahnen. Nur mit Raketen lässt sich das Universum wissenschaftlich erforschen und wirtschaftlich erschließen. Deshalb bildet der Raumtransport das Fundament der Raumfahrt. Hat ein Staat keinen eigenen Zugang zu Träger- raketen, baut er das „Haus Raumfahrt“ auf keiner soliden Basis: Er kann nicht selbst darüber entscheiden, wann und zu welchen Bedingungen Missionen und Satelliten starten, ist also auf fremde Hilfe angewiesen. Die politische Souveränität dieses Landes ist somit in der Raumfahrt eingeschränkt. Damit das in Europa nicht passieren kann, garantiert das Ariane-Programm diese Unabhängigkeit bereits seit über 40 Jahren. Mit dem aktuellen Modell, der Ariane 5, steht seit dem Ende der 1990er-Jahre ein zuverlässiges, flexibles und leistungsfähiges Raumtrans- portsystem zur Verfügung, das auch im internationalen Wettbewerb bestehen kann. Am 17. November 2016 startete eine Ariane 5ES-Rakete pünktlich um 14:06 Uhr Mitteleuropäischer Zeit vom europäischen Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guyana), um erstmals vier Galileo-Satelliten auf ihre Umlaufbahnen in 23.222 Kilometer Höhe zu bringen.

No rockets, no spaceflight. The equation that applies to all space activities is as simple as that. Launcher systems connect the Earth to space, carrying people and material into space and putting research and commercial satellites into their orbits. Only rockets enable us to explore the universe scientifically and exploit it economically. This is why transport systems form the bedrock condition of all spaceflight. For any state without its own access to carrier rockets, space activities will be 'a house built on sand': its government will be unable to decide autonomously when and under what conditions missions and satellites will take off, but will have to rely on foreign assistance. Therefore, in terms of spaceflight, such a country's political sovereignty will be restricted. To make sure that this does not happen to Europe, the Ariane programme has been guaranteeing Europe's independence for more than 40 years. Available since the end of the 1990s, the current model, Ariane 5, is a reliable, flexible, and efficient space transport system that is capable of holding its own in international competition. On November 17, 2016, at precisely 14:06 CET, an Ariane 5 rocket launched from the European spaceport in Kourou (French Guiana) carrying four Galileo satellites to their orbits at an altitude of 23,222 kilometres for the first time.

+++ Space Rider +++ signed 02/12/2016 +++ 13:00 CET +++ Launchers Exploitation Accompaniment Programme LEAP  
+++ signed 02/12/2016 +++ 13:02 CET +++ Programme for Ariane and Vega Development +++ signed 02/12/2016 +++  
13:27 CET +++ Future Launchers Preparatory Programme FLPP +++ signed 02/12/2016 +++ 13:29 CET



Nach den Entscheidungen über den Beginn der Entwicklung der Träger Ariane 6 und Vega-C auf der letzten Ministerratskonferenz im Dezember 2014 in Luxemburg stand nun in Luzern vor allem Konsolidierung und Wahrung von Kontinuität im Raumtransport auf der Agenda. Die zentrale Entscheidung über die Fortführung der Ariane-6-Entwicklung wurde bereits im Rahmen eines besonderen ESA-Rates im Vorfeld (siehe Kasten auf Seite 18) getroffen, sodass die Programmentscheidungen in Luzern von der Fortsetzung bereits laufender Aktivitäten geprägt waren.

#### Betriebsbereitschaft erhalten

Hauptanteil mit einem gezeichneten Volumen von fast 1,2 Milliarden Euro an den Entscheidungen im Trägerbereich (insgesamt 1,6 Milliarden Euro, einschließlich des CSG-Programms) hatten die Programme zum Erhalt der Betriebsbereitschaft der europäischen Träger: Die „Programme Launchers Exploitation Accompaniment Programme“ (LEAP) und „Centre Spatial Guyanais“ (CSG) bilden dabei das Fundament des europäischen Raumtransports in der Produktions- und Nutzungsphase. Sie sind die Basis des europäischen Trägerbetriebs – und damit auch der europäischen Raumfahrt. Die technische Einsatzbereitschaft der Ariane- und der Vega-Raketen wird hierbei durch LEAP sichergestellt.

Im Element „Klassische Aktivitäten“ werden die technische Betriebsbereitschaft und der Qualifizierungsstatus der Träger garantiert. Hier werden zum Beispiel regelmäßig am DLR-Standort Lampoldshausen Triebwerke getestet – an weiteren deutschen Standorten aber auch Flugdaten ausgewertet, Anomalien behoben, Fertigungsabweichungen untersucht oder Ersatzentwicklungen angestoßen. Üblicherweise werden in LEAP neue Programmelemente mit einer Laufzeit von zwei oder drei Jahren beschlossen. Bei den Vega-Elementen und den „Zusätzlichen Aktivitäten“ für Ariane war dies in Luzern auch der Fall. Bei den

Following the decision to begin with the development of the Ariane 6 and Vega-C launchers at the last conference in Luxembourg in December 2014, the agenda of the Ministerial Council's Lucerne meeting was primarily about consolidation and continuity in space transport. The important decision about continuing the development of Ariane 6 had already been made at a special meeting of the ESA Council in the run-up (see box on page 18), so that the focus of programme decisions at Lucerne was on a continuation of ongoing activities.

#### Staying operational

At a subscription volume of nearly 1.2 billion euros (of a total of 1.6 billion euros, including the CSG-programme), programmes to keep the launcher fleet operable accounted for the lion's share of the decisions relating to European launchers. In the exploitation phase, two programmes, 'Launchers Exploitation Accompaniment Programme' (LEAP) and 'Centre Spatial Guyanais' (CSG), form the foundation of European space transport. European launcher operations and, by the same token, the whole European space sector are underpinned by these two programmes. Of the two, LEAP ensures the technical viability of the European launchers Ariane and Vega.

The 'classical activities' element guarantees the technical serviceability and the qualification status of the launchers. Engineers at the DLR site in Lampoldshausen, for example, regularly test the engines while the evaluation of flight data, the repair of anomalies, the investigation of production non-conformities, or replacement developments at other German production sites are also part of the programme activities. The usual practice for new programme elements is to be approved under LEAP for a period of two or three years. At Lucerne, this was also the case with regard to the Vega elements and the 'supplementary activities' for Ariane. However, decisions concerning the 'classical activities' for Ariane 5 took a different turn: from 2020 onwards,

„Der Zugang zum Weltraum für Europa steht vor großen – auch wirtschaftlichen – Herausforderungen. Der Beschluss zur Entwicklung der Ariane 6 war ein erster Schritt, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Die drastische Senkung der Kosten des europäischen Raumtransports endet jedoch nicht mit Ariane 6 – sie hat damit gerade erst begonnen und wird weitergehen. Mit unseren Zeichnungen im FLPP haben wir zusätzliche Technologieentwicklungen angestoßen, die weitere Kostenreduktionen möglich werden lassen.“

**Dr. Claus Lippert, deutscher ESA-Delegierter für die Trägerprogramme**

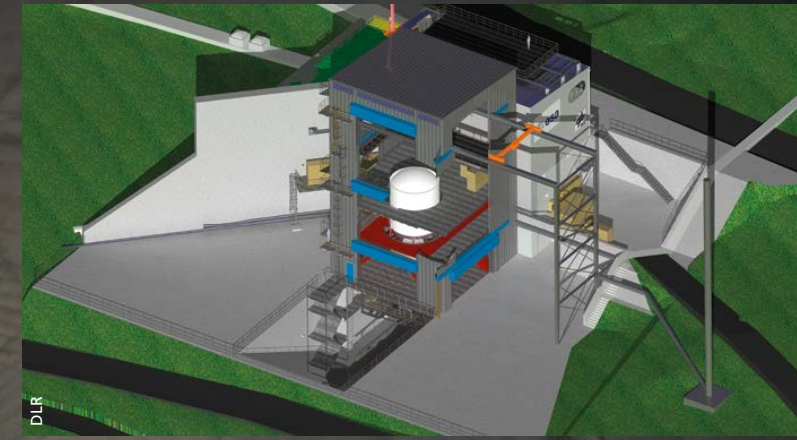
'Europe's access to space is facing major challenges – economic ones included. The decision to develop Ariane 6 was a first step to overcome those challenges. Our efforts to slash European launch costs will not stop there – it was only a beginning, there is more to come. With our subscriptions under FLPP we have initiated new technology developments, which will eventually make further cost reductions possible.'

**Dr Claus Lippert, German ESA delegate in charge of the launcher programmes**



So soll er einmal aussehen – der Prüfstand P5.2. In dieser neuen Anlage am DLR-Standort Lampoldshausen soll die Oberstufe der Ariane 6 umfangreiche Tests durchlaufen. Hierzu zählen neben Versuchen zur Be- und Enttanksung auch komplette Stufentests, bei denen die Oberstufe mit laufendem Triebwerk betrieben wird. Im Jahr 2018 soll mit der Inbetriebnahme begonnen werden. Der DLR-Standort Lampoldshausen hat im Ariane-Programm zwei Hauptaufgaben: Zum einen werden die Entwicklungsversuche für alle Flüssigkeitsantriebe der Ariane 5 (Vulcain für die Ariane 5 und 6, Aestus für Ariane 5ES, Vinci für Ariane 6) sowie zum zweiten die sogenannten produktionsbegleitenden Qualitätskontrollversuche, in denen Unregelmäßigkeiten aus den Flügen untersucht werden, in Lampoldshausen durchgeführt.

What it will look like – the test rig P5.2. The upper stage of the Ariane 6 will be tested extensively on this new test rig at the DLR site in Lampoldshausen. This includes fuelling and defuelling tests and hot running tests for the upper stage. The commissioning is scheduled to begin in 2018. DLR's Lampoldshausen site took over two key functions under the Ariane programme: firstly, it runs the development tests on all liquid-fuel engines of Ariane 5 (Vulcain for Arianes 5 and 6, Aestus for Ariane 5ES, Vinci for Ariane 6), and secondly, it carries out ongoing quality control tests during production itself. At the six large test stands located on the premises in Lampoldshausen, engines may be tested under varying environmental conditions.



Die Raumfahrt leistet entscheidende Beiträge zur Förderung von Technologien, Innovationen, zu Wachstum und zum Erhalt von 6.500 hochqualifizierten Arbeitsplätzen. Fast Tausend dieser gut ausgebildeten Ingenieure arbeiten auch an Bauteilen der Ariane-5-Rakete – zum Beispiel am Kupfer-Rohling, aus dem die spätere Brennkammer gefertigt wird. Das Herzstück, der Raketenantrieb, wird bei Airbus-Safran-Launchers in Ottobrunn zusammengesetzt. Viele Bauteile, wie zum Beispiel die Einspritzelemente, durch die ein Teil des Treibstoffs richtig dosiert in die Brennkammer gelangt, werden von kleinen und mittleren Unternehmen – den sogenannten KMU – in Deutschland hergestellt. Mit der Beteiligung am Ariane-Programm stützt die Bundesrepublik also den Technologiestandort Deutschland, sichert gleichzeitig Arbeitsplätze im Mittelstand und hält „Europas Tor zum Weltraum“ offen. Nach Frankreich zahlt Deutschland den zweitgrößten Beitrag – ist also ein unverzichtbarer Partner im Ariane-Programm der europäischen Weltraumagentur ESA.

The space sector crucially contributes towards promoting technologies, innovations, growth, and the preservation of 6500 highly qualified jobs. Almost one thousand of these highly trained, skilled workers and engineers work on components of the Ariane 5 rocket, including, for example, the copper blank from which the combustion chamber is manufactured later on. The core, the rocket engine, is assembled by Airbus-Safran-Launchers Ottobrunn. Many parts, including, for example, the injector elements through which part of the properly metered fuel enters the combustion chamber, are made by small and medium-sized enterprises – the so-called SMEs – in Germany. By participating in the Ariane programme, therefore, the Federal Republic helps Germany's high-technology space industry to thrive, securing jobs in the SME sector and keeping open 'Europe's gateway to space'. Paying the second biggest contribution after France, Germany is an indispensable partner in ESA's Ariane programme.

rer Ansatz verfolgt: Ab dem Jahr 2020 wird Ariane 6 als neuer Träger Nutzlasten ins All bringen und Ariane 5 bis spätestens 2023 vollständig ablösen. Daher wurde entschieden, die „Klassischen Aktivitäten“ für Ariane 5 bis zu ihrem Nutzungsende zu finanzieren. Hierdurch ist es möglich, den durchschnittlichen jährlichen Finanzbedarf im Vergleich zur vergangenen Periode um fast 50 Prozent zu senken.

Ariane 6 will be carrying payloads to space as the new launcher, entirely replacing Ariane 5 by 2023 at the latest. Consequently, it was decided to finance the 'classical activities' for Ariane 5 to the end of its exploitation. This permits lowering the average funding required per year by nearly 50 percent compared to the previous period.

Das Element „Zusätzliche Aktivitäten“ garantiert die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Träger auf dem Weltmarkt. Hier werden unter anderem wesentliche Infrastrukturkosten für bestimmte Produktions- und Startanlagen finanziert. Weitere Investitionen in diesem Programmelement erhöhen die Flexibilität der europäischen Startdienstleistungen.

The 'supplementary activities' element guarantees the economic competitiveness of the European launchers on the world market. Among other things, the element serves to finance essential infrastructures for certain production and launching facilities. Other investments under the same programme element increase the flexibility of the European launch services.

Die Träger Ariane, Vega und Soyuz ST starten vom europäischen Weltraumzentrum CSG in Kourou (Französisch-Guyana). Unterhalt und Betrieb dieses Weltraumbahnhofs mit allen notwendigen Infrastrukturen, wie zum Beispiel die Nutzlastintegration, Betankung oder Flugkontrolle, kosten jährlich rund 130 Millionen Euro. Hiervon trägt Frankreich ein Drittel aus nationalen Mitteln. Die ausstehenden zwei Drittel werden über die ESA durch das CSG-Programm finanziert. Deutschland beteiligt sich bereits seit über 40 Jahren kontinuierlich daran und hat auch in Luzern eine Fortführung bis 2021 zugestimmt.

The launchers Ariane, Vega, and Soyuz ST lift off from the European space centre CSG at Kourou (French Guiana). The cost of maintaining and operating this spaceport and all requisite infrastructures such as, for example, payload integration, fuelling, or flight control amounts to around 130 million euros per year, of which France pays one third from national funds. The remaining two thirds are financed by ESA through the CSG programme to which Germany has been contributing continuously for more than 40 years, agreeing at Lucerne to continue to do so until 2021.



### Die Zukunft vorbereiten

Die Absicherung des laufenden Trägerbetriebs durch die Programme LEAP und CSG ist ein wichtiger Grundpfeiler des europäischen Raumtransports. Um auch langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen allerdings innovative Technologien, Prozesse und Systemkonzepte vorbereitet, entwickelt und für den Einsatz in Raumtransportsystemen reif gemacht werden.

Zur Weiterführung solcher Aktivitäten wurde in Luzern eine neue Periode des bereits seit 2004 laufenden Vorbereitungsprogramms für zukünftige Raumfahrzeugträger (Future Launcher Preparatory Programme, FLPP) beschlossen: Der Name New Economic Opportunities (NEO) gibt die Stoßrichtung bereits vor. Entwicklungs- und spätere Produktionskosten sollen bei gleichzeitiger Senkung des Entwicklungsrisikos drastisch reduziert werden. Die NEO-Periode sieht hierfür drei sogenannte Programmkomponenten vor:

In der „Kernkomponente“ werden unter anderem neue Industrialisierungskonzepte, neuartige Materialien und Treibstoffe

### Preparing the future

It is one of the important pillars of European space transport that ongoing launcher operations are backed up by the LEAP and CSG programmes. To remain competitive in the long run, however, innovative technologies, processes, and system concepts need to be prepared, developed, and brought to maturity for use in space transport systems.

To ensure the continuation of these activities, it was decided at Lucerne to enter into a new period of the Future Launcher Preparatory Programme (FLPP) which has been going on since 2004. Its name, New Economic Opportunities (NEO), defines its objective: to reduce drastically the cost of development and, later on, production while lowering the risk of development at the same time. In this context, the NEO period envisages three so-called programme components:

Among other things, the 'core component' covers investigating new industrialisation concepts and innovative materials and fuels as well as continuing the development of innovative tech-

### Ariane 6 – Entscheidung über die Programmf Fortsetzung

Die wichtigste Entscheidung im Trägerbereich fand in diesem Jahr bereits vor der Ministerratskonferenz statt: Der ESA-Rat hat in einer Sondersitzung am 3. November die Fortführung der Ariane-6-Entwicklung und die Freigabe der dafür notwendigen Finanzierung von rund 2,1 Milliarden Euro beschlossen.

Dieser Entscheidung ging ein umfangreicher Überprüfungsprozess voraus, der bereits im Juli begann: Im Rahmen dieses sogenannten Programme Implementation Review (PIR) wurden nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Aspekte des neuen Trägersystems untersucht. Einen großen Teil dieses PIR nahm die Überprüfung des Umsetzungsstandes der sogenannten „Neuen Governance“ ein – einer neuen Rollenverteilung zwischen öffentlichem Auftraggeber und industriellen Auftragnehmern bei der Entwicklung sowie im späteren Betrieb der Rakete. Dabei erhält die Industrie mehr Freiheiten bei der technischen Auslegung und Umsetzung, muss aber im Gegenzug eine höhere Eigenverantwortung und damit auch mehr Risiken selbst tragen. Die ESA wiederum minimiert ihre Rolle bei der Projektaufsicht und greift nicht mehr direkt in das Projektmanagement ein. Ebenso ist für die Vermarktung der Ariane allein die Industrie verantwortlich – mögliche Verluste werden nicht mehr durch die öffentliche Hand ausgeglichen.

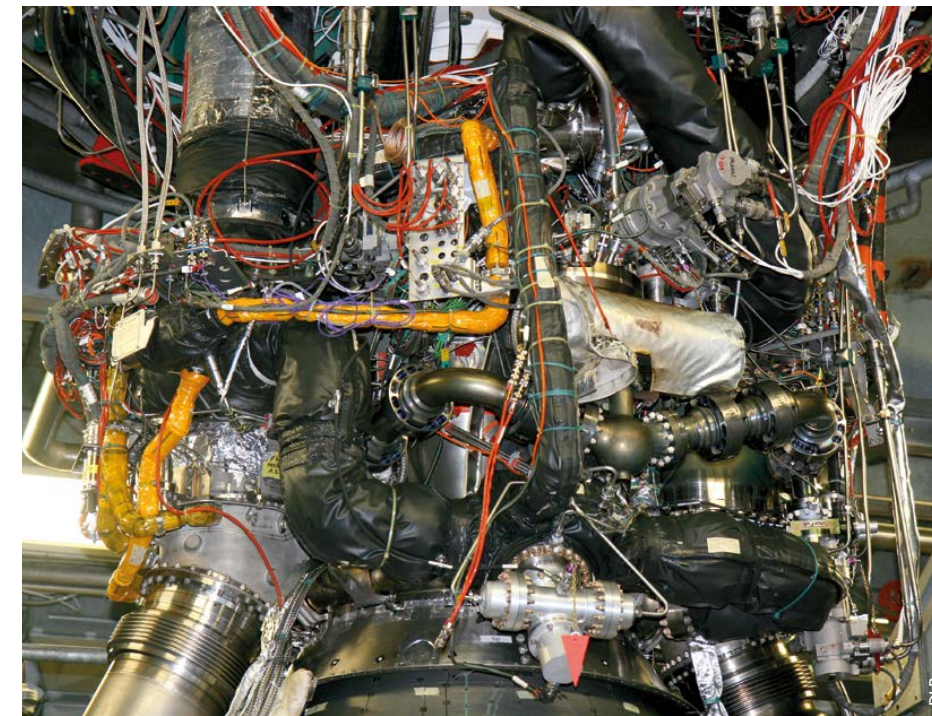
Ob alle Kriterien erfüllt wurden, hat ein Gremium unabhängiger, international anerkannter Experten überprüft. Es schloss seine Arbeit mit der Erstellung einer Liste von Empfehlungen und Hinweisen ab, die nun umgesetzt werden. Die ESA als Auftraggeber und die Hauptauftragnehmer Airbus Safran Launchers (ASL) für die Rakete sowie die französische Weltraumagentur Centre National d'Études Spatiales (CNES) für die neue Startanlage wurden aufgefordert, diese Empfehlungen in der weiteren Entwicklung beziehungsweise der späteren Betriebsphase umzusetzen. Erst durch diese Vereinbarung konnte der ESA-Rat die Programmführung beschließen. Danach wurden die betreffenden Entwicklungsverträge am 9. November unterschrieben.

### Ariane 6 – decision to continue the programme

This year, the most important decision about launchers took place before the conference of the Ministerial Council: at an extraordinary meeting on November 3, the ESA Council decided to continue the development of Ariane 6 and release the requisite funds of around 2.1 billion euros.

This decision was preceded by an extensive review process that started as early as July: under this Programme Implementation Review (PIR), technical as well as economic aspects of the new launcher system were examined. A major part of this PIR was taken up by reviewing the level of implementation of the so-called 'new governance' – a re-allocation of roles between public clients and industrial contractors in the development and later operation of the rocket. The industry will be given greater freedom in technical design and implementation, but, in return, will be obliged to assume greater responsibility and, consequently, shoulder more risks. ESA, in turn, will minimise its role in project supervision and stop interfering directly with the management of projects. Moreover, the industry alone will be responsible for marketing Ariane and any losses will no longer be compensated from public funds.

Whether or not all criteria were met has been checked by a body of independent experts of international renown. At the end of its work, it developed a list of recommendations and comments which will now be implemented. ESA in its capacity as client as well as the prime contractors, Airbus Safran Launchers (ASL) for the rocket and the French space agency Centre National d'Études Spatiales (CNES) for the new launch complex, were asked to implement these recommendations in the course of further developments as well as in the following operational phase. It was this agreement which finally enabled the ESA Council to decide to continue the programme. Related development contracts were signed afterwards, on November 9.



Herzstück der Oberstufe der Ariane 6 wird das Vinci-Triebwerk sein. Der im Auftrag der ESA entwickelte Antrieb wird am Teststand P4.1 des DLR in Lampoldshausen getestet.

The Vinci engine will be the heart of the Ariane 6 upper stage. Developed by order of ESA, the engine is currently being tested at the P4.1 stand of the DLR Lampoldshausen facility.

untersucht – aber auch innovative Technologien wie zum Beispiel Additive Layer Manufacturing (3D-Druck) weiterentwickelt, integrierte Demonstratoren gebaut und Systeme zur Wiederverwendbarkeit untersucht. Die „Kernkomponente“ der NEO-Periode setzt die bereits seit 2012 laufende Periode 3 des FLPP fort und erweitert sie.

In der Komponente „Ultra-Low Cost Motor Demonstrator“ wird die Entwicklung eines Flüssigtriebwerks vorbereitet, das letzten Endes um ein Vielfaches günstiger als bisher in Europa verfügbare Flüssigtriebwerke vergleichbarer Größenordnung sein soll.

In der Komponente „LOX-Methan Testanlagen“ sollen die notwendigen Infrastrukturen für die Untersuchungen zum „Ultra-Low Cost Motor Demonstrator“ entwickelt und gebaut werden.

Deutschland beteiligt sich mit insgesamt rund 50 Millionen Euro an FLPP-NEO. Dies entspricht einem Beitrag von fast 25 Prozent in der neuen Programmperiode.

### Fazit

Mit den Programm Entscheidungen von Luzern ist es gelungen, eine Balance zwischen den Betriebs- und den Entwicklungsprogrammen zu schaffen: Auf der einen Seite wird die bestehende stabile und sichere Basis des operativen europäischen Trägerbetriebs weiter sichergestellt. Auf der anderen Seite wird mit den signifikanten Zeichnungen im FLPP auch die langfristige Wettbewerbsfähigkeit erhalten. Zusammen mit der Fortführungsentscheidung der Ariane 6 wurde der Raumtransportstandort Deutschland damit bedeutend gestärkt und eine gute Zukunftsperspektive ermöglicht.

nologies like additive layer manufacturing (3-D printing), building integrated demonstrators, and examining systems for reusability. The 'core component' of the NEO period is a continuation and extension of period 3 of the FLPP, which has been going on since 2012.

The 'ultra-low cost engine demonstrator' component is concerned with preparing the development of a liquid-fuel propulsion system, which is ultimately expected to be far less expensive than the liquid-fuel engines of comparable size which are currently available in Europe.

„Die Beschlüsse der ESA Ministerratskonferenz von Luzern sind eine klare Bestätigung des hohen Stellenwerts, den der unabhängige Weltraumzugang in Europa genießt. Der Europäische Raumtransport agiert aktuell in einem dynamischen Umfeld. Deshalb ist es besonders wichtig, dass die Mitgliedstaaten eine solide Finanzierung für die Trägerprogramme beschlossen haben. Die ESA kann damit die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Trägerfamilie mittelfristig erhalten und langfristig verbessern. Deutschlands Engagement hat daran einen entscheidenden Anteil.“

Daniel Neuenschwander, ESA-Direktor für die Trägerprogramme

'The decisions taken at the Ministerial Council at Lucerne clearly confirm the high priority of independent access to space for Europe. European space transportation activities are presently exposed to a dynamic environment, and it is thus of utmost importance that Member States have decided on a solid funding for the launcher programmes. On this basis, ESA will be able to maintain competitiveness of the European launcher family in the medium term, while improving it in the long run. The commitment of Germany is key to this.'

Daniel Neuenschwander, ESA Director of Launchers

the existing, sound and secure base fleet. On the other hand, the significant subscriptions made under FLPP will also secure Europe's long-term competitiveness. Combined with the decision to continue with Ariane 6, this has meant a considerable strengthening of Germany's status as a space transport location and has created an excellent perspective for the future.

Under the 'LOX-methane test bench' component, the infrastructures required for the investigations relating to the 'ultra-low cost engine demonstrator' will be developed and built.

Germany's contribution to FLPP NEO amounts to a total of around 50 million euros, the equivalent of nearly 25 per cent in the new programme period.

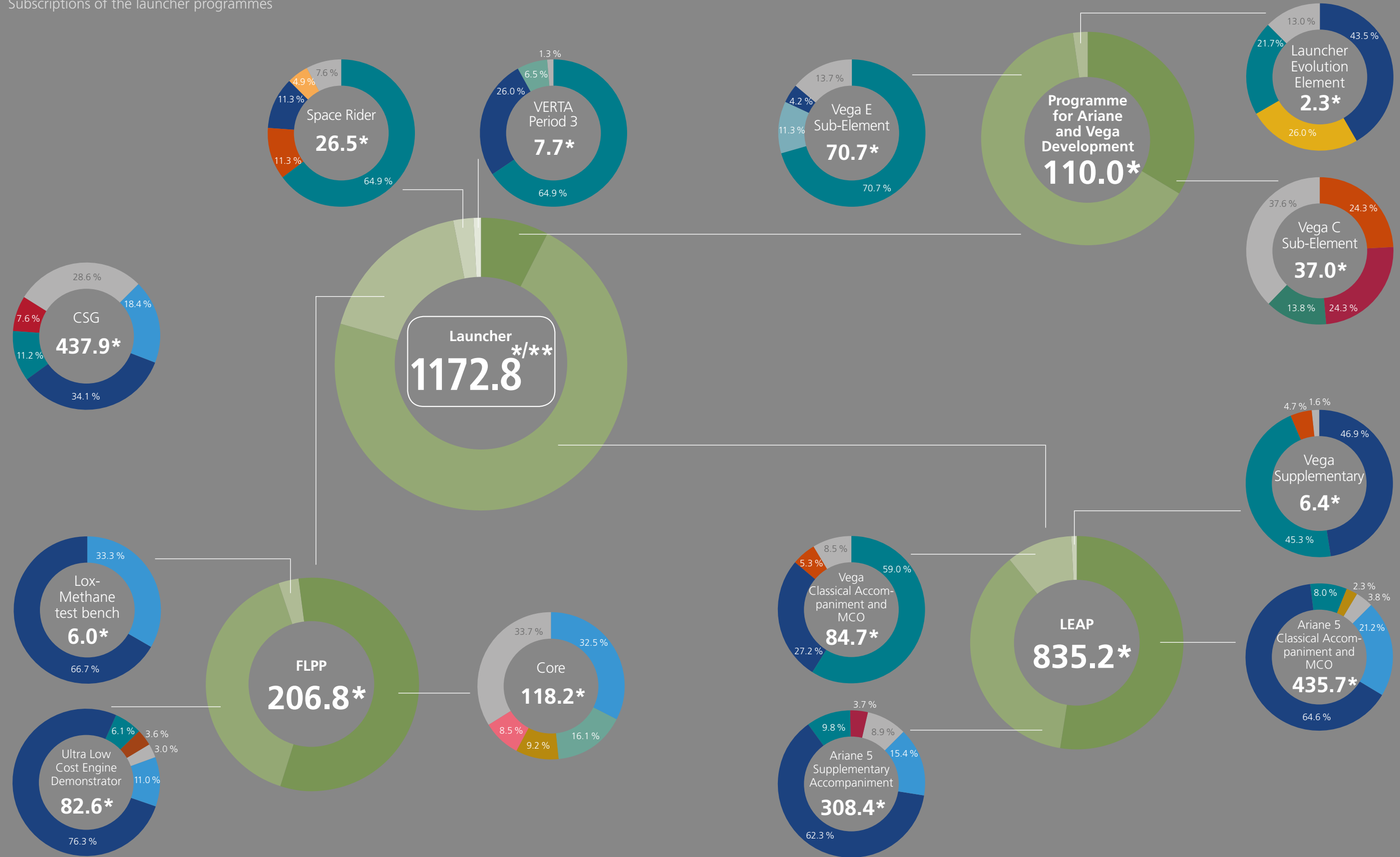
### Conclusion

The Lucerne decision makers succeeded in striking a balance between operational and development programmes. On the one hand, European launcher operations will hold on to





Höher- und Neuzeichnungen der Trägerraketenprogramme  
Subscriptions of the launcher programmes



\* Million euros/covered costs/economic conditions 2016/ESA/C(2016)100, rev. 6/December 12<sup>th</sup>, 2016  
 \*\* Some contributions result from neutral transfers of contributions from ongoing programmes

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 79 öffnen  
 To read this infographics, please open the caption on page 79



# Luzern in Bildern

## Pictures from Lucerne

Hier wurde Geschichte geschrieben: Karoline Marburger, zuständig für den ESA-Haushalt beim DLR Raumfahrtmanagement, hat bei der ESA-Ministerratskonferenz in Luzern die wirklich wichtigen Botschaften auf Ihre Hände geschrieben.

Moments when history is written: At the ESA Ministerial Council meeting in Lucerne, Karoline Marburger, responsible for the ESA budget at DLR Space Administration, made the really essential notes on her hands.



Insgesamt 38 Delegierte (nicht alle im Bild) reisten aus Deutschland zur ESA-Ministerratskonferenz an den Vierwaldstätter See. Damit stellte die Bundesrepublik die größte Delegation. Sie alle leisteten wertvolle Arbeit, um die deutsche Bundesregierung – vertreten durch die Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Brigitte Zypries – bestmöglich bei ihren Verhandlungen zu unterstützen.

38 delegates (not all on the picture) from Germany travelled to Lake Lucerne to attend the ESA Ministerial Council conference, making Germany the country with the largest delegation. They all worked excellently, backing up the German Government, represented by Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary of State at the Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi), in the negotiations.



Die DLR-Vorstandsvorsitzende, Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund, saß in Luzern direkt rechts neben der deutschen Verhandlungsleiterin, Staatssekretärin Brigitte Zypries, am Konferenztisch. Sie wurden von den Delegierten – wie hier Dr. Markus Braun (Mitte), zuständig für das SciSpace-Programm – direkt im Saal mit Informationen versorgt.

At Lucerne, the Chair of the DLR Management Board, Professor Dr Pascale Ehrenfreund, sat to the right of Germany's chief negotiator Brigitte Zypries. The two of them were kept updated with information by delegates in the conference room itself. One of them was DLR's Dr Markus Braun (m.) who is responsible for the SciSpace programme.

Hat noch gut lachen: Dr. Gerd Gruppe (M.), DLR-Vorstand zuständig für das Raumfahrtmanagement, eilte in Luzern von einem Termin zum nächsten. Dabei blieb er immer mit den eigenen Mitarbeitern wie Heinz-Josef Kaaf (l.), Delegierter für das E3P-Programm und mit den Vertretern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), wie Holger Schlienkamp, in Kontakt.

Still able to smile: at Lucerne, Dr Gerd Gruppe (centre), in charge of Space Administration at the DLR Management Board, hurried from one meeting to another. All the while he kept in touch with his own staff, like Heinz-Josef Kaaf (left), a delegate responsible for the E3P programme, and with delegates from the Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) like Holger Schlienkamp.





## Legende | Caption

-  Belgien | Belgium
-  Dänemark | Denmark
-  Deutschland | Germany
-  Estland | Estonia
-  Finnland | Finland
-  Frankreich | France
-  Griechenland | Greece
-  Irland | Ireland
-  Italien | Italy
-  Kanada | Canada
-  Luxemburg | Luxembourg
-  Niederlande | The Netherlands
-  Norwegen | Norway
-  Österreich | Austria
-  Polen | Poland
-  Portugal | Portugal
-  Rumänien | Romania
-  Spanien | Spain
-  Schweden | Sweden
-  Schweiz | Switzerland
-  Tschechische Republik | Czech Republic
-  Vereinigtes Königreich | United Kingdom
-  Andere Mitgliedsländer | Other member states