

EDITORIAL	
Dr. Walther Pelzer blickt auf Space19+ zurück	
EDITORIAL	
Dr Walther Pelzer looks back at Space19+ 4	
MITTELSTAND IM FOKUS	
Interview mit Thomas Jarzombek und Dr. Walther Pelzer	
A FOCUS ON THE SME SECTOR	
Interview with Thomas Jarzombek and Dr Walther Pelzer 6	
AB ZUM MOND	
Mittelstandsinitiative stärkt die KMU in der Raumfahrt	
FLY ME TO THE MOON	
A mid-market initiative strenghtens SMEs..... 12	
SPACE19+ AUF EINEN BLICK	
Alle Zahlen und Fakten zur ESA-Ministerratskonferenz in Sevilla	
SPACE19+ AT A GLANCE	
All facts and figures on the ESA Ministerial Council in Seville 18	
VON ENTDECKERN UND WÄCHTERN	
Europas Antwort auf den Klimawandel und technologischen Fortschritt	
A TALE OF EXPLORERS AND SENTINELS	
Europe's response to climate change and technology evolution..... 22	
NEUE ÄRA EINGELEITET	
Europas Antwort auf die Revolution in der Satellitenkommunikation	
TURN TO A NEW AGE	
Europe's response to the revolution in satellite communications 34	
SICHER AUF DER ÜBERHOLSPUR	
Europas Antwort auf die Herausforderungen einer mobilen Gesellschaft	
SAFELY ON THE FAST TRACK	
Europe's response to the challenges of a mobile society..... 44	
IDEENSCHMIEDE	
Europas Antwort auf die vierte industrielle Revolution	
A FACTORY OF IDEAS	
Europe's response to the fourth industrial revolution 50	
VON NEUGIER ANGETRIEBEN	
Europas Antwort auf die Rätsel des Universums	
DRIVEN BY CURIOSITY	
Europe's response to the mysteries of the universe 56	
EIN NEUER AUFBRUCH	
Europas Antwort auf den Start in ein neues Explorationszeitalter	
A FRESH START	
Europe's response to the new age of exploration 64	
DIE ERDE UNTER BESCHUSS	
Europas Antwort auf die Gefahren aus dem Weltraum	
THE EARTH UNDER FIRE	
Europe's response to cosmic hazards 76	
STARTBEREIT	
Europas Antwort auf den wachsenden Wettbewerb im Trägermarkt	
READY TO LAUNCH	
Europe's response to the growing launcher competitiveness 82	
BUSINESS LAUNCH	
Die ESA-Ministerratskonferenz 2019 in Bildern	
BUSINESS LAUNCH	
The ESA Ministerial Council 2019 in pictures 90	

ESA-Ministerratskonferenz 2019: alle wichtigen Entscheidungen von Sevilla in einer Ausgabe

Am 27. und 28. November 2019 tagten im Rahmen von Space19+ die in Europa für Raumfahrt zuständigen Minister im spanischen Sevilla, 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 Erdbeobachtung, Satellitenkommunikation, Satellitennavigation, Technologieentwicklung, Extraterrestrik, ISS, bemannte Raumfahrt, Exploration, Forschung unter Weltraumbedingungen, Weltraumsicherheit und Trägersysteme getroffen, die alle in dieser Sonderausgabe der COUNTDOWN dargestellt werden.

Wichtiger Hinweis:

Liebe Leserinnen und Leser, in dieser Ausgabe haben wir alle Zeichnungen in Infografiken aufbereitet, um Ihnen alle wichtigen Entscheidungen der ESA-Ministerratskonferenz 2019 illustrierend näherzubringen. Um zu sehen, welches Land wie hoch gezeichnet hat, verwenden Sie bitte die Legende, die sich an der Seite 91 herausklappen lässt. Alle Angaben in Text und Bild ohne Gewähr.

ESA Ministerial Council 2019: all important decisions of Seville in one single edition

On November 27 and 28, 2019, the European ministers in charge of space affairs met for Space19+ in Seville in Spain 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 Earth observation, satellite communications, satellite navigation, technology development, space science, ISS, crewed space flight, exploration, microgravity research, space safety, and launcher systems, all of which are outlined in this special edition of COUNTDOWN.

Important note:

Dear readers, In this edition we have created a visual representation of all subscriptions and important decisions made by the 2019 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 91. All information in text and graphs is supplied without liability.



Europe's new space budget to enable CO₂ mapping

Europe will press ahead with a network of satellites to track carbon dioxide emissions across the globe

Jonathan Amos, BBC, 28.11.2019

Europa nimmt das Weltall endlich ernst

Deutschland wird erstmals größter ESA-Beitragszahler vor Frankreich. Neues Geld erhalten Programme von Erdbeobachtung bis zu einer wiederverwendbaren Rakete – und einen deutschen Astronauten gibt es auch wieder: Christian Schubert.

Christian Schubert, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 28.11.2019



Mehr Europa im All

Die ESA-Länder einigen sich in Sevilla auf ein Rekordbudget für die nächsten europäischen Raumfahrtmissionen.

Dieter Sürig, Süddeutsche Zeitung, 28.11.2019

„Ohne Europa wird es keine Mondflüge geben“

Zum Mond, zum Mars – und vielleicht noch weiter: Johann-Dietrich Wörner, Direktor der Europäischen Raumfahrtagentur ESA, verteidigt seine Zukunftspläne.

Alexander Stirn, ZEIT, 28.11.2019

L'Allemagne devient le premier contributeur de l'Agence spatiale européenne (ESA)

Berlin a affirmé son ambition spatiale en devenant le premier contributeur au budget de l'ESA (3,29 milliards d'euros). Loin, très loin devant la France (2,6 milliards).

Michel Cabriol, La Tribune, 28.11.2019



Dr.-Ing. Walther Pelzer, Vorstandsmitglied des DLR, zuständig für das Raumfahrtmanagement
Dr.-Ing Walther Pelzer, Member of the DLR Executive Board, responsible for the German Space Administration

Liebe Leserin, lieber Leser,

Sie halten eine Sonderausgabe unseres Magazins COUNTDOWN in den Händen. Wir widmen dieses Heft der ESA-Ministerratskonferenz, die am 27. und 28. November 2019 in Sevilla stattgefunden hat. Die „MK“ legt alle zwei bis drei Jahre die Budgets und programmatischen Schwerpunkte der europäischen Raumfahrt fest. Die 22 ESA-Mitgliedsstaaten haben bei der Space19+ die Rekordsumme von 14,5 Milliarden Euro gezeichnet und damit nachdrücklich gezeigt, dass die Bedeutung von Raumfahrt und raumfahrtnahen Anwendungen bei den Entscheidungsträgern in Europa deutlich zugenommen hat. Das Ergebnis ermöglicht, dass die ESA als strategischer Partner bei wegweisenden internationalen Missionen dabei sein wird.

Aus deutscher Sicht war Space19+ ein voller Erfolg – mit 3,3 Milliarden Euro haben wir die finanzielle Führung in den für Deutschland wichtigen Programmen übernommen. Ich möchte diesen tollen Erfolg nutzen, um die bis in die Fingerspitzen motivierte Mannschaft dahinter „vorzustellen“. Das sind zunächst meine Kolleginnen und Kollegen hier im DLR Raumfahrtmanagement, ohne deren tatkräftige Unterstützung in der Vorbereitung und natürlich vor Ort es nicht möglich gewesen wäre, den Überblick zu behalten und entscheidend zu reagieren.

Thomas Jarzombek (MdB), dem Luft- und Raumfahrtkoordinator der Bundesregierung, der unsere Delegation in Sevilla leitete, gilt ebenfalls mein aufrichtiger Dank für sein engagiertes Auftreten und seine tatkräftige Unterstützung bereits in der Vorbereitung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, deren Vertreter ich ausdrücklich in meinen Dank einschließe.

Die Freude über die gelungene MK wird leider durch einen schweren Verlust für die deutsche Raumfahrt getrübt. Sigmund Jähn ist am 21. September 2019 mit 82 Jahren von uns gegangen. Mit ihm verlieren wir eine beeindruckende Persönlichkeit und einen wichtigen Botschafter für die Raumfahrt. Wir erinnern an den ersten deutschen Astronauten mit einem Sonderdruck, der dieser COUNTDOWN beiliegt.

Ihr
Walther Pelzer

Dear reader,

What you have before you is a special edition of our COUNTDOWN magazine. We are dedicating this issue to the ESA Council Meeting at Ministerial Level, which took place at Seville on November 27 and 28, 2019. Held at intervals of two or three years, these conferences serve to define the budgets and key programmes of the European space sector. At this year's Space 19+, the subscriptions of ESA's 22 member states totalled an unprecedented 14.5 billion euros, impressively demonstrating that space activities and space-related applications are now considered markedly more important by European decision-makers. This outcome ensures that ESA will be part of ground-breaking international missions as a strategic partner.

From the German point of view, Space 19+ was a great success. Our commitment to invest 3.3 billion euros has secured financial leadership for us in those programmes that are important to Germany. To mark this extraordinary success, I would like to introduce the highly motivated team which backed it up. To begin with, there are my colleagues at the DLR Space Administration without whose energetic support during the preparations and, of course, on the spot it would have been impossible to stay on top of things and respond decisively.

To Thomas Jarzombek MP, the aerospace coordinator of the federal government who headed our delegation at Seville, I also owe a debt of profound gratitude for his dedication and his active support during the preparation phase, along with the teams from the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy and the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, whom I would like to expressly include in these words of thanks.

Unfortunately, a shadow was cast on our joy about the success of the conference by a great loss for Germany's space sector. On September 21, 2019, Sigmund Jähn left us at the age of 82. In him, we have lost an impressive personality and an important ambassador for the cause of space flight. We remember Germany's first astronaut in a special brochure that is enclosed with this issue of COUNTDOWN.

Yours,
Walther Pelzer



Convejia/ESA

MITTELSTAND IM FOKUS

Interview mit Thomas Jarzombek (MdB), Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt, und Dr. Walther Pelzer, Vorstand des DLR Raumfahrtmanagements, über die Ergebnisse der ESA-Ministerratskonferenz 2019. Thomas Jarzombek leitete die Verhandlungen der deutschen Delegation bei der Space19+ am 27. und 28. November 2019, begleitet und unterstützt vom Team des DLR Raumfahrtmanagements, das auf Arbeitsebene die deutschen Positionen der Konferenz vorbereitet und mit der Bundesregierung abgestimmt hat. Zur Space19+ trafen sich Vertreter der 22 ESA-Mitgliedsstaaten im spanischen Sevilla, um die programmatischen Schwerpunkte und die Budgets für Europas Raumfahrtprojekte bis 2023 festzulegen.

A FOCUS ON THE SME SECTOR

In this interview, Federal Government Coordinator of German Aerospace Policy Thomas Jarzombek (MP) and the Director of the DLR Space Administration, Dr Walther Pelzer, told us about the outcomes of the 2019 ESA Council at Ministerial Level. Thomas Jarzombek headed the German delegation in the Space19+ negotiations on November 27 and 28, 2019. He was accompanied and supported by a team from the DLR Space Administration which, in the run-up to the conference, had prepared Germany's propositions in close consultation with the federal government. Space19+ brought together officials from the 22 ESA member states in the Spanish city of Seville, to define the key programmes and budgets for Europe's space projects until 2023.

Herr Jarzombek, welcher Moment oder welches Detail wird Ihnen von der Space19+ am stärksten in Erinnerung bleiben?

Jarzombek: Eine ESA-Ministerkonferenz ist immer etwas Besonderes: Sie findet in der Regel nur alle drei Jahre statt und im Gegensatz zu vielen anderen Konferenzen steht das Ergebnis vorher noch nicht fest. Mir wird deshalb das gute Teamwork bei der intensiven Vorbereitung in zahlreichen Video- und Telefonkonferenzen in Erinnerung bleiben. Ein sehr persönliches Highlight ist meine neue Krawatte, die ich von Pedro Duque, dem spanischen Wissenschaftsminister – dem ersten und bisher einzigen spanischen Astronauten – nach Abschluss der Verhandlungen geschenkt bekommen habe. Er war Gastgeber der Konferenz und die Krawatte ist seine besondere Anerkennung für das deutsche Verhandlungsergebnis. Die Krawatte hat er nach seiner Rückkehr von der ISS bekommen, das ist also auch ein sehr persönliches Geschenk.

Deutschland hat sein Raumfahrtbudget für die ESA von 1,9 Milliarden auf 3,3 Milliarden Euro gesteigert und ist damit stärkster Partner der ESA – was bedeutet das politisch und ökonomisch?

Jarzombek: Wir haben programmatisch und finanziell mit unserer Schwerpunktsetzung neue Weichen gestellt und damit die Programme der ESA geprägt. Auf die programmatischen Dinge kommen wir noch zu sprechen. Finanziell haben wir einen großen Schritt nach vorne gemacht und sind erstmals größter Zeichner unter den Mitgliedsstaaten. Zum Vergleich: Bei der letzten Ministerratskonferenz Ende 2016 hatten wir 1,9 Milliarden Euro bei einem Gesamt-ESA-Budget von 10,3 Milliarden Euro beigetragen. Bei der Space19+ wurden rund 14,5 Milliarden Euro gezeichnet, das ist so viel wie noch nie. Deutschland hat mit 3,3 Milliarden Euro – das sind fast 23 Prozent – seine Investitionen in die Raumfahrt um mehr als eine Milliarde Euro gesteigert, das ist enorm. Davon profitiert die Technologielandschaft in Deutschland in der Breite, gerade der Mittelstand und die Gründer liegen uns dabei sehr am Herzen. Hier haben wir die Mittel in den einschlägigen Programmen mehr als verdoppelt. Man muss dazu wissen, dass die ESA nach dem sogenannten „Geo-Return“ arbeitet, das ist ein Rückflussprinzip, demzufolge proportional zu den jeweiligen Zeichnungen der Regierungen auch die Mittel und damit Programm- und Projektbeteiligungen wieder in das jeweilige Geberland zurückkommen.

Mr Jarzombek, what do you remember as the most prominent moment or detail of Space19+?

Jarzombek: An ESA Ministerial Council meeting is always special. As a rule, it only happens once every three years, and unlike many other conferences, its outcome is not previously agreed. So, what I will remember in particular is the good team spirit during the intense preparatory video and telephone conferences in the run-up to the actual event. One of my very personal highlights is my new tie, which was handed to me at the end of negotiations by Pedro Duque, Spain's Minister of Science and the country's first and, so far, only astronaut. He was the host of the conference and presented the tie in recognition of Germany's negotiation results. It was the tie that he himself had been given on his return from his ISS mission, which makes it a very personal gift indeed.

Germany has increased its ESA space budget from 1.9 billion to 3.3 billion euros and is now the strongest ESA partner – what does this mean in political and economic terms?

Jarzombek: By marking out our new course both in programmatic and financial terms, we have had a seminal influence on ESA's future programmes. We will cover the programmatic aspects in a moment. Financially, we have taken a great step forward, and for the first time are the biggest single subscriber among the ESA member states. For comparison, at the last Ministerial Council meeting in late 2016, we contributed 1.9 billion towards a total ESA budget of 10.3 billion euros. At Space19+, total subscriptions were at 14.5 billion euros, which is more than ever before. Germany has substantially increased its engagement in space, investing 3.3 billion euros – nearly 23 per cent of total subscriptions. This is an enormous feat. Germany's entire technology sector will benefit from this. We care particularly deeply for our 'mittelstand' small business and start-up community and have more than doubled our funding of programmes that are relevant to them. Remember that ESA operates according to the 'geographic return' principle, whereby the amounts committed by a national government come back to the donor country in the form of a proportionate share in the programme funding and project activities.

Ruhe vor dem Sturm: Das Palacio de Congresos y Exposiciones de Sevilla (FIBES) war am 27. und 28. November 2019 Austragungsort der ESA-Ministerratskonferenz Space19+.

The calm before the storm: on November 27 and 28, 2019, the Palacio de Congresos y Exposiciones de Sevilla (FIBES) was the venue of Space19+, the ESA Council Meeting at Ministerial Level.



Walker/DLR

Dr. Pelzer, können Sie hier etwas mehr ins Detail gehen?

Pelzer: Gerne. Unter dem Arbeitstitel „Mittelstandsoffensive“ haben wir ein Paket in der ESA-Zeichnung geschnürt, mit dem wir gezielt die Internationalisierung und Technologieentwicklung bei KMU fördern werden. In diesem Paket sind beispielsweise das Technologieprogramm GSTP, dessen Zeichnung wir auf 160 Millionen Euro* verdoppelt haben, und ARTES, das Telekommunikationsrahmenprogramm, das wir erstmals führen. Aber auch unsere Beteiligung am Gateway, mit der wir über eine „Fußnote“ deutsche KMU in die erste Reihe einer internationalen Großmission bringen, gehört dazu. Rund 84 Millionen Euro* gingen in den Bereich Weltraumlage und Weltraumsicherheit – wir haben unter anderem eine Initiative zur Asteroidenabwehr gestartet – HERA – und Deutschland zeichnete den größten Anteil. Im Rahmen von HERA wollen wir eng mit der NASA zusammenarbeiten und die US-amerikanische Mission DART zu den Asteroidenmonden Didymos und Didymoon ergänzen. Außerdem ist es uns gelungen, mit einem hohen Engagement von 55 Millionen Euro* eine robotische Mondmission auf den Weg zu bringen. Wir freuen uns sehr, dass wir – initiiert durch Frankreich und Deutschland – den Grundstein für erste Machbarkeitsstudien dieser Mission auf der Mondoberfläche legen konnten, um damit unsere exzellenten Kompetenzen in Robotik und Künstlicher Intelligenz eindrucksvoll demonstrieren zu können. In der Erdbeobachtung ist Deutschland traditionell stark aufgestellt. Um diese Spitzenstellung zu halten, auszubauen und insbesondere auch im Kampf gegen den Klimawandel einzubringen, haben wir unsere Investitionen hier auf 720 Millionen Euro* erhöht.

Dr Pelzer, can you share a few more details?

Pelzer: Sure. Under the working title 'Mittelstandsoffensive', we created a package of ESA subscriptions specifically to underpin the internationalisation and technological evolution of our SMEs. The package includes, for one, the GSTP technology programme, where we doubled our subscription to 160 million euros*, and ARTES, the telecommunications framework where Germany for the first time took the lead. Equally in this category is our share in building the Lunar Gateway, where, through a 'footnote', we managed to place German SMEs into the front line of what will become a very large-scale international mission. About 84 million euros* were committed to space situational awareness and security, an area where ESA launched, amongst other projects, an initiative on asteroid deflection – HERA – in which Germany subscribed the biggest share. Under HERA we want to cooperate closely with NASA and provide our input into the US-American DART mission to the asteroid moons Didymos and Didymoon. Moreover, we managed to offer a sizeable contribution of 55 million euros* to help prepare a robotic lunar mission. We are very pleased that, thanks to an initiative by France and Germany, ESA was able to lay the foundations for a series of feasibility studies for this lunar mission, which will give us a chance to demonstrate our excellent capabilities in robotics and AI. Germany has traditionally been a strong player in the field of Earth observation. In order to uphold our place at the top and expand it further, as well as employing our skills in the combat against climate change, we increased our investment in that field to 720 million euros*.

Wie sieht es für die Telekommunikation, den Trägermarkt und die Internationale Raumstation aus?

Pelzer: Für die Telekommunikation haben wir rund 330 Millionen Euro* bereitgestellt – hier liegt der deutsche Fokus bei Programmen zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit, der optischen Laserkommunikation und kommerzieller Anwendungen. Sogenannte Laserkommunikationsterminals – LCT – sind auf Satelliten wegen ihrer extrem hohen Datenübertragungsrate vom All zur Erde sehr gefragt und könnten auch bei Datentransfers von Sonden oder Raumschiffen, die weiter weg im Universum unterwegs sind, eine entscheidende Rolle spielen. Wir hoffen sehr, dass die EU die LCT bald als Standard für Copernicus und Galileo vorsieht. Daneben fokussieren die Telekommunikationsprogramme neue Themenfelder wie Digitalisierung von Produktionszyklen, Technologien für eine nachhaltige Nutzung des Weltraums, Industrie-4.0-kompatible Fertigungsmethoden, Robotik und moderne Sensorik, KI-gestützte Anwendungen auf Satelliten und die Entwicklung und Nutzung von Quantentechnologien. Rund 584 Millionen Euro* haben wir darüber hinaus für Raumtransport und -betrieb – inklusive der Ariane 6 und der Microlauncher – gezeichnet. Das neue Programm „Commercial Space Transportation Services und Support“ (CSTS), das auch Microlauncher unterstützt, hat Deutschland mit 27,5 Millionen Euro* substantiell gezeichnet. Das Paket „Astronautische Raumfahrt, Mikrogravitation und Exploration“ – das ist das europäische Rahmenprogramm für eine Reihe von Explorationsthemen von der ISS über den Mond bis hin zur Vorbereitung von Aktivitäten auf dem Mars – unterstützen wir mit rund 550 Millionen Euro*. Deutschland ist Hauptproduzent und Kostenträger der European Service Modules (ESM 1-4), der Versorgungskapseln des US-Raumschiffs Orion, und damit unverzichtbarer Teil des Artemis-Mondprogramms der NASA.

What's new in telecommunications, the launcher market and on the International Space Station?

Pelzer: Germany made a subscription of about 330 million euros* in the area of telecommunications – with a focus on programmes to boost the sector's competitiveness, as well as advancing optical laser communications and commercial applications. There is a high demand for satellite-borne, so-called laser communication terminals (LCT) because of their high data transfer rates from space to Earth. They might also play a crucial part in transferring data to and from spacecraft and probes moving further afield in the universe. We hope that the EU will soon adopt LCT as standard technology for Copernicus and Galileo. Beyond that, telecommunications programmes focus on new themes such as the digitalisation of production cycles, technologies for a sustainable use of outer space, Industry 4.0 compatible smart manufacturing methods, robotics and modern sensor systems, AI-assisted satellite-borne applications and the development and application of quantum technologies. Moreover, we committed about 584 million euros* to space transport and operations, including Ariane 6 and the microlaunchers. The new programme 'Commercial Space Transportation Services and Support' (CSTS) which also funds microlaunchers, received a generous German subscription of 27.5 million euros*. We are committing investments of about 550 million euros* towards the Human Space Flight, Microgravity and Exploration package, i.e. the European framework programme to support various exploration activities from the ISS to the Moon to the preparation of future missions to Mars. Germany has a leading position in building and funding the European Service Modules (ESM 1-4) of US Spaceship Orion, which makes us an indispensable partner in NASA's lunar programme Artemis.

Vorne, von links | Front, from left to right: Mona Keijzer (Niederlande | Netherlands); Orsolya Ildikó Ferencz (Ungarn | Hungary); John Halligan (Irland | Ireland); David Clarinval (Belgien | Belgium); Stine Jørgensen (Dänemark | Denmark); Etienne Schneider (Luxemburg | Luxembourg); Manuel Heitor (Stellvertretender Vorsitzender des ESA-Rats, Portugal | Co-Chair of the ESA Ministerial Council, Portugal); Jan Woerner (ESA-Generaldirektor | ESA Director General); Frédérique Vidal (Stellvertretender Vorsitzender des ESA-Rats, Frankreich | Co-Chair of the ESA Ministerial Council, France); Pedro Duque (Spanien | Spain); Matilda Ernkrans (Schweden | Sweden); Andreas Reichhardt (Österreich | Austria); Riccardo Fraccaro (Italien | Italy); Thomas Jarzombek (Deutschland | Germany); Martina Hirayama (Schweiz | Switzerland)

Hinten, von links | Back, from left to right: Aleš Cantarutti (Slowenien | Slovenia); Viljar Lubi (Estland | Estonia); Marek Nieduzak (Polen | Poland); Tomáš ěoček (Tschechische Republik | Czech Republic); Elzbieta Bienkowska (Europäische Kommission | European Commission); Petri Pelttonen (Finnland | Finland); Graham Turnock (Vereinigtes Königreich | United Kingdom); Christian Hauglie-Hanssen (Norwegen | Norway); Antonis Tzortzakakis (Griechenland | Greece); Marius-loan Piso (Rumänien | Romania); Sylvain Laporte (Kanada | Canada)



Council Meeting at Ministerial Level

Seville, 27-28 November 2019



Und wie haben Sie die MK in Sevilla persönlich erlebt?

Pelzer: Wir haben uns sehr gut vorbereitet und vor allem wusste ich, dass Thomas Jarzombek und ich uns auf eine hervorragende Mannschaft stützen können. Dennoch gebe ich zu, dass ich angespannt war: Es war meine erste Ministerratskonferenz und wir haben die Strategie zur Vorbereitung der „MK“ komplett geändert. Wir haben bereits am 13. Februar 2019 die strategischen Leitlinien bei den Münchner Technologietagen veröffentlicht und mit der Industrie, Wissenschaft und Politik zusammen weiterentwickelt. Ob dieses Vorgehen funktionieren würde, war nicht sicher. Schlichtweg begeistert hat mich, dass wir eine solche geschlossene Mannschaftsleistung auch vor Ort in Sevilla gezeigt haben. Ich empfinde es als großes Glück, Teil dieser Mannschaft gewesen zu sein. Wir waren ein echtes Team und ich denke, das hat am Ende auch zu dem aus unserer Sicht erfolgreichen Abschluss der Konferenz geführt. Neben der hervorragenden Abstimmung auf nationaler Ebene möchte ich jedoch auch die überaus konstruktiven Diskussionen mit den Delegationen der anderen Mitgliedsstaaten hervorheben, ohne die wir das großartige Gesamtergebnis für die ESA nicht hätten erzielen können.

Herr Jarzombek, was bedeuten die Ergebnisse von Space19+ für die deutsche Raumfahrt der nächsten drei bis fünf Jahre?

Jarzombek: Durch die Beschlüsse von Sevilla eröffnen wir der deutschen Raumfahrtbranche – also der Industrie und der Wissenschaft – neue Rahmenbedingungen mit einem eindeutigen Fokus auf Wettbewerbsfähigkeit, Innovationen und KMU. Dieser Dreiklang zieht sich durch nahezu alle Programme, die wir gezeichnet haben. Durch unser starkes Engagement in den Erdbeobachtungsprogrammen stärken wir den Kampf gegen den Klimawandel durch weitere wissenschaftliche Erkenntnisse. Wir bleiben verlässlicher ESA-Partner der Internationalen Raumstation, weil sie für uns mit Blick auf das internationale Gateway und die Exploration darüber hinaus die Basis ist. Deutschland nutzt die ISS mit einem überproportionalen wissenschaftlichen Return. Wir unterstützen eine konkurrenzfähige Markteinführung der Ariane 6 und sichern durch Verlagerung von Träger-Aktivitäten nach Deutschland hochqualifizierte Arbeitsplätze. Wir befinden uns in einem sehr dynamischen Umfeld – national, europäisch und global. Ich denke, durch unsere Weichenstellungen in Sevilla haben wir für Deutschland und das deutsche Engagement in der ESA ein attraktives Paket geschnürt.

And at a personal level, how did you experience the Seville meeting of the Ministerial Council?

Pelzer: We came well prepared, and most importantly, I knew that Thomas Jarzombek and I had an excellent team to support us throughout the event. But admittedly I was nervous, too. It was my first Ministerial Council, and we had recently altered our entire planning approach. We published the strategic guidelines as early as February 13, 2019, at the Munich Technology Days, and then proceeded to work on the details together with manufacturers, scientists and policymakers. Whether that approach would work out nobody could say at the time. What really intrigued me was how everyone continued to perform as a sworn-in team even in Seville itself. It makes me happy to have been a member of that line-up. We were a genuine team and I believe that this led to the conference ending successfully from our point of view. Besides having worked in excellent harmony at the national level, I must also mention the extremely constructive conversations we held with delegations from other member states, without whom we could not have produced such a great overall result for ESA.

Mr Jarzombek, what do the results of Space 19+ mean for the German space economy within the next three to five years in practical terms?

Jarzombek: The resolutions of Seville give the German space sector, both industry and science, a new framework with a clear emphasis on competitiveness, innovation, and SMEs. This 'triad' is reflected in almost all the programmes we subscribed to. New scientific knowledge gained through our strong participation in the Earth observation programmes helps us combat climate change. We remain a reliable ESA partner of the International Space Station because we consider this the foundation of the activities relating to the international Gateway and the exploration beyond that. Germany is exploiting the ISS with a disproportionate scientific return. We support a competitive market launch of Ariane 6, and we secure highly skilled jobs by moving certain launcher activities to Germany. We are operating in a highly dynamic environment, nationally as well as Europe-wide and globally. I think that by marking out our future course at Seville we have tied an attractive package for Germany and its activities within ESA.



Thomas Jarzombek ist mit den Ergebnissen von Space19+ sehr zufrieden – insbesondere mit der Förderung des Mittelstandes
Thomas Jarzombek is very pleased with the outcome of Space19+, especially with regard to the promotion of small and medium-sized businesses



Dr. Walther Pelzer freut sich, dass die deutsche Delegation die gesteckten Space19+-Ziele erreicht hat
Dr. Walther Pelzer is delighted that the German delegation has reached its Space19+ target

Und was lässt sich aus den Ergebnissen von Space19+ für die ESA ableiten?

Jarzombek: Zunächst spricht die gezeichnete Rekordsumme für sich: Die Mitgliedsstaaten der ESA erkennen zunehmend den gesellschaftlichen, wissenschaftlichen und politischen Wert der Raumfahrt an und streben danach, gemeinsam in der vordersten Reihe der globalen Raumfahrtationen mitzuspielen. Dazu haben wir neue Schwerpunkte gesetzt, um eine zukunftsorientierte Vision für die europäische Raumfahrt zu formen. New Space und Microlauncher haben, auch auf dezidiertes Engagement Deutschlands hin, eine starke Position bei der ESA bekommen. Ebenso geht hohes Innovationspotenzial beispielsweise von der HERA-Mission aus, mit der wir zeigen, dass das prominente Thema Weltraumsicherheit auch von Europa aus intensiv angegangen wird. Außerdem haben wir im Rahmen der ESA den Grundstein für eine eigene robotische Mission auf der Mondoberfläche legen können, die nun in den kommenden Jahren geschärft werden muss. Die Bewältigung ebendieser Herausforderung ist für die ESA nun von zentraler Bedeutung, um auch international zu zeigen, dass Europa einen Gestaltungsanspruch in der Raumfahrt hat.

And how can ESA itself benefit from the results of Space 19+?

Jarzombek: First, the record subscriptions speak for themselves: ESA's member states increasingly recognise the social, scientific, and political value of space flight, striving together to play in the forefront of the world's space nations. We have set new priorities to form a forward-looking vision for the European space sector. Partly thanks to Germany's resolute commitment, New Space and microlaunchers have now become firmly established within ESA. The high innovation potential of the HERA mission is another case in point, showing that Europe is ready to help tackle the important issue of space security. Moreover, within ESA, we have succeeded in laying a foundation stone for our own robotic mission to the lunar surface, the details of which we will develop in the years to come. Successfully coping with that challenge will be a significant step for ESA, showing the international community that Europe is entitled to play a formative role in the space sector.

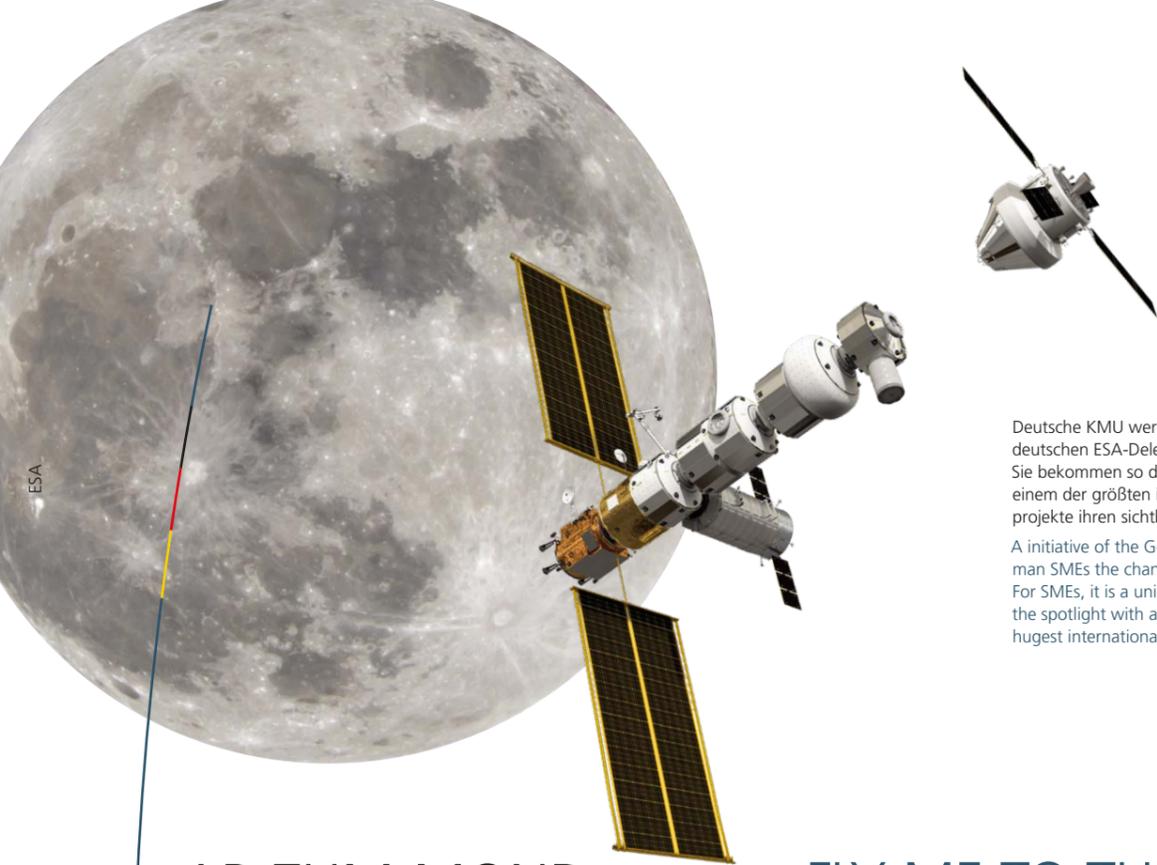


Kurz vor der letzten Space19+-Zeichnungsrunde traf sich die deutsche Delegation für eine finale Abstimmung (v. l.): Dr. Tobias Miethaner, Leiter der Abteilung Digitale Gesellschaft im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Dr. Walther Pelzer, Thomas Jarzombek, Dr. Winfried Horstmann, Leiter der Industrieabteilung im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Max Kroymann, zuständig für Grundsatzfragen der Raumfahrt und ESA in der Abteilung Industriepolitik des BMWi, Prof. Dr.-Ing. Hans Moser (verdeckt), zuständig für Meteorologie, DWD, Erdbeobachtung in der Abteilung Digitale Gesellschaft des BMVI, Christiane Hohmeister, Abteilung Meteorologie, DWD, Erdbeobachtung im BMVI, Klaus Schmidt, Dr. Philipp Weber, Dr. Kathrin Specht, Holger Burkhardt, Klaus Steinberg (verdeckt), Dr. Gerd Kraft, Dr. Claus Lippert (verdeckt), Karoline Marburger, Vicky Hilgert und Volker Rheker (alle DLR Raumfahrtmanagement). Links im Hintergrund: Dr. Markus Braun, Volker Schmid, Manuel Metz und Andreas Schütz (alle DLR).

Shortly before the last Space19+ subscriptions took place, the German delegation met for a final alignment (from left): Dr. Tobias Miethaner, Head of the Digital Society Department at the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), Dr. Walther Pelzer, Thomas Jarzombek, Dr. Winfried Horstmann, Head of the Industry Department at the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), Max Kroymann, responsible for basic space issues and ESA at the BMWi's Industry Department, Prof. Dr. Hans Moser (hidden), responsible for meteorology, DWD and Earth observation at the Digital Society Department of the BMVI, Christiane Hohmeister, Department Meteorology, DWD, Earth observation at BMVI, Klaus Schmidt, Dr. Philipp Weber, Dr. Kathrin Specht, Holger Burkhardt, Klaus Steinberg (hidden), Dr. Gerd Kraft, Dr. Claus Lippert (hidden), Karoline Marburger, Vicky Hilgert, and Volker Rheker (all DLR Space Administration). Left in the back row: Dr. Markus Braun, Volker Schmid, Manuel Metz, and Andreas Schütz (all DLR).

* Million euros/covered costs/economic conditions 2019 – except Technology and Prodex/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019

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



AB ZUM MOND

Mittelstandsinitiative stärkt KMU den Rücken

Von COUNTDOWN-Chefredakteur Martin Fleischmann

Der Mittelstand ist mit seinen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) das Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Hier wird mehr als die Hälfte der Wertschöpfung erzielt. Damit leisten die KMU einen erheblichen Anteil zur deutschen Wettbewerbsfähigkeit – auch in der Raumfahrt. Damit diese Unternehmen in ihrer gesamten Breite schlagkräftig und innovativ bleiben können, hat die deutsche Delegation in Sevilla den KMU mit hohen Zeichnungen vor allem in den Anwendungsprogrammen Erdbeobachtung (siehe Seite 22) und Satellitenkommunikation (siehe Seite 34) sowie Technologie (siehe Seite 50) den Rücken gestärkt. Diese deutsche KMU-Initiative wurde eng mit dem Arbeitskreis Raumfahrt KMU (AKRK) abgestimmt und koordiniert, um eine Balance der Interessen von Politik, Industrie und Wissenschaft zu erarbeiten und den Mittelstand zu stützen – mit den entsprechenden Rahmenbedingungen, die die Potenziale des New-Space-Sektors, der KMU und Start-ups heben. Gerade für die jungen Unternehmen und „Branchen-Neulinge“ ist diese Förderung der Nährboden, um zu bestehen und zu wachsen. Um Jungunternehmer in die Raumfahrt zu locken, stellt die ESA die sogenannten Business Incubation Centre (BIC) im ARTES 4.0 BASS-Programm neu auf (siehe Seite 42). Hier werden künftig Unternehmensgründungen und auch einzelne Projekte gefördert, um die Zahl von 277 neu gegründeten Start-ups in Deutschland durch die fünf BICs noch weiter zu erhöhen. Doch das Highlight ist gleichzeitig ein Novum deutscher ESA-Politik: Die deutsche Bundesregierung stellt im Explorationsprogramm (siehe Seite 64) den KMU 25 Millionen Euro zur Verfügung, um sich am Gateway zu beteiligen – ein immenser Motivationsschub für den deutschen Mittelstand. Wie wichtig die KMU-Initiative ist und was sie bewirken kann, erfahren Sie in zwei Interviews auf den folgenden Seiten.



Deutsche KMU werden durch eine Initiative der deutschen ESA-Delegation am Gateway beteiligt. Sie bekommen so die einzigartige Chance, zu einem der größten internationalen Raumfahrtprojekte ihren sichtbaren Beitrag zu leisten.

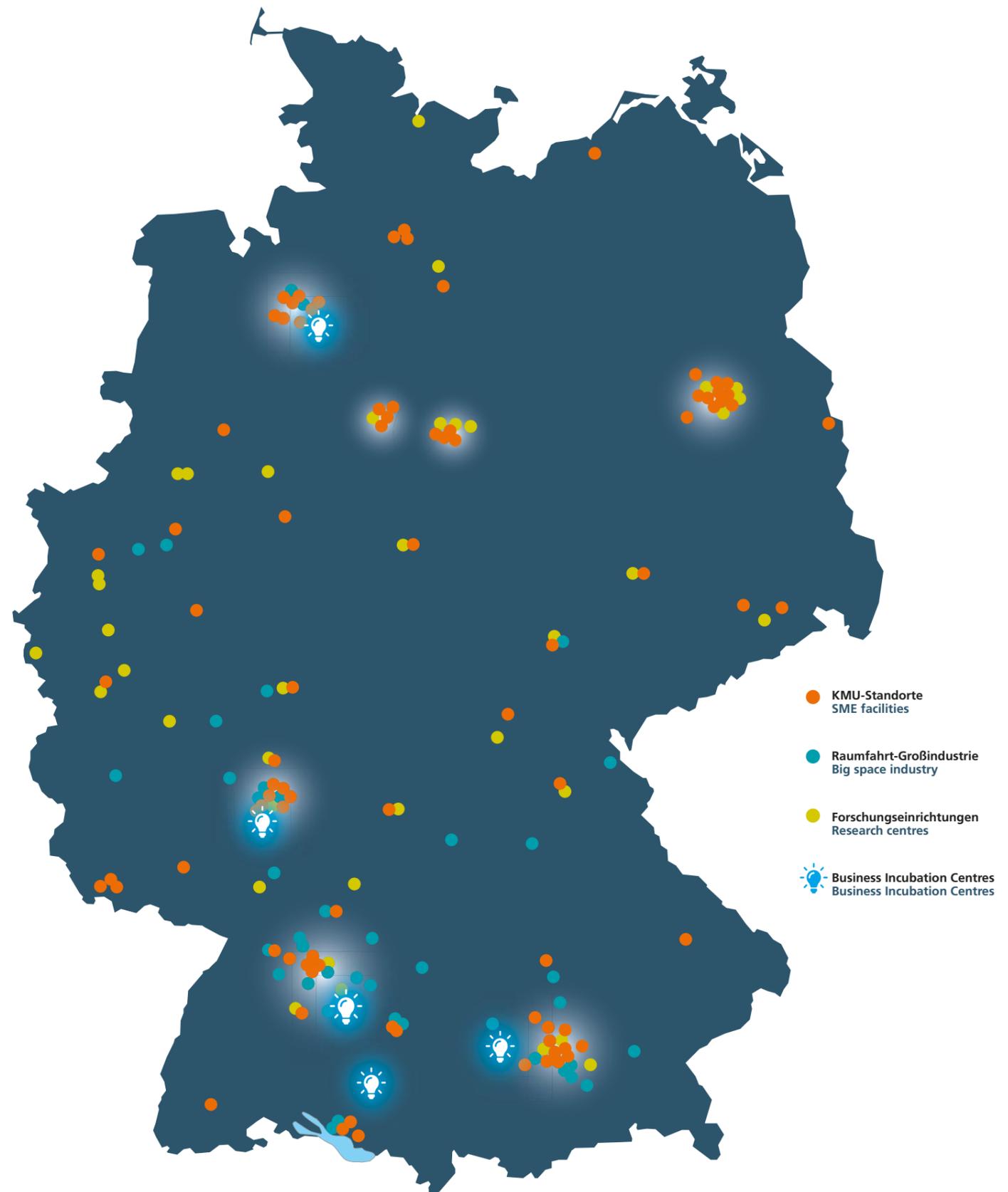
An initiative of the German delegation gives German SMEs the chance to participate in Gateway. For SMEs, it is a unique opportunity to get into the spotlight with a contribution in one of the hugest international space technology projects.

FLY ME TO THE MOON

A mid-market initiative strenghtens SMEs

By COUNTDOWN editor in chief Martin Fleischmann

German small and medium-sized enterprises (SMEs) form the backbone of the German economy. Generating more than half of its net value added, the SMEs make a considerable contribution to Germany's competitiveness, notably in the space sector. To ensure that this multitude of companies can remain powerful and innovative, the German delegation gave the sector a boost in Seville by making big subscriptions especially to the application programmes, Earth Observation (see page 22) and Satellite Communication (see page 34), as well as to the Technology Programme (see page 50). This German initiative was made in close consultation with the Working Group of German Space SMEs at DLR (Arbeitskreis Raumfahrt KMU, AKRK) in an effort to balance the interests of the political, corporate, and science communities and support the small business sector at the same time by creating a set of conditions under which the potential of New Space, SMEs, and start-ups can be exploited to the full. For young enterprises and newcomers to the sector, this kind of support is like a seedbed that nurtures their resilience and growth. To attract first-time entrepreneurs to the space sector, ESA has recently re-positioned its so-called Business Incubation Centre (BIC) in the ARTES 4.0 BASS programme (see page 42). Funding is now provided both for newly founded companies and for individual projects. It is hoped that Germany's five BICs will help to increase the number of presently 277 newly founded start-ups in this country. But the absolute highlight, and a first in Germany's ESA policy, is that under the Exploration Programme (see page 64), the federal government will earmark 25 million euros for the SME sector to enable them to participate in the Gateway project – an immensely powerful motivation booster for Germany's small enterprises. To find out more about the importance of the SME initiative and what it can do, please read the two interviews on the following pages.



● KMU-Standorte
SME facilities

● Raumfahrt-Großindustrie
Big space industry

● Forschungseinrichtungen
Research centres

● Business Incubation Centres
Business Incubation Centres

Zehn Jahre GSTP-Förderung auf einen Blick

Vor allem im Technologieprogramm – dem sogenannten GSTP – sind deutsche KMU stark vertreten. Hier werden neue Technologien gefördert und zur Marktreife gebracht. Das Programm gibt es seit 1993. Diese Grafik zeigt, welche Standorte von KMU, Großindustrie und Forschungseinrichtungen in den letzten zehn Jahren von GSTP-Förderungen profitiert haben. Die Business Incubation Centers (BICs) als Motor von Unternehmensgründungen sind noch ein Teil dieses Programms, werden nun aber in der Satellitenkommunikation eine neue Heimat finden.

Ten years of GSTP support at a glance

The German SME sector is particularly well represented in the Technology Programme, or GSTP, which funds and supports new technologies and their development to maturity. The programme has been in existence since 1993. The map shows the sites of all SMEs, big firms and research centres that have benefited from GSTP funding in the past ten years. The Business Incubation Centres, the powerhouse of business start-ups, still form part of this programme but are now covered by satellite communications.

Space19+ – viel besser, als wir uns das erträumt hätten

Ernst Pfeiffer ist CEO des Antennenherstellers HPS GmbH. Als Sprecher des Arbeitskreises Raumfahrt KMU (AKRK) bezieht er im COUNTDOWN-Interview Stellung zur ESA-Ministerratskonferenz 2019.

Space19+ – much better than we could have expected

Ernst Pfeiffer is CEO of the antenna developer HPS. As the spokesperson of the Working Group of German Space SMEs, he states his position on the ESA Ministerial Council meeting 2019 in this COUNTDOWN interview.



Wie ist die MK denn aus Sicht der deutschen KMU gelaufen?

: Viel besser, als wir uns das erträumt hätten. Nach zwei Jahren intensiver Vorbereitung waren wir nach der Veröffentlichung der Zahlen aus der DLR-Pressemitteilung erleichtert und begeistert. Die allerwichtigste Säule für uns KMU – die Technologieprogramme – wurden mit einem Plus von 150 Prozent im Technologieprogramm GSTP und einem Zuwachs von 50 Prozent im Wettbewerbsprogramm der Satellitenkommunikation (ARTES-CC) gezeichnet, die Steigerung des TDE-Programms um 35 Prozent wurde von allen Staaten unterstützt.

Was war anders als bei den vorigen Ministerratskonferenzen?

: In den letzten drei Jahren haben wir alle unter reduzierten Mitteln gelitten. KMU in anderen Staaten konnten sich viel schneller als wir entwickeln. Zwar wurden wir in den letzten Jahren vom DLR Raumfahrtmanagement im Rahmen der Möglichkeiten stark unterstützt. Aber das Geld war einfach zu wenig. Große Infrastrukturprogramme wie ISS und Ariane standen im Fokus. Wenn man noch irgendwo Geld brauchte, wurde es von den Technologieprogrammen weggenommen. Das war bei Space19+ grundlegend anders. Man hat uns im Vorfeld gesagt, dass man GSTP und ARTES stark zeichnen möchte. Diese Programme schienen aus deutscher Sicht unantastbar zu sein – nicht nur ein wichtiger Schritt für alle KMU, etablierte und Start-ups, sondern auch für große Zulieferer. In Deutschland können jetzt wieder innovative Produkte entstehen.

Warum ist es dieses Mal besser gelaufen?

: Wir haben bei Space19+ erlebt, dass das „Duo“ Thomas Jarzombek und Walther Pelzer als Leitung der deutschen Delegation immer ein offenes Ohr für uns hatte. Die deutschen KMU wurden in noch nie dagewesener Weise im Vorfeld eingebunden. Thomas Jarzombek als Koordinator für die Luft- und Raumfahrt hat sich Zeit genommen, die Raumfahrt als Ganzes zu verstehen. Er wollte von Anfang an ganz genau wissen, wie das komplexe Wirtschafts-Ecosystem funktioniert – von den KMU bis hin zu den Systemprimen. Unsere Anliegen wurden aufgenommen und direkt weitergetragen. So ist das Verständnis für die Bedeutung einer Stärkung der KMU bei allen Entscheidungsträgern und vielen Bundestagsabgeordneten verschiedener Parteien geweckt worden. Auch das plötzlich entfachte Interesse des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI) hat sicherlich noch seine Wirkung getan. Vielleicht hat das dazu geführt, dass die noch nie dagewesene deutsche Gesamtzeichnungssumme von 3,3 Milliarden Euro überhaupt erreicht wurde. Wir KMU haben uns direkt nach Space 19+ beraten, welche Pfeiler wir in den Technologieprogrammen sehen: Der Hauptanteil muss in die Komponentenentwicklung – also Hardware und Software – gehen, ein weiterer Teil in die Umsetzung zur Flugreife, und schließlich ein Startschuss für operative Missionen von Klein- und Kleinstsatelliten unter deutscher Führung.

Einige deutsche KMU haben sich ja im Vorfeld explizit für HERA ausgesprochen. Warum?

: HERA kann bei der Bevölkerung einen neuen Begeisterungsschub für Raumfahrttechnologie auslösen – eine visionäre Mission mit einem hohen Potenzial für die internationale Zusammenarbeit mit den USA. Dazu möchten wir KMU unseren Beitrag leisten. Die Möglichkeiten scheinen bei HERA sehr groß zu sein. Das wissen wir, weil der Prime für uns extra einen Industrietag zu HERA veranstaltet hat und so im Vorfeld mit einigen KMU über Kooperationsmöglichkeiten sprechen konnte. Die L5-Mission ist auch sehr wichtig – vor allem für die Welt- raumwettervorhersage. Deshalb sind wir auch sehr froh, dass die Mission kommen wird, nur halt etwas verzögert. Leider wissen wir bei L5 noch nicht genau, mit welchen Bauteilen wir KMU an der Mission teilhaben könnten.

Was halten Sie von der deutschen Initiative, Geld nur für die KMU in einem Programm zu reservieren und was machen die deutschen KMU jetzt in Richtung Mond?

: Das war für uns der i-Tüpfelchen von Space19+. Vor Sevilla stand es aus deutscher Sicht nicht gut um das Gateway. Deshalb grenzt diese Zeichnung fokussiert auf KMU an ein Wunder: Wir fliegen in einem internationalen Großprojekt zum und um den Mond. Was Deutschland hier in Sevilla erreicht hat, zeigt mir das tiefe Bewusstsein der Bundesregierung um das große Innovationspotenzial des deutschen Mittelstandes, der eben mit genau solchen Maßnahmen gestärkt wird. Wir haben uns auch schon direkt nach der Konferenz überlegt, was wir hier anzubieten haben: Hochleistungselektronik, Software, Leichtbaustrukturen, Kommunikationsantennen und vieles mehr.

Was sagen Sie zu der hohen Beteiligung an Copernicus?

: Mit der hohen Beteiligung an Copernicus hat Deutschland ein Signal in Richtung Klimaschutz gesetzt. Jeder in Europa weiß jetzt, dass die Raumfahrt ein unverzichtbarer Baustein dafür ist. Wir KMU arbeiten hart daran, unseren Beitrag zu leisten: Seit mehr als einem halben Jahr sind wir so viel wie noch nie mit dem Schreiben von exzellenten Angeboten an die Systemfirmen beschäftigt. Ein prominentes Beispiel ist eine rotierende, acht Meter große, entfaltbare Radarantenne. Da tritt ein Konsortium aus mehr als 15 Mittelständlern unter deutscher Führung an, um diese kritische Technologie „European Non-dependent“ auf einem der sechs Satelliten zu fliegen, mit Potenzial auf zwei Nachfolgesatelliten – bezahlt von der EU. Solche Erfolge kommen nur durch ein vorbereitendes stabiles Nationales Raumfahrtprogramm zustande. Es wäre ein Pyrrhussieg, wenn die höheren deutschen ESA-Mittel jetzt national wieder eingespart würden.

Dr. Walther Pelzer (Mitte), DLR-Vorstand zuständig für das DLR Raumfahrtmanagement, diskutierte mit den Mitgliedern des Arbeitskreises Raumfahrt für KMU (AKRK) und weiteren Industrievertretern am 24. September 2019 in Bonn über die deutschen Schwerpunkte auf der ESA-Ministerratskonferenz in Sevilla.

On September 24, 2019, Dr Walther Pelzer (centre), DLR Executive Board Member responsible for Space Administration, discussed with the members of the Working Group of German Space SMEs (AKRK) and participants of the space industry about the German concerns at the ESA Ministerial Council in Seville.



From a German SME perspective, how did the Ministerial Council meeting go?

: It went much better than we could have expected. After two years of intense preparations we were relieved and excited to see the figures published in the DLR press release. The most important pillar of our business as SMEs – the technology programmes – saw an increase in subscriptions: 150 per cent in the case of the General Support Technology Programme (GSTP) and 50 per cent in the satellite communication competitiveness programme ARTES-CC. The 35 per cent increase in subscriptions to the TDE programme was supported by all member states.

What was different this time compared to earlier conferences?

: Over the past three years we all suffered from underfunding. SMEs in other countries were able to move forward much faster than we were. Although the DLR Space Administration did all it could to support us, there was simply too little money to go around. The focus was on large infrastructure programmes like the ISS and Ariane. Wherever some extra money was needed, it was sliced off the technology programmes. Space 19+ was fundamentally different. We were told up front that Germany would subscribe heavily to GSTP and ARTES. From a German perspective, these programmes are considered untouchable. Investing in them was an important step not only for all SMEs, both established and start-ups, but also for the major supplier firms, meaning that Germany can afford to develop innovative products again.

Why did things go better this time?

: At Space19+ we felt that the 'duo' Thomas Jarzombek and Walther Pelzer who headed the German delegation were always willing to listen to us. German SMEs were heard at an early stage, in a manner we had never experienced before. Thomas Jarzombek, the government's aerospace coordinator, took all the time he needed to understand the space industry. He wanted to know exactly how the complex business ecosystem works, from the small players up to the prime systems integrators. All our concerns were taken on board and directly fed them into the debate, advising the decision makers and the many parliamentarians present on the need to strengthen the SME side of the market. The sudden interest shown by the German Industry Confederation, BDI, also helped. Maybe this was the reason why German subscriptions reached the hitherto unattained sum of 3.3 billion euros. Immediately after Space19+, SME representatives met to discuss what elements of the technology programmes would be our priority and found that the biggest chunk must go to component development in hardware as well as in software, another part would be for the implementation of flight readiness for SME-equipment, and the rest would be needed for launching German-led operational missions of small and cubesats.

In the run-up to the conference, several German SMEs explicitly declared an interest in HERA. Why?

: HERA might re-kindle the population's enthusiasm for space technology, being a visionary mission with a high potential for international cooperation, notably with the USA. As small companies we would like to get involved. HERA is likely to offer us a whole range of opportunities. We know this because the prime contractor had arranged a HERA industry day specifically for us, during which conversations were held with a number of SMEs on the possibility of cooperation. The L5 mission is very important, too, especially with respect to space weather forecasting. So we are very pleased that that mission, too, is going to happen, albeit a little later. Unfortunately, we are not very clear yet to what part of the mission we as SMEs might contribute.

What are your thoughts on Germany's initiative to set aside money exclusively for SMEs in one of the programmes, and what are the plans of Germany's SMEs for the Moon?

: To us, this was the cherry on the icing of Space19+. Prior to Sevilla, things were not looking good for Germany's role in the Gateway project. Hence, it almost came as a miracle that it was decided to earmark Germany's subscription entirely for the SME community: flying to the Moon and orbiting it, in a major international project. Germany's achievements here demonstrates how deeply the government believes in the big innovation potential of German SMEs, which is, of course, going to be immensely strengthened by such measures. We shared some first ideas immediately after the conference as to what we might have to offer: high-performance electronics, software, lightweight structural components, communications antennae and many more things.

What do you make of our high subscription to Copernicus?

: Germany's high share in Copernicus sends out a signal in terms of climate protection. Now everyone in Europe knows that space technology is an indispensable part of it. We in the SME sector are working hard to do our bit: never before have we written as many excellent quotations to the systems and subsystem primes as we did in the past six months. One prominent example is that of an eight-metre rotating deployable radar antenna. A consortium of more than 15 SMEs under German leadership has accepted that challenge of competing with US-companies for flying such a critical piece of technology onboard to one of the six satellites reaching a European, non-dependence, with a potential for two follow-up orders later paid by the EU. Such accomplishments are only possible if there is a strong, well-thought-out German national space programme in place. It would be a Pyrrhic victory, however, if the money made available through Germany's higher ESA subscription was to be cut back again at the national level.

Vom Rennsport in die Raumfahrt – ein deutsches Start-up zeigt den Weg

Bastian Behrens ist CEO der Firma Blackwave, die er zusammen mit Raphael Setz im Jahr 2016 mit einem Startkapital von 820.000 Euro gegründet hat. Heute beliefern sie namhafte Automobilhersteller mit Karbonteilen und wollen auch in der Raumfahrt hoch hinaus.

From motor racing to space tech – a German start-up might show the way

Bastian Behrens is the CEO of Blackwave. In 2016, he and his colleague Raphael Setz have founded the company with 820,000 euros seed money. Today, Blackwave supplies well-known automotive primes with carbon components and aims high in terms of space flight.



Herr Behrens, Blackwave ist ein Start-up und gleichzeitig ein Raumfahrt Spin-in. Wie sieht Ihr Geschäftsmodell aus?

: Wir entwickeln hochkomplexe Leichtbauteile aus Carbon und produzieren diese dann für unsere Kunden in großen Stückzahlen. Ursprünglich kommen wir aus dem Motorsport und fertigen zurzeit in erster Linie Teile für den High-End Automotive-Bereich. Bisher macht dieser Bereich circa 70 Prozent unseres Umsatzes aus. In den kommenden Jahren werden wir weitere Märkte erobern. Unser Fokus liegt insbesondere auf Luft- und Raumfahrt, da hier komplexe Teile mit hohen mechanischen Eigenschaften benötigt werden. In der Raumfahrt entwickeln wir bereits heute Komponenten für Satelliten und für die Oberstufen von Launchern. Deployer zum Aussetzen von Satelliten und Cubesat-Strukturen sind für uns ebenfalls sehr interessant, da es hier neben dem hohen Leichtbaubedarf ein spannendes Stückzahl-Szenario gibt.

Was hat Ihr Interesse für die Raumfahrt geweckt?

: 2014 gab es ein Schlüsselereignis: Während der Teilnahme am Formula-Student Wettbewerb auf dem Michigan Speedway in den Vereinigten Staaten wurden wir von SpaceX-Mitarbeitern auf unsere Felgen aus Carbon SMC angesprochen. Wir waren das erste Team, das diese Technologie einsetzte. Die begeisterten Ingenieure luden uns gleich nach dem Wettbewerb nach Hawthorne ein. Dort haben wir über unsere Idee gesprochen, ein Unternehmen zu gründen und Bauteile für die Raumfahrt zu fertigen. Der Enthusiasmus des SpaceX-Teams war der ausschlaggebende Punkt, warum wir uns letztendlich entschlossen haben, unsere Vision zu verwirklichen. 2016 haben wir die Blackwave GmbH gegründet und uns selbst das Ziel gesetzt, dass wir zehn Jahre nach Unternehmensgründung ein Bauteil aus unserer Fertigung im Weltraum haben wollen.

Wie war der Weg in die Raumfahrt?

: Als junges und unbekanntes Unternehmen ist es nicht leicht, in einer komplexen Branche wie der Raumfahrt Fuß zu fassen. Die größte Herausforderung bestand darin, die Abläufe zu verstehen und die richtigen Ansprechpartner zu finden. Wir hatten das Glück, dass das DLR Raumfahrtmanagement und der AKRK-Vorsitzende und CEO der HPS GmbH, Ernst Pfeiffer, auf uns aufmerksam wurden. Gemeinsam haben sie uns an die Hand genommen und jederzeit tatkräftig unterstützt. So sind wir zum Business Incubation Center (BIC) und dann ins Technologieprogramm (GSTP) der ESA gekommen. Dass wir die Chan-

ce hatten, als erstes Startup nach dem BIC ein großes Projekt im GSTP durchzuführen, erfüllt uns mit Stolz. Da wir inzwischen sowohl Raumfahrtprojekte für Kunden bearbeiten als auch ein Folgeprojekt bei der ESA eingereicht haben, das im Januar 2020 beginnen wird, sind wir überzeugt, dass man sich sowohl beim DLR als auch bei der ESA über unseren Fortschritt freut.

Wie haben Ihnen das BIC und das Technologie-Programm genau geholfen, in der Raumfahrt Fuß zu fassen?

: Für uns waren die Jahre 2017 und 2018 im BIC die Eintrittskarte. SpaceX hatte uns die Idee in den Kopf gesetzt, dass wir mit unseren Carboneilen in der Raumfahrt Erfolg haben könnten und diese Vision haben wir hartnäckig verfolgt. Als wir ins GSTP gestartet sind, lief das BIC noch. Wir haben unsere Idee ans Raumfahrtmanagement im DLR geschickt und drei Anwendungen vorgeschlagen. Das kam so gut an, dass uns das DLR bei den Formalien unterstützt hat. So konnten wir den kompletten Antrag für die ESA schreiben. Wir haben zügig die ersten Grundlagenversuche an unseren Carboneilen durchgeführt und im Juli 2019 unser erstes GSTP-Projekt abgeschlossen. Am Ende hat unsere Technologie den Reifegrad TRL 3 erreicht. Im Folgeprojekt streben wir gemeinsam mit HPS und anderen mindestens TRL 5 an. Der Traum vom eigenen Bauteil im Weltraum rückt in greifbare Nähe.

Was muss sich ändern, damit junge Unternehmen es aus eigener Kraft und nicht durch Glück schaffen?

: Raumfahrt-Gründerfonds sind aus meiner Perspektive nicht der richtige Ansatz. Viel sinnvoller wäre es, eine Grundlage zu schaffen, damit junge Unternehmen einfacher und unbürokratischer an Fördergelder kommen. 100.000 Euro als Risikokapital mit minimalen Hürden für eine erste Technologieerprobung wäre eine prima Sache. Bislang werden 80 bis 90 Prozent des europäischen Geldes unter den Großen und Etablierten verteilt. Durch die deutsche Initiative auf der Ministerratskonferenz in Sevilla wird sich das hoffentlich ändern. Die Idee der deutschen Delegation, Geld in bestimmten Programmen nur für KMU zu reservieren, ist ein Schritt in die richtige Richtung. Auch die höhere Zeichnung im Technologieprogramm ist ein wichtiges Signal. Es muss nicht alles staatlich finanziert sein. Im Gegenteil: Für uns wäre es ein wichtiger Meilenstein, einen großen Auftrag aus der freien Wirtschaft zu bekommen. Deswegen brauchen wir auch bei Investoren das Bewusstsein, dass wir Jungen gut sind und dass sich der Kapitaleinsatz auszahlen wird. Die Jungen hingegen brauchen den Mut, dieses Risiko auch einzugehen.



Das junge Blackwave-Team will nach seinem erfolgreichen Start in der Automotive-Branche auch in der Raumfahrt als Zulieferer ins Geschäft kommen und dort 20 Prozent seines Umsatzes erzielen.

After a successful start in the automotive sector, the young Blackwave team aims to make its business in space technologies reaching 20 per cent turnover.



Leichte Karbonbauteile sind für viele Raumfahrtsektoren interessant (im Bild: Subreflektor für Satellitenantennen).

Lightweight carbon components are interesting for the whole space sector (picture: subreflector for space antennas)

Mister Behrens, Blackwave is a start-up company as well as a space-industry spin-in. What is your business model?

: We develop highly complex lightweight carbon components and produce them in large quantities for our customers. Originally, we are from the motorsport industry. Currently, we primarily manufacture elements for the high-end automotive sector which accounts for around 70 percent of our revenue. Within the next years, we will conquer additional markets. We will focus especially on aviation and aerospace as there is a huge demand for complex parts with high mechanical properties. In aerospace, we are already developing components for satellites and for the upper stages of launchers. Furthermore, deployers for launching cubesats and cubesat structures are also a field of interest, as there is an interesting quantity scenario here in addition to the high demand for lightweight design.

What sparked your interest in space?

: There was a key event in 2014: While participating in the Formula Student competition at Michigan Speedway in the United States, we were approached by SpaceX employees about our carbon SMC rims. We were the first team to use this technology. The excited engineers invited us to Hawthorne right after the competition. During our visit, we talked about our idea to start a company and to produce components for the space industry. We recognized that the SpaceX team was really thrilled and that they saw a huge potential for our idea. That was the key experience that we needed to finally realize our vision. In 2016, we founded Blackwave GmbH and set our first major goal: within ten years, we want to have a component from our production in space.

How did you first enter the space industry?

: For a young and unknown company, it is not easy to gain a foothold in a complex industry like astronautics. The biggest challenge was to understand the processes and find the right contact persons. We were lucky that DLR Space Management and the AKRK Chairman and CEO of HPS GmbH, Ernst Pfeiffer, became aware of us. They guided and actively supported us at all times. They are the reason why we were able to enter the Business Incubation Center (BIC) and afterwards ESA's Technology Program (GSTP). We are very proud that we had the oppor-

tunity to be the first start-up after the BIC to carry out a larger project in the GSTP. Since we are now working on space projects for customers on the one hand and have submitted a promising follow-up project to ESA on the other hand, which will start in January 2020, we are convinced that both DLR and ESA are delighted with our progress.

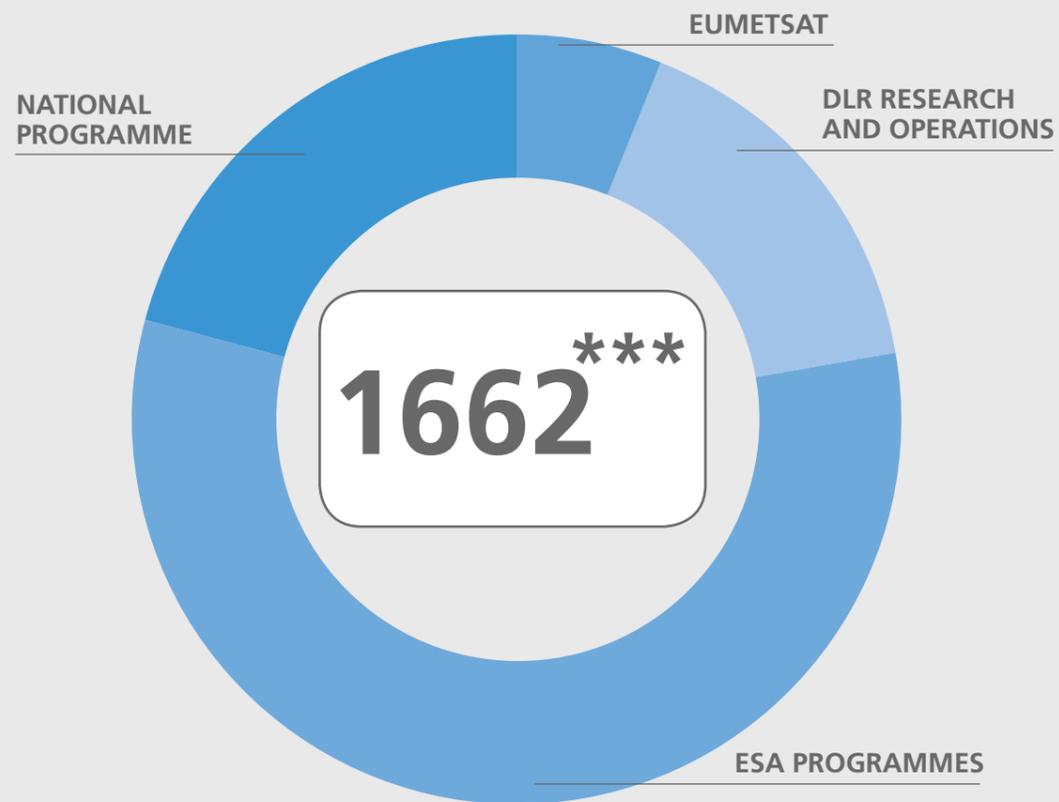
How exactly did your time at the BIC and in the Technology Programme help you arrive in the space sector?

: 2017 and 2018 were our ticket in the BIC. SpaceX had put the idea into our heads that we could be successful in astronautics with our carbon parts and we pursued this vision persistently. When we started into the GSTP, the BIC was still running. We sent our idea to DLR Space Administration and proposed three potential applications. That was so well received by DLR that they supported us with the formalities. With their support, we were able to write the full application for ESA. We quickly carried out the first basic tests on our carbon parts and completed our first GSTP project in July 2019. In the end, our technology reached the maturity level TRL 3. In our follow-up project, we are working with HPS and others to achieve at least TRL 5. The dream of having our own component in space is within reach.

What needs to change for young companies to get started not by luck but by their own efforts?

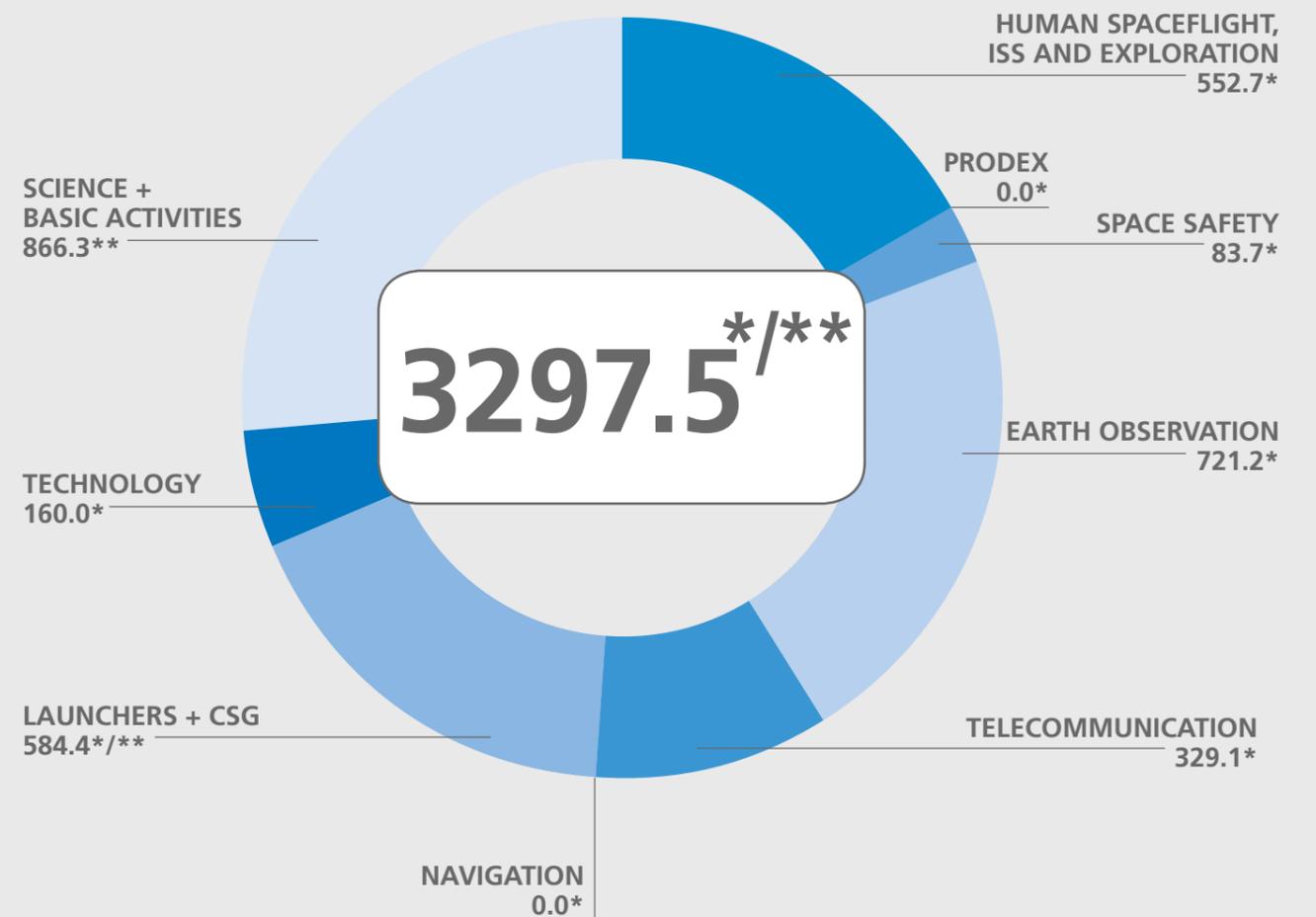
: From my perspective, space funds are not the right approach. It would make much more sense to create a basis for young companies to receive funding more easily and less bureaucratically. 100.000 Euros as venture capital with minimal hurdles for a first technology test would be a great thing. So far, 80 to 90 percent of European money has been distributed among large and established companies. Hopefully, the German initiative at the Council of Ministers conference in Seville will change this. The idea of the German delegation to reserve money in certain programmes only for SMEs is a step in the right direction. The idea of a higher subscription in the technology programme is also an important signal. The state doesn't have to finance everything. On the contrary, it would be an important milestone for us to obtain a major contract from the private sector. We also need investors to be aware that we young entrepreneurs are good and that the investment will pay off. Young people, on the other hand, need the courage to take this risk.

DEUTSCHLANDS INVESTITIONEN
IN DIE RAUMFAHRT IM JAHR 2020
GERMANY'S INVESTMENTS
IN THE SPACE SECTOR IN 2020



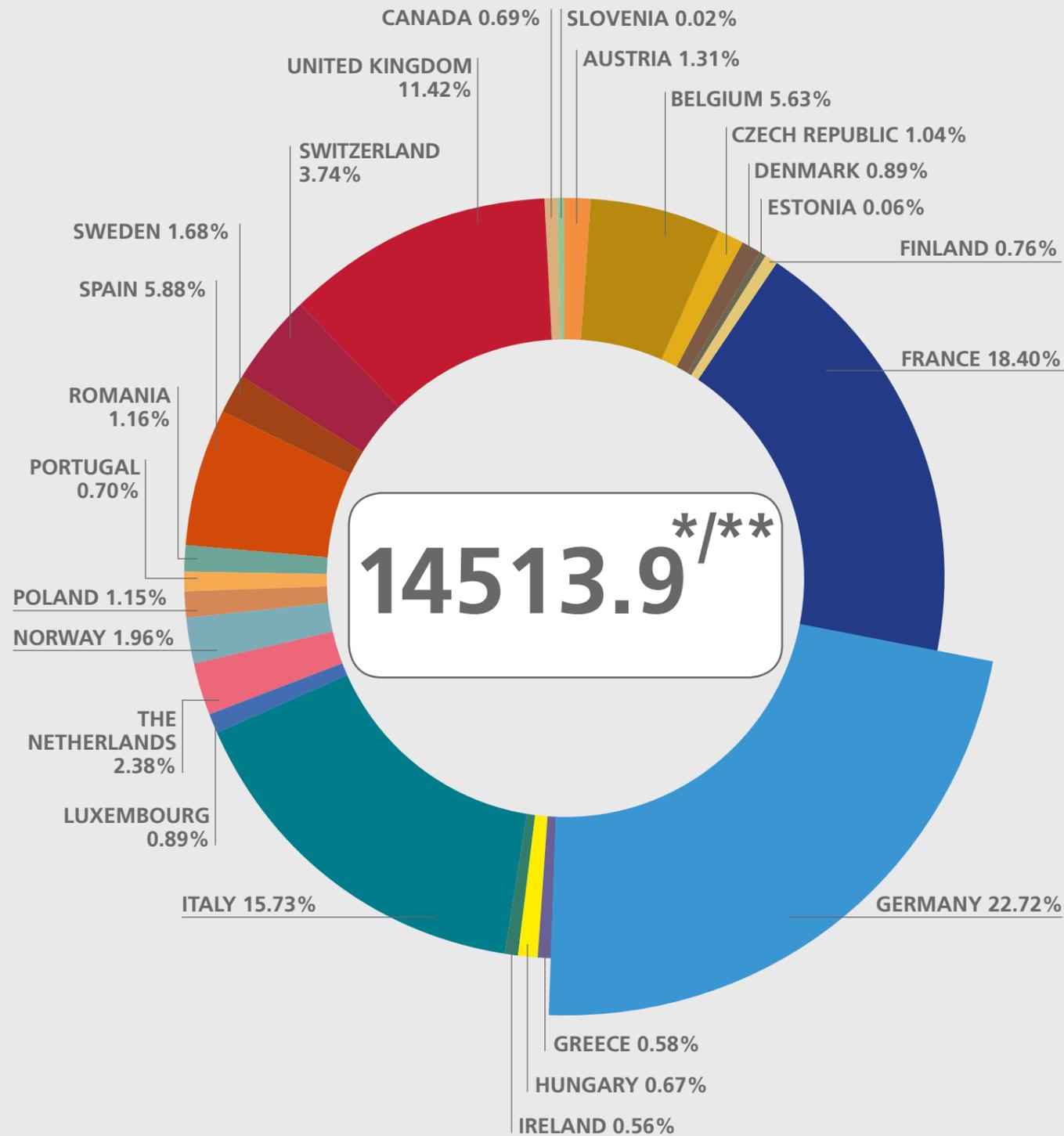
* Million euros/covered costs/economic conditions 2019 – except Technology and Prodex/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019
 ** Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2
 *** Million euros/DLR Space Administration

DEUTSCHE ZEICHNUNGEN BEI SPACE19+
IN DEN EINZELNEN PROGRAMMBEREICHEN
GERMANY'S SUBSCRIPTIONS AT SPACE19+
TO THE ESA PROGRAMME FAMILIES

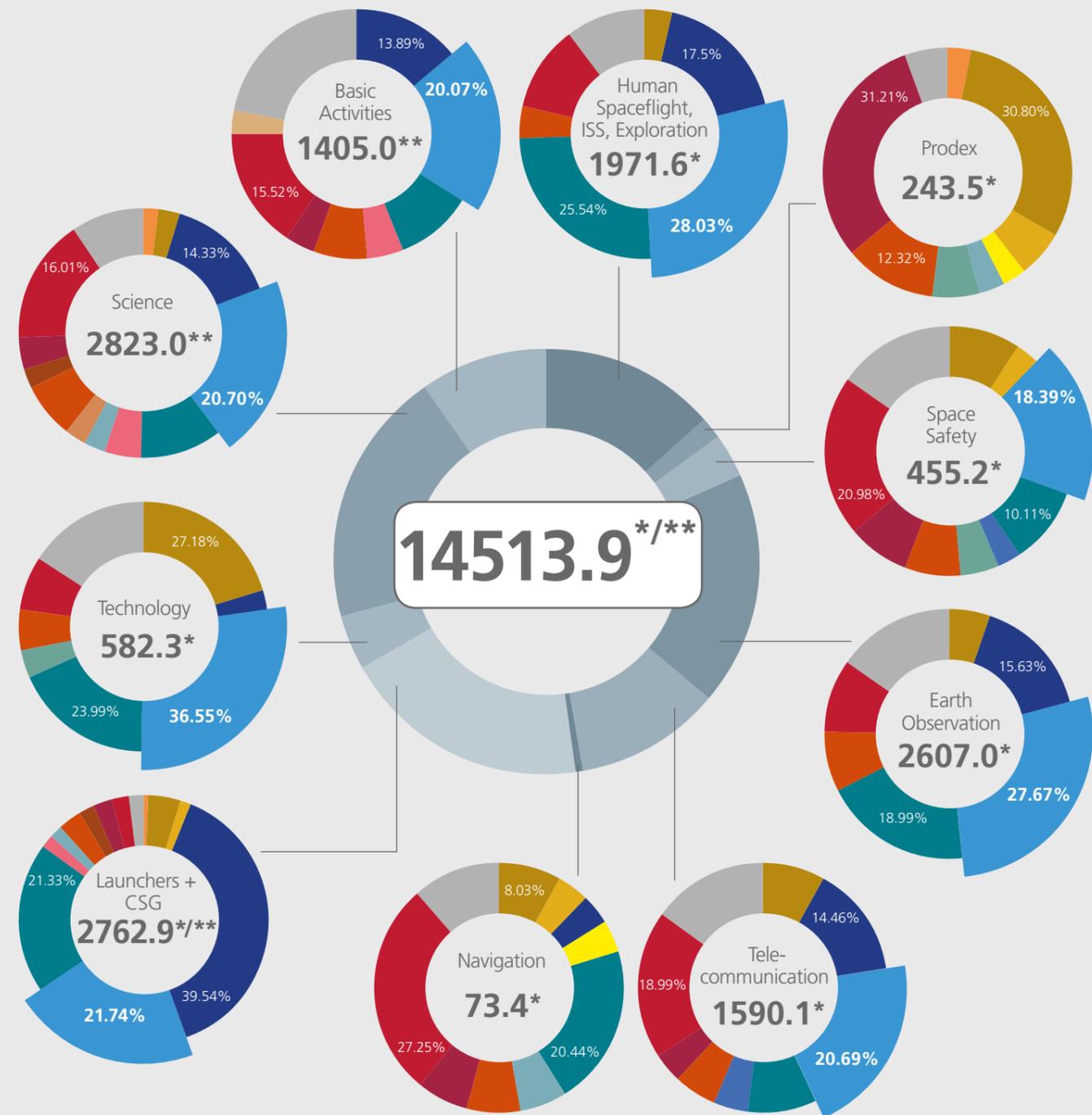


Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
 To read this infographics, please open the caption on page 91

SPACE19+: ZEICHNUNGEN DER MITGLIEDSSTAATEN SPACE 19+: SUBSCRIPTIONS OF THE MEMBER STATES



VERTEILUNG DER ZEICHNUNGEN BEI SPACE19+ AUF DIE EINZELNEN PROGRAMMBEREICHE DISPOSITION OF THE SUBSCRIPTIONS AT SPACE19+ 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 2019 – except Technology and Prodex/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019
** Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2

VON ENTDECKERN UND WÄCHTERN

Europas Antwort auf Klimawandel und technologischen Fortschritt

Von den deutschen ESA-Delegierten und Beratern Michael Bock, Dr. Jörn Hoffmann, Dr. Michael Nyenhuis, Thomas Ruwwe, Peter Schaadt, Klaus Schmidt, Christoph Schulz, Dr. Helmut Staudenrausch und Dr. Albrecht von Bargaen

Der Klimawandel ist kein Zukunftsszenario. Er ist Realität. So kommt der Weltklimarat der Vereinten Nationen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) am 25. September 2019 in seinem Sonderbericht zum Stand der Ozeane und Eiswelten zu einem verheerenden Schluss: Der Anstieg des Meeresspiegels hat sich in den vergangenen Jahren drastisch weiter beschleunigt und wird bis zum Jahr 2100 auch Metropolen bedrohen. Die Forscher warnen zudem vor einer starken Erwärmung der Meere und der Zerstörung von Ökosystemen. Weltweit schmelzen die Eismassen – an den Polen, aber auch in Gebirgen und Permafrostböden. Annahmen und Prognosen haben sich bestätigt oder sogar zugespitzt. Mit dem Bekenntnis der Staatengemeinschaft zum Pariser Klimaabkommen der Vereinten Nationen hat sich die Welt Ziele gesteckt, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Werden diese Ziele eingehalten? Greifen die Maßnahmenpakete? Wo muss nachgebessert werden? Die „Entdecker- und Wächter“-Satelliten in den Erdbeobachtungsprogrammen der ESA liefern wichtige Daten, um diese Fragen zu beantworten. Gleichzeitig helfen sie bei der Umsetzung und Kontrolle von Maßnahmen in den 194 unterzeichnenden Staaten. Doch diese Hilfe geht nicht ohne technischen Fortschritt und Innovation. Das FutureEO-Programm der ESA bereitet auch operationellen Satelliten im europäischen Copernicus-Programm und in der Meteorologie den Weg. Dabei setzt FutureEO unter anderem auf Künstliche Intelligenz zur Datenauswertung. New-Space-Ansätze bringen frischen Wind und neue „Mitspieler“ in die Branche und sorgen dafür, dass innovative Datenprodukte und Dienstleistungen entstehen. Gleichzeitig erhalten die Programme die Wertschöpfung der europäischen Industrie. Somit leisten sie einen Beitrag dazu, die Lebensqualität auf unserem Heimatplaneten zu verbessern. Deutschland zeichnete bei Space19+ für die ESA-Erdbeobachtungsprogramme aus Mitteln des BMVI und des BMWi insgesamt 721,24 Millionen Euro und ist damit mit 27,7 Prozent stärkster Partner in der Erdbeobachtung.

A TALE OF EXPLORERS AND SENTINELS

Europe's response to climate change and technology evolution

By German ESA delegates and consultants Michael Bock, Dr Jörn Hoffmann, Dr Michael Nyenhuis, Thomas Ruwwe, Peter Schaadt, Klaus Schmidt, Christoph Schultz, Dr Helmut Staudenrausch and Dr Albrecht von Bargaen

Climate change is not a future scenario. It is a reality. In its Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, the UN's Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, arrives at a shattering conclusion: the rise of sea levels has progressed in a dramatic way over the past few years and, by 2100, will threaten to put even some of the world's megacities at risk. Scientists also warn against a worrying increase in ocean temperatures that is likely to destroy entire ecosystems. Ice masses are melting at a global scale, affecting not only the polar ice sheets but also mountain glaciers and permafrost soils. Earlier estimates and forecasts have been confirmed or even exceeded. By joining the UN's Convention on Climate Change, the international community has committed itself to a set of targets to mitigate climate change. Are these aims being met? Are the action plans effective? What adjustments might be needed? A fleet of Earth Explorer and Sentinel satellites flying under ESA's Earth observation programmes deliver a body of important data that will help answer these questions. At the same time, they support enforcement and monitoring procedures agreed to by the 194 signatory states. However, that assistance is unthinkable without rapidly evolving technology and innovation. A programme called FutureEO opens up new pathways for the future operational satellites of Europe's Copernicus programme as well as for new meteorological services. To evaluate the data obtained, FutureEO will increasingly rely on Artificial Intelligence. NewSpace will bring in a breath of fresh air, inviting new players to the sector and permitting even more innovative data products and services to come on the market. The programmes will enhance the value creation potential of Europe's industry, while at the same time helping to improve the quality of life on our home planet. Germany subscribed the Earth Observation programmes at Space19+ with 721.24 million Euros on behalf of the Federal Ministries BMVI and BMWi. Therefore Germany is with an amount of 27.7 percent the strongest partner in Earth observation.

+++ FutureEO +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:15 CET +++ Copernicus Space Component (CSC-4) +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:19 CET +++ Earth Watch – Global Development Assistance (GDA) +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:23 CET +++ Earth Watch – Arctic Weather Satellite +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:27 CET +++ Earth Watch – InCubed+ +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:31 CET +++ Earth Watch – Altius +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:35 CET +++ Earth Watch – TRUTHS +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:39 CET +++ Earth Watch – ProbaV +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:43 CET +++

Das UNESCO-Weltkulturerbe Great Barrier Reef ist von Klimawandel und Artensterben bedroht. Seine Veränderungen lassen sich vom Weltraum aus beobachten.

The UNESCO world heritage Great Barrier Reef is threatened by climate change and species extinction. Its changes can be observed from space.



Im Visier der Entdecker

Die zunehmenden Veränderungen des Erdsystems – insbesondere Klimawandel und Wetterextreme sowie Veränderungen der Umwelt – nehmen die **Entdecker-Missionen (Earth Explorer)** der ESA ins Visier. Sie sind Bausteine des Rahmenprogramms EOEP als **technologischem Brutkasten und Rückgrat der wissenschaftlichen Erdbeobachtung** in Europa. Sowohl die Wettersatelliten der Europäischen Organisation für meteorologische Satelliten (EUMETSAT) und die meisten ihrer Messinstrumente wie auch die **Wächter- (Sentinel) Satelliten** des **Copernicus**-Programms haben ihre Ursprünge in den bisherigen EOEP-Entwicklungen. Nun erhält dieses Fundament mit **FutureEO** einen Nachfolger, der die Zukunft der modernen Erdbeobachtung einläuten wird. Verstärkt verfolgt werden New-Space-Ansätze – also kleinere, agile kommerzielle Entwicklungen – und innovative Technologie eingesetzt. So sollen zum Beispiel **neue Algorithmen wie Künstliche Intelligenz (KI) und Maschinelles Lernen** dabei helfen, Erdbeobachtungsdaten schneller als zuvor auszuwerten. Hier haben auch **kleine und mittlere Unternehmen (KMU)** sowie **Start-ups** eine Chance, in Europas Raumfahrtwelt Fuß zu fassen. Damit passt die Neuausrichtung des Programms ideal in die Hightech-, die Mittelstands- und die Nachhaltigkeitsstrategie sowie die Gründungsoffensive GO der Bundesregierung. Die mit modernster Technologie bestückten **Entdecker-Satelliten** sind die Basis des von Wissenschaftlern formulierten Forschungsprogramms „Living Planet“ der ESA. Dazu werden Wissenschaftler regelmäßig aufgerufen, Vorschläge für die nächsten Missionen zu unterbreiten und sich an der Auswahl zu beteiligen. Viele dieser Missionen sind unter deutscher wissenschaftlicher und industrieller Führung sowie mit attraktiven Arbeitspaketen deutscher Industrie und Forschergruppen entstanden. Entscheidend hierbei war und ist die traditionell auch finanziell hohe deutsche Beteiligung und die zusätzliche Nutzung von Entwicklungen aus dem nationalen Raumfahrtprogramm mit hoher Wertschöpfung. So hat auch Deutschland mit dazu beigetragen, dass laut einer Studie von PricewaterhouseCoopers jeder in EOEP investierte Euro vier Euro an gesellschaftlichem Nutzen erzeugt. Mit der hohen Zeichnung in Höhe von 170 Millionen Euro können die deutsche Spitzenstellung und der Zugang zu strategischen Schlüsseltechnologien in Zukunft weiter ausgebaut werden.

Im Visier der Wächter

Das **Copernicus Space Component (CSC-4)-Programm** der ESA ist Teil von **Copernicus** – eine gemeinsame Initiative der Europäischen Union, der ESA, EUMETSAT und deren Mitgliedsstaaten. Basierend auf bereits bestehenden und neuen Erdbeobachtungstechnologien stellt **Copernicus** operationelle Geoinformationsdienste für Umweltüberwachung und zivile Sicherheit zur Verfügung. Sie sind an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst und decken vorrangig die Bereiche **Umwelt, Klimaschutz, nachhaltige Entwicklung, humanitäre Hilfe** sowie Themen der **zivilen Sicherheit** ab. Verschiedene Studien kommen zu dem Schluss, dass jeder in **Copernicus** investierte Euro zwischen vier und zehn Euro an sozioökonomischem Nutzen erzeugt. In Deutschland profitieren vor allem Politik, Verwaltung sowie wichtige Wirtschafts- und Wissenschaftsbereiche von den qualitativ hochwertigen Informationen. Die sechs neuen „Wächtermissionen“ in **CSC-4** werden gemeinsam mit der Weiterentwicklung von vier **Wächter-Satelliten (Sentinel-1NG, -2NG, -3NG und -6NG)** beispielsweise den unterzeichnenden Staaten des Pariser Klimaabkommens dabei helfen, ihre Emissionsziele zu überwachen. Vor allem der **Treibhausgas-Wächter CO2M**, der voraussichtlich unter deutscher Industrieführung gebaut wird, wird dazu ab dem Jahr 2025/2026 seinen Hauptbeitrag leisten. Überhaupt ist die deutsche Industrie dank des großen deutschen Engagements in den Vorentwicklungen im EOEP-Programm in **CSC-4** stark vertreten: Sechs der zwölf Voruntersuchungsstudien wurden von deutschen Unternehmen durchgeführt. Die Hälfte der neuen Wächter könnte unter deutscher Industrieführung entstehen und technologisch attraktive Bausteine bei **deutschen KMU** beauftragt werden. Der langfristige Planungshorizont bei **Copernicus** und EUMETSAT bietet zusätzlich eine große Chance für deutsche Industrieunternehmen, sich im Rahmen der ESA-Programme attraktive Folgeaufträge für Serienproduktionen zu sichern. Viele Forschungseinrichtungen und Dienstleister aus der Bundesrepublik werden zudem an der Datenauswertung beteiligt sein – ein starkes deutsches Signal in Richtung **Umwelt- und Klimaschutz**. Der kostenfreie Datenzugang ermöglicht es außerdem deutschen Unternehmen, neue Geschäftsfelder im Bereich Geoinformationsdienstleistungen zu erschließen und steht damit ganz im Zeichen der Kommerzialisierungsstrategie der Bundesregierung. Um dieses einfache und stabile „Tor“ zu den **Sentinel-Daten** weiter zu verbessern, wird das **Copernicus-Bodensegment** stetig ausgebaut. Die hierfür nötigen Entwicklungsaufgaben sollen zu einem erheblichen Anteil in deutschen Instituten bearbeitet werden, damit die Zahl von weltweit hunderttausend Nutzern als Halbjahresbilanz der Europäischen Kommission in Zukunft noch weiter ansteigen kann. In dem von allen ESA-Ländern als hoch attraktiv geachteten Programm hat die Bundesregierung mit einer hohen Zeichnung in Höhe von rund 520 Millionen Euro ein deutliches Zeichen gesetzt, um dieses Ziel zu erreichen.

A focus on Explorers

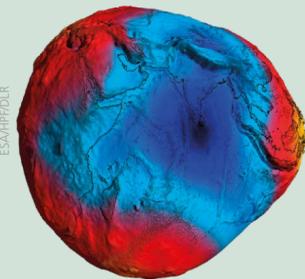
The increasing changes in the Earth system constitute the target of the **Earth Explorer** missions, especially climate change, extreme weather, and changes in the environment. These missions form part of the EOEP envelope programme, acting as a **technology incubator** and as the backbone of scientific Earth observation in Europe. The weather satellites of the European Organisation for Meteorological Satellites (EUMETSAT) most of their measuring instruments, and as well as the **Sentinel** satellites of the **Copernicus** programme have sprung from past EOEP developments. The foundation programme now has a successor, **FutureEO**, which will do justice to its name and ring in the future of modern Earth observation. It will increasingly focus on NewSpace initiatives, meaning relatively small and agile commercial developments, extensively employing innovative technologies. Thus, for example, **new Artificial Intelligence (AI) algorithms** and **Machine Learning** will speed up the evaluation of Earth observation. This will give small and **medium-sized enterprises (SMEs)** and **start-ups** an opportunity to gain a foothold in Europe's space industry. The new programme ideally fits in with the German federal government's policy on high-tech, SME, and sustainability as well as its GO start-up offensive. Equipped with ultra-modern technology, the **Explorer missions** also form the foundation of the science programme 'Living Planet', under which researchers are regularly called upon to submit proposals for future missions and participate in the selection process. Many of these missions have been developed under German scientific and industrial leadership, and have come with attractive work packages from German industrial and scientific research groups. A crucial factor in the process is that Germany has always made a high financial contribution, which in addition permits re-using developments from the national space programme with a high added value. In this way, Germany has done its share in making the programme worth its while, as, according to a study by PricewaterhouseCoopers, each Euro invested in the EOEP generates four Euros' worth in societal benefit. Its high subscription of 170 million euros will enable Germany to further strengthen its leading position in the future and safeguard its access to strategic enabling technologies.

A focus on Sentinels

ESA's **Copernicus Space Component (CSC-4)** is part of Copernicus, a joint initiative by the European Union, ESA, and EUMETSAT and their respective member states. Based on existing as well as new Earth observation technologies, Copernicus provides operational geoinformation services for environmental monitoring and civil security. Geared to the needs of the users, these services primarily cover the fields of environmental and climate protection, sustainable development, humanitarian aid, and certain aspects of civil security. Various studies conclude that every euro invested in **Copernicus** generates between four and ten euros' worth in socio-economic benefit. In Germany, the sectors that will benefit mainly from the high-quality information supplied are policy, administration, and important areas of science and the economy. Together with the advanced versions of four **Sentinel satellites (Sentinel-1NG, -2NG, -3NG and -6NG)**, the six new Sentinel missions of **CSC-4** will assist the signatory states of the Paris Climate Agreement in monitoring their emission targets. From 2025/26 onwards, a key part in this will be played by the **greenhouse-gas monitor CO2M**, which is expected to be built under a German industrial lead. Generally speaking, thanks to Germany's massive involvement in the EOEP programme, the country's industry is represented well on **CSC-4**: six of the twelve advance studies were carried out by German enterprises. Half of the new Sentinel missions might be developed under a German industrial lead, with technologically attractive orders for Sentinel assemblies being given to **German SMEs**. In addition, the long-term planning horizon of **Copernicus** and EUMETSAT means that German manufacturers have a big opportunity of securing attractive follow-up orders for serial production. Moreover, many research institutions and service providers from the Federal Republic will be involved in exploiting the data – a strong signal in the field of **environmental and climate protection**. Besides, free access to the data will enable German enterprises to develop new business opportunities in the field of geoinformation services, which is fully in line with the federal government's commercialisation strategy. To further improve this easy and stable 'gateway' to the **Sentinel data**, the **Copernicus ground segment** is continuously enhanced. A considerable portion of the required technology is to be developed by German institutes to ensure that the European Commission's mid-term review of one hundred thousand users worldwide will continue to increase further in the future. With an outstanding contribution of roughly 520 million euros, the German federal government has sent a strong signal to achieve its goals within a remarkable subscription.



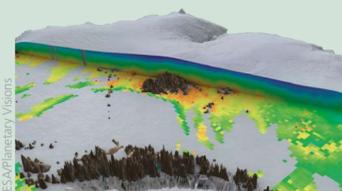
Die Earth Explorer-Missionen | The Earth Explorer missions



GOCE hat in seiner viereinhalbjährigen Lebensdauer mit bisher unerreichter Präzision das Schwerefeld der Erde vermessen und das bisher genaueste Modell dieses Feldes erstellt – eine Grundlage für alle zukünftigen geowissenschaftlichen Anwendungen weltweit. GOCE hat außerdem wichtige Daten für die Ozeanografie und die Erforschung des Meeresspiegels geliefert und damit einen Beitrag zur Erforschung des Klimawandels geleistet.

GOCE measured and modelled the Earth's gravitational field at a hitherto unattained level of precision during its four-and-a-half-year operational lifetime, providing a basis for future geoscience applications worldwide. Moreover, GOCE delivered important data for oceanography and sea level research, thus also adding to our knowledge on climate change.

Missionsstart | Launch of the mission: 17. März 2009
Missionsende | End of the mission: 11. November 2013
Deutsche Beteiligung | German contribution: Airbus Friedrichshafen (Hauptauftragnehmer gemeinsam mit | prime contractor together with TAS-IT); TU München (Wissenschaftliche Leitung | scientific lead); TU München, GFZ Potsdam (Datenauswertung | data evaluation)

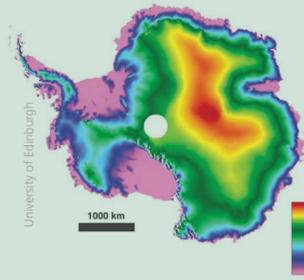


ESAPlanetary Visions

SMOS ist ein Pionier der Meeresforschung aus dem All. Der Satellit liefert erstmals Daten für globale Karten der Bodenfeuchte und des Salzgehalts der Ozeane. Sie helfen uns dabei, den Zusammenhang von Klimasystem und Wasserkreislauf besser zu verstehen. Auch die mittelfristige Wettervorhersage wird mit Datenprodukten von SMOS unterstützt. Deutsche Forschergruppen ergänzen die Missionsdaten durch weitere Datenprodukte sowie durch Bodenmessungen und Modellvergleiche, um zusätzliche Informationen über das Meeress zu gewinnen. SMOS hat mit seiner bisher zehnjährigen Missionsdauer alle Erwartungen übertroffen.

SMOS is a pioneer in the field of spaceborne marine research. The satellite is the first of its kind to deliver data for mapping soil moisture and ocean salinity, thus providing a better understanding of the connection between the climate system and the water cycle. SMOS data products also benefit medium-term weather forecasting. German research teams complement mission data with other data products as well as ground measurements and model comparisons to obtain additional information of the world's sea ice. In its operational life of ten years and counting, SMOS has exceeded all expectations.

Missionsstart | Launch of the mission: 2. November 2009
Missionsende | End of the mission: tbd
Deutsche Beteiligung | German contribution: OHB Bremen, Tesat-Spacecom Backnang, Airbus Friedrichshafen, diverse KMU | diverse SMEs (Lieferung von wichtigen Subsystemen | supply of important subsystems); diverse Forschungseinrichtungen | diverse research institutes (Kalibration und Validation der Missionsdaten, Entwicklung neuer Produkte | calibration and validation of mission data, development of new products)

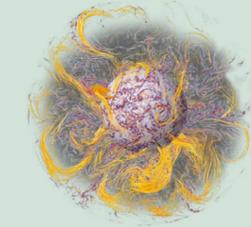


CryoSat-2 sammelt mit seinen beiden Synthetic-Aperture-Radar-Antennen Daten über die Dicke der polaren Eisschichten und des Meerereises sowie ihrer saisonalen und langfristigen Veränderungen. Nur so werden Forschungsarbeiten zu den Zusammenhängen zwischen Eisschmelze, Klimawandel und Meeresspiegelanstieg möglich. Das Übertreffen der Ziele und die guten wissenschaftlichen Ergebnisse führten zu mehreren Missionsverlängerungen.

CryoSat-2 uses its two synthetic-aperture radar antennas to gather data on the thickness of polar ice sheets and sea ice as well as any seasonal and long-term variations. It is unique in the way it enables scientists to study the connection between ice melting, climate change and rising sea levels. Since the mission has been so successful and has produced such valuable results, it has been extended several times.

Missionsstart | Launch of the mission: 8. April 2010
Missionsende | End of the mission: tbd
Deutsche Beteiligung | German contribution: Airbus Friedrichshafen (Hauptauftragnehmer | prime contractor), IABG Ottobrunn, Tesat Spacecom Backnang, ZARM Bremen (Test der Subsysteme | check of subsystems); AWI Bremerhaven (Kalibration und Validation der Missionsdaten | calibration and validation of mission data)

Julien Aubert, IPEG/CNRS/CNRS
 Photothèque



ESA-AQES Mediablab

Swarm ist eine Konstellation von drei Satelliten. 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. Im Zusammenspiel mit CryoSat-Messdaten können auch Klimazeitreihen zu Magnetfelddaten aufgestellt werden. Mit der Erweiterung der Konstellation um e-Pop (Kanada) eröffnen sich nun jenseits der geplanten Missionsdauer neue Möglichkeiten.

Swarm is a 3-satellite constellation. It delivers the hitherto most accurate measurements of the Earth's magnetic field, along with its variations over time. It is to give new insights into the structures and processes inside our planet and in its upper atmosphere. Other areas that benefit from the mission include space weather forecasting and navigation. In combination with CryoSat data, Swarm data can be used to produce climate time series based on magnetic-field data. The recent addition, e-Pop (Canada), opens up new possibilities beyond the planned mission duration.

Missionsstart | Launch of the mission: 22. November 2013
Missionsende | End of the mission: tbd
Deutsche Beteiligung | German contribution: Airbus Friedrichshafen (Hauptauftragnehmer | prime contractor); IABG Ottobrunn, diverse KMU | diverse SMEs (Test der Subsysteme | check of subsystems); GFZ Potsdam, diverse Forschungseinrichtungen | diverse research institutes (Datenauswertung | data evaluation)

Aeolus beobachtet die globalen Windfelder mit einer weltweit einheitlichen Genauigkeit. Bisher konnten solche Daten nur durch Wetterballone oder durch Verkehrsflugzeuge entlang ihrer Flugrouten gesammelt werden. Der Windwächter schließt damit eine Lücke im meteorologischen Beobachtungsnetzwerk und wird die numerische Wettervorhersage – besonders die mittelfristige – erheblich verbessern. Aeolus verwendet ein neues Messverfahren auf Basis starker Laserpulse – Europas erste LIDAR-Mission im Erdorbit.

Aeolus observes global wind fields at a uniform level of precision around the entire globe. So far, the only way to obtain such data has been by using weather balloons or by evaluating data gathered along the flight paths of commercial aircraft. The wind sentinel thus closes a gap in the system of global weather observations and will significantly improve numerical weather forecasting especially in the medium term. Aeolus employs a novel measuring method based on strong laser pulses. It is Europe's first LIDAR mission in orbit.

Missionsstart | Launch of the mission: 22. August 2018
Missionsende | End of the mission: tbd
Deutsche Beteiligung | German contribution: OHB Bremen, Tesat-Spacecom Backnang, Airbus Ottobrunn (Lieferung von wichtigen Subsystemen | supply of important subsystems); diverse KMU und Forschungseinrichtungen | diverse SMEs and research institutes (Qualifizierung des Lasers | qualification of the laser); DLR Oberpfaffenhofen (Betrieb des Flugzeugdemonstrators | operations of the flight demonstrator)

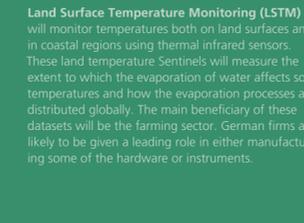
Land Surface Temperature Monitoring (LSTM) will monitor temperatures both on land surfaces and in coastal regions using thermal infrared sensors. These land temperature Sentinels will measure the extent to which the evaporation of water affects soil temperatures and how the evaporation processes are distributed globally. The main beneficiary of these datasets will be the farming sector. German firms are likely to be given a leading role in either manufacturing some of the hardware or instruments.

Copernicus polar Ice and Snow Topographic Altimeter (CRISTAL) ist der Schnee- und Eisbedeckung über Land und Wasser auf der Spur. Außerdem werden diese „Eiswächter“ die Entwicklung des Meeresspiegels und der Wellenhöhe beobachten und somit unser Wissen über das Wechselspiel zwischen Eisschmelze und Meeresspiegelhöhung erweitern. Damit leisten auch sie einen starken Beitrag zur Überwachung der Umweltparameter im Sinne der Beschlüsse des Pariser Klimaabkommens. Auch bei CRISTAL ist eine deutsche Industrieführung sehr wahrscheinlich.

Copernicus polar Ice and Snow Topographic Altimeter (CRISTAL) is to monitor snow and ice sheets on land and on the oceans. Moreover, the ice Sentinels are to monitor the development of sea levels and wave heights and tell us more about the connection between ice melting and rising sea levels. In doing so, they will also offer a major contribution to implementing the Paris Climate Agreement. In CRISTAL, too, Germany is very likely to take on the industrial lead.

Copernicus Imaging Microwave Radiometry (CIMR) liefert jeden Tag frische Daten über Ausdehnung und Rückzug des Meerereises in unseren Polregionen. Die Meeressentinel werden damit zu einem wichtigen Bestandteil einer Arktis-Strategie der Europäischen Union. Für CIMR führt ein deutsches KMU die Vorentwicklung eines wesentlichen Bestandteils des Instruments durch – den großen entfaltbaren Reflektor.

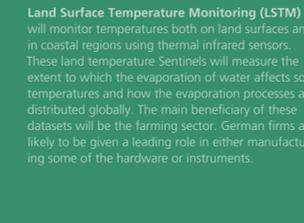
Copernicus Imaging Microwave Radiometry (CIMR) is to deliver fresh data every day on the pattern of sea ice variability in the polar regions. Sea ice monitoring forms an essential component of the European Union's Arctic Policy. A German SME is carrying out preliminary engineering work for the large deployable reflector, one of the instrument's main components.



contains modified Copernicus Sentinel data (2017), processed by ESA



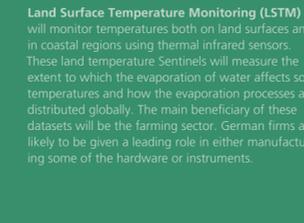
AVI



contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed by ESA



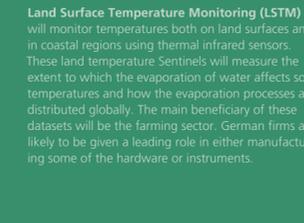
contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



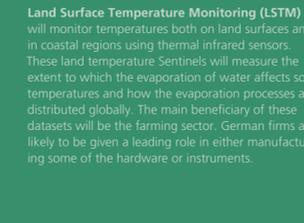
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



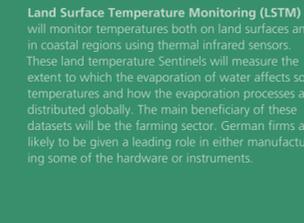
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



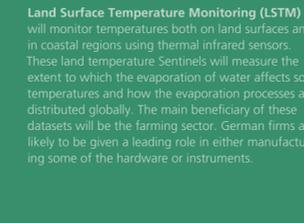
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



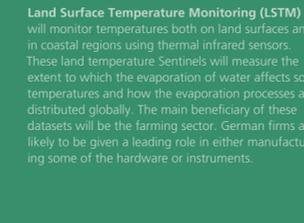
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



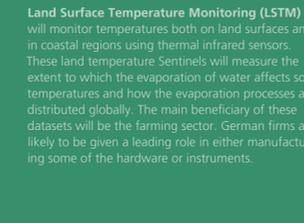
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



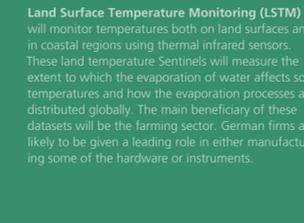
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



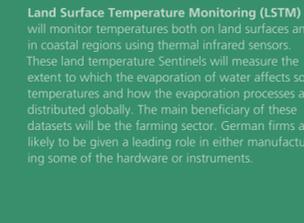
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



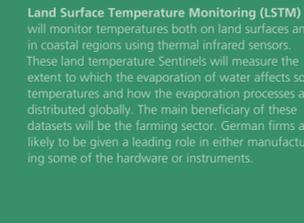
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



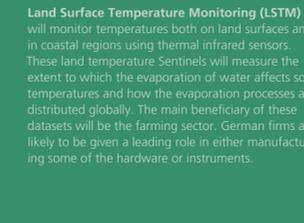
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



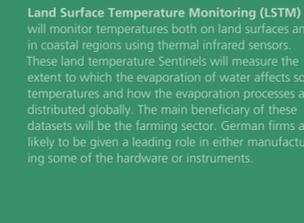
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



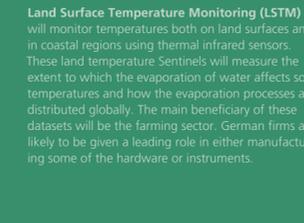
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



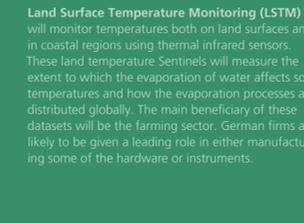
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



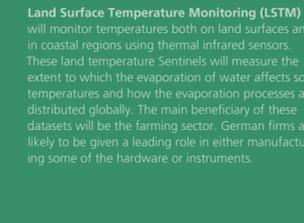
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



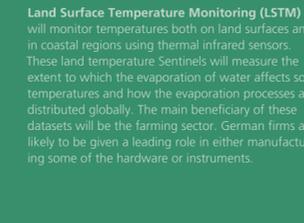
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



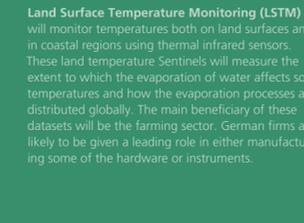
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



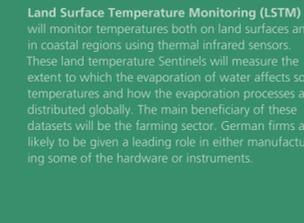
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



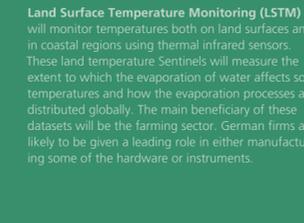
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



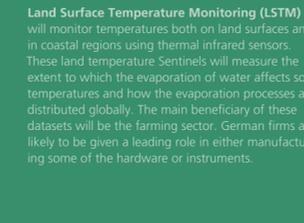
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



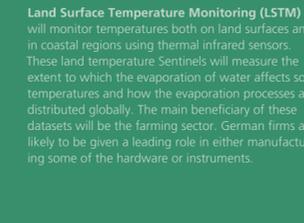
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



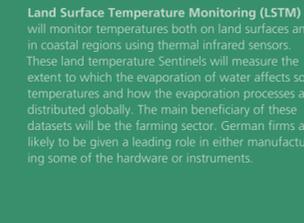
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



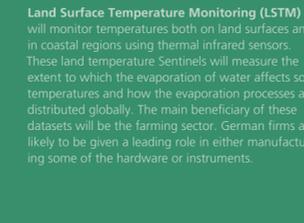
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



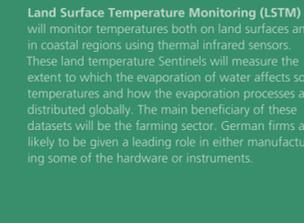
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



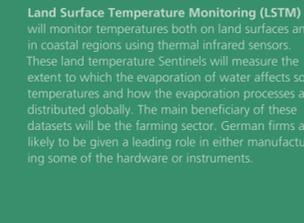
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



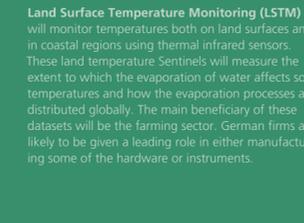
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



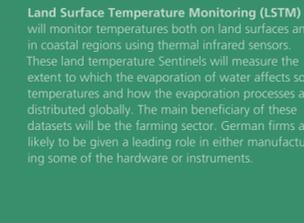
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



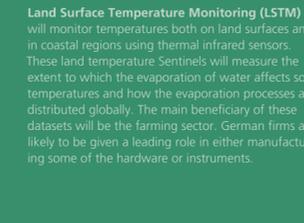
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



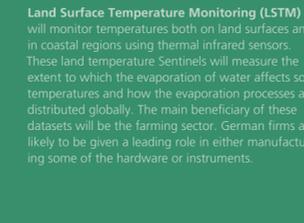
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



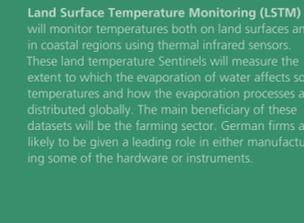
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



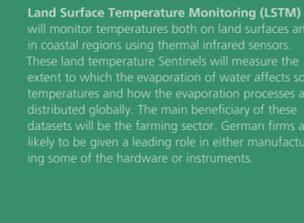
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



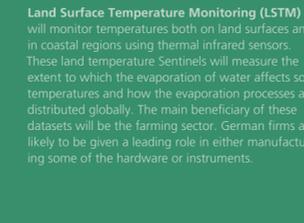
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



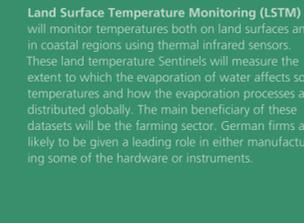
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



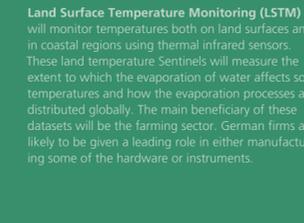
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



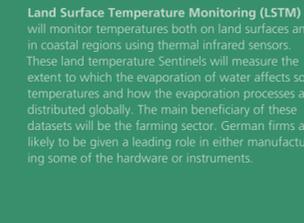
contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



contains modified Copernicus Sentinel data (2019), processed by ESA



Nachhaltige Entwicklungshilfe aus dem All

Der Klimawandel hat nicht nur Auswirkungen auf unser Wetter. Er nimmt massiven Einfluss auf unsere Lebensweise und die weltweite Ernährungssituation. Gerade die Entwicklungsstaaten wird diese Veränderung mit voller Wucht treffen. Die Weltbank geht aufgrund von Dürren, Missernten, Sturmfluten und dem steigenden Meeresspiegel von Migrationsbewegungen mit bis zu 140 Millionen Menschen bis ins Jahr 2050 aus. Erdbeobachtung kann Entwicklungsländer dabei unterstützen, die Risiken für **Umweltkatastrophen** besser einzuschätzen, sich nachhaltig auf Umweltveränderungen vor Ort einzustellen und ihnen entgegenzuwirken sowie den Ertrag in der Landwirtschaft zu steigern oder Städteplanung effektiver zu gestalten. Das neue **Earth Watch – Global Development Assistance (GDA)-Programm** soll deshalb in Partnerschaft mit wichtigen internationalen Finanzinstitutionen, der Weltbank und der Asiatischen Entwicklungsbank im Rahmen der gemeinsamen Initiative „**Space in Support of International Development Aid**“ (**SPACE4IDA**) Projekte für Entwicklungszusammenarbeit, neue Erdbeobachtungsproduktedienste und -dienste sowie Werkzeuge für Nutzer dieser innovativen Produkte entwickeln. Dafür setzen die Entwicklungsbanken im Rahmen von **SPACE4IDA** Treuhandfonds auf, den die Mitgliedsländer in öffentlicher Entwicklungszusammenarbeit finanzieren. Er ruht auf drei Säulen:

1. **Säule:** „Knowledge Development“ zur Entwicklung von Informationsprodukten und -diensten
2. **Säule:** „Capacity Building“ zum Ausbau von Trainings- und Fortbildungsmaßnahmen zur Nutzung von Informationsprodukten
3. **Säule:** „Skills Transfer“ europäischer Kompetenz zum Aufbau lokaler Expertise und Kapazitäten in den Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit.

In **SPACE4IDA** ist geplant, dass sich das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) über die Treuhandfonds der involvierten Entwicklungsbanken – vor allem der Weltbank – erstmals an einem Raumfahrtprogramm beteiligt. Auf diese Weise können das **GDA** und **SPACE4IDA** zur Energie-, Klima-, Umwelt-, Migrations- und Entwicklungspolitik sowie zum Erreichen der Ziele der Digitalstrategie der Bundesregierung beitragen. Diese strebt im Ressort des BMZ den **Transfer digitaler Innovationen in Entwicklungsländer** und den Aufbau von Digitalzentren in Afrika an. Das **GDA-Programm** ist damit eine ideale Ergänzung und Unterstützung für die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, die Digitalstrategie und die damit verbundenen Aktivitäten der Ressorts – insbesondere auch für den sogenannten „Marshallplan mit Afrika“ des BMZ. Dieses große Potenzial der Erdbeobachtung für eine nachhaltige Entwicklungszusammenarbeit hat auch die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) erkannt, die mit dem DLR und der ESA hier bereits zusammenarbeitet und zurzeit zusammen mit ESA und BMZ eine engere Zusammenarbeit im Rahmen der **Space4IDA-Initiative** prüft. An den notwendigen wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen werden sich deutsche Forschungseinrichtungen beteiligen können. Deutsche Dienstleistungsunternehmen, vor allem aus dem **KMU-Bereich**, können durch die deutsche Zeichnung in Höhe von zehn Millionen Euro im **GDA** langfristig ihre kommerziellen Perspektiven auf dem Weltmarkt gut ausbauen.

Sentinel-2A hat die sudanesishe Hauptstadt Khartoum am Blauen und Weißen Nil aufgenommen. Die Hauptvegetation und ihr Zustand lässt sich gut aus dem All erkennen – eine wichtige Information zur Förderung der Landwirtschaft.

Sentinel-2A observed Khartoum, the capital of Sudan located between the Blue and White Nile Rivers. The main vegetation and its condition can be seen from space, delivering important information to support agribusiness development.

Sustainable development aid from space

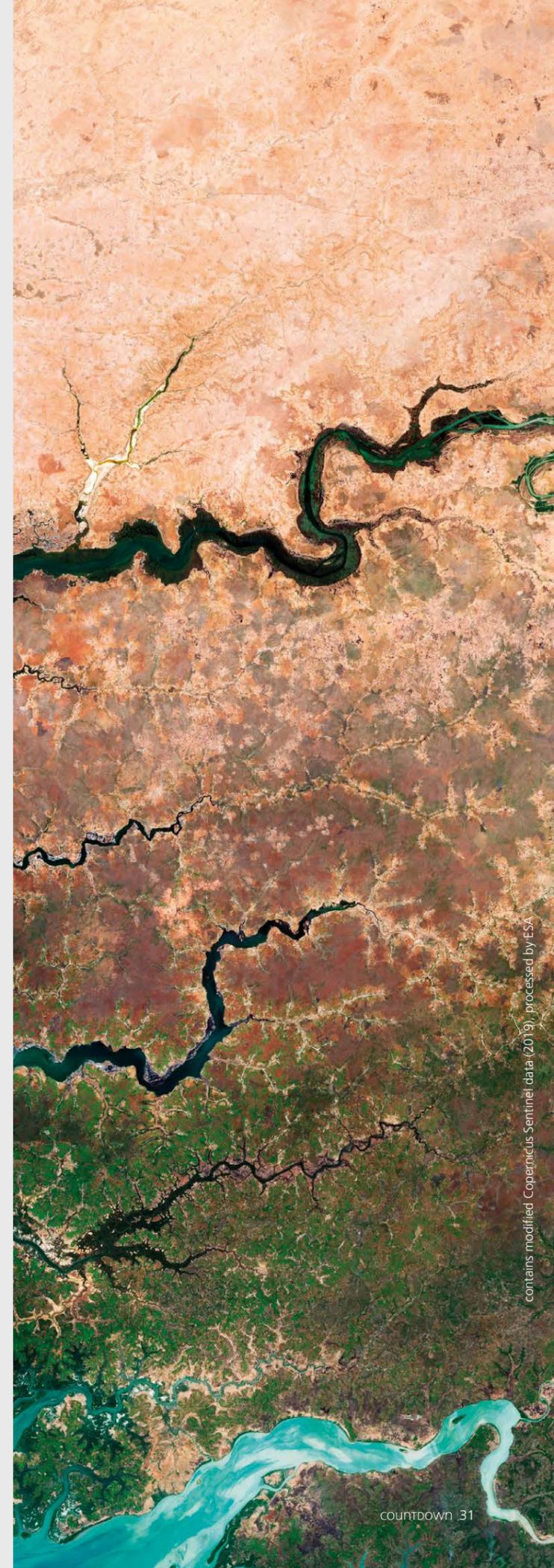
Climate change not only affects our weather. It massively influences our lifestyle and the global food situation. Developing nations will bear the brunt of this change. The World Bank expects huge flows of migrants, with 140 million people likely to be uprooted by droughts, crop failures, flooding, and rising sea levels before 2050. Earth observation can support developing countries in improving their ability to assess the risk of environmental disasters, to prepare sustainably for and counteract environmental changes on the spot, to increase agricultural yields, or to improve the efficacy of urban planning. This is why **Earth Watch with its Global Development Assistance Programme (GDA)**, in partnership with important international finance institutions, the World Bank, and the Asian Development Bank will work out projects for development cooperation, new Earth-observation information products and services, and tools for the users of these innovative products under a joint initiative called ‘**Space in Support of International Development Aid**’ (**SPACE4IDA**). In this context, the development banks will set up trust funds under **SPACE4IDA** which will be financed by the member countries of the public development cooperation. It will rest on three pillars:

- 1st **pillar:** Knowledge Development: creating new information products and services
- 2nd **pillar:** Capacity Building: boosting training programmes to instruct users in the handling of information products
- 3rd **pillar:** Skills Transfer: making European competence available for building local expertise and capacities in the development cooperation partner countries

Under **SPACE4IDA**, the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) will be given the possibility to take part for the first time in one of the space programmes financed by the trust funds of the participating development banks, chiefly the World Bank. In this way, both the **GDA** and **SPACE4IDA** may help with the implementation of the objectives of the German government’s energy, climate, environmental, migration, and development policies as well as its digital strategy. The latter aims to commission the BMZ with measures to transfer digital innovations to developing countries and to set up digital centres in Africa. Thus, the **GDA programme** ideally complements and supports Germany’s strategy of sustainability, its digital strategy, and the ministry’s related activities, particularly its so-called Marshall Plan for Africa. The great potential of Earth observation for the sustainability of development cooperation has also come to the notice of the Society for International Cooperation (GIZ), which collaborates with DLR and ESA in this regard and is currently reviewing closer cooperation together with ESA and the BMZ under the **SPACE4IDA initiative**. German research institutions will be able to take part in the scientific and technical developments required. Due to the German subscription of ten million euros to the **GDA**, German service providers, mainly from the **SME sector**, will be able to strengthen their commercial perspectives on the world market in the long run.

Der „Große Grüne Wall“ ist ein ambitioniertes Projekt: Es soll Afrikas Wüstenregionen (hier Gambia) einen grünen Gürtel verschaffen, der quer durch den Kontinent verläuft. Bis 2030 sollen so 100 Millionen Hektar aufgeforstet werden, was 250 Millionen Tonnen CO₂-Speicher und zehn Millionen „Grünen Jobs“ entspricht.

The “Great Green Wall” is an ambitious project: it is to create a green belt across the entire continent covering Africa’s desert regions (here: Gambia). By 2030, the initiative aims to have afforested 100 million hectares of degraded land, sequestered 250 million tonnes of carbon and created ten million “green jobs”.



Den nördlichen Polarkreis im Visier

Die zunehmenden Klimaveränderungen in der Arktis beeinflussen auch das Wettergeschehen in Europa. Temperatur- und Feuchtprofile der Atmosphäre sind von großer Bedeutung für die Wettervorhersage. Entsprechende Messungen in der Polregion durch den **Arctic Weather Satellite (AWS)** werden daher auch zu einer besseren Vorhersage in Deutschland führen. Mit der **Earth Watch AWS Mission** will Schweden im ESA-Rahmen einen Kleinsatelliten testweise ins All bringen, der später durch eine Konstellation von 16 Satelliten ersetzt werden soll. Ausgestattet mit einem passiven Mikrowellen-Radiometer werden sie die Flotte der polaren EUMETSAT-Wettersatelliten ideal ergänzen. Das verbessert zum einen durch eine sehr hohe Abdeckung aufgrund von Überflügen im 25-Minuten-Takt die kurzfristige Wettervorhersage. Zum anderen sichert die **AWS-Erweiterung** der Industrie – und hier besonders **KMU auch aus Deutschland** – die Möglichkeit, an lukrative Folgeaufträge zu kommen. Die Chance auf diese Aufträge ist vor allem bei der Lieferung von Komponenten und Subsystemen für den Satelliten und das Bodensegment am größten. Mit einer Zeichnung in Höhe von 7,5 Millionen Euro hat Deutschland diese Chancen in Sevilla unterstützt.

Schubkraft für die deutsche Industrie

Ergänzend zu **FutureEO** schafft das Programm **Earth Watch – InCubed+ (Investing in Industrial Innovation Plus)** einen Rahmen, um flexibel und agil mit der europäischen Industrie in der Erdbeobachtung zusammenzuarbeiten. Die ESA reagiert damit auf die dynamische Entwicklung **kommerzieller NewSpace-Erdbeobachtungsaktivitäten**. Durch industriell geführte Partnerschaften soll die Industrie einerseits in der vollen unternehmerischen Verantwortung bleiben, andererseits aber vom Know-how der ESA profitieren. So wird gezielt die Entwicklung marktgetriebener Erdbeobachtungsaktivitäten gefördert, die zwar riskant und mit einem hohen finanziellen Risiko verbunden, aber dennoch sehr erfolversprechend sind. Die ESA setzt auf eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie bei Komponentenfertigung, Missionsbetrieb, Plattform- und Bodensegmenttechnologien sowie Datenzugang, um innovative Ansätze europäischer Anbieter auf dem Markt zu etablieren. Konkrete Inhalte werden auf industrielle Vorschläge hin ausgewählt. Die ESA übernimmt eine finanzielle Beteiligung von bis zu 75 Prozent und trägt somit einen großen Teil des finanziellen Risikos. Zudem beraten ESA-Experten bei technischen Aspekten, Marktkenntnis und Vernetzung. Mit einer Zeichnung in Höhe von 15 Millionen Euro hat Deutschland einheimischen Firmen und Forschungseinrichtungen die Chance eröffnet, ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem derzeit hochdynamischen, globalen kommerziellen Markt und ihre Ausgangsposition in den europäischen Erdbeobachtungsprogrammen zu verbessern.

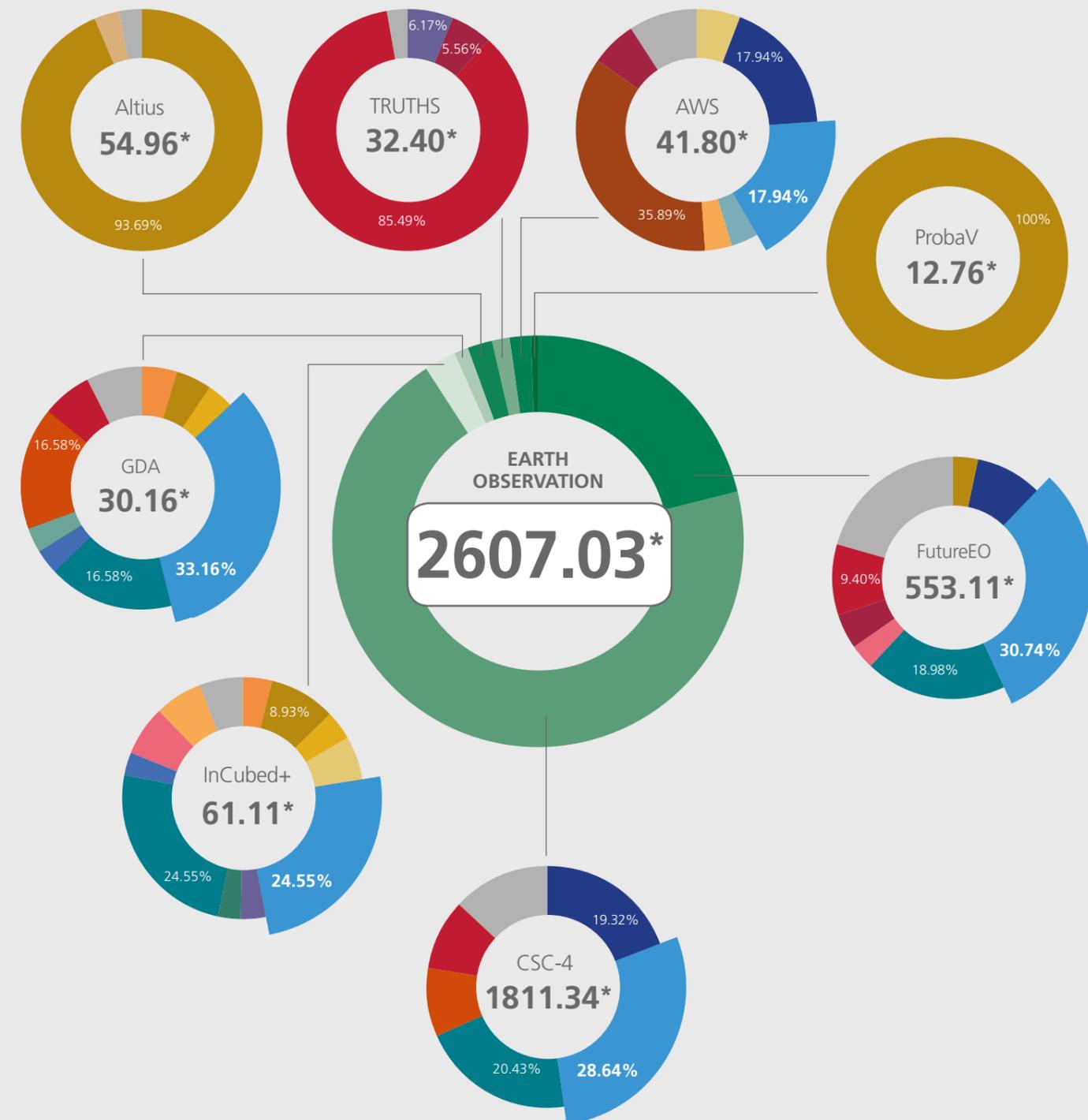
A focus on the Arctic Circle

Increasing climate changes in the Arctic influence the weather in Europe. Profiles of the temperature and humidity in the atmosphere are of great importance in weather forecasting. This being so, related measurements carried out by the **Arctic Weather Satellite** in the polar region will also improve the quality of forecasts in Germany. As part of the **Earth Watch AWS mission**, Sweden plans to put a small test satellite into space and replace it later on with a constellation of 16 satellites. Equipped with a passive microwave radiometer, they will ideally complement the fleet of polar EUMETSAT satellites. On the one hand, this will serve to improve short-term weather forecasts thanks to a high degree of coverage, with satellite fly-overs at 25-minute intervals. On the other hand, the **AWS** extension will secure future opportunities for industry and **particularly SMEs in Germany** and elsewhere of getting at lucrative follow-up orders. The chance of obtaining such orders is particularly high where deliveries of components and subsystems for the satellites and the ground segment are concerned. By subscribing 7.5 million euros in Seville, Germany has supported its interests.

A boost for the German industry

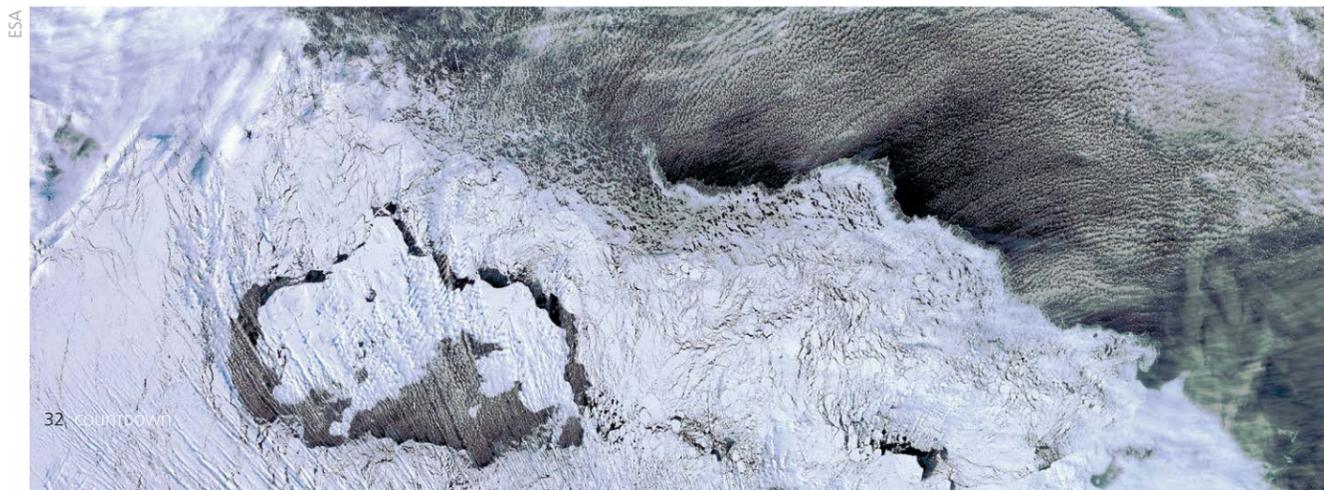
Complementing **FutureEO**, the **Earth Watch** programme has spawned **InCubed+ (Investing in Industrial Innovation Plus)**, a framework for collaborating on Earth observation with European industry in a flexible and agile manner. This is ESA's response to the dynamic development of **commercial NewSpace Earth observation activities**. Partnerships at industry level will ensure that full entrepreneurial responsibility will continue to lie with the industry, which, in turn, will benefit from ESA's know-how. It is a way of promoting the development of market-driven Earth observation activities, which, though highly risky financially, are fairly certain of success. To establish innovative solutions of European suppliers on the market, ESA relies on shoring up the competitiveness of the European industry in component manufacturing, mission operation, platform and ground segment technology, and data access. Research contents will be selected from industry proposals. ESA will shoulder a financial share of up to 75 percent, thus bearing a major share in the financial risk. Moreover, ESA experts will provide advice on technical aspects, market knowledge, and networking. By subscribing 15 million euros, Germany has opened up opportunities for national companies and research institutions to improve both their competitiveness on the commercial market, which is highly dynamic, and bolster their position within Europe's Earth observation programmes.

Höher- und Neuzeichnungen der Erdbeobachtungsprogramme Increased and new subscriptions to the Earth observation programmes



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019/In Earth observation, 9.39 million euros are subscriptions to ongoing programmes

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91





NEUE ÄRA BEGINNT

Europas Antwort auf die Revolution in der Satellitenkommunikation

Von den deutschen ESA-Delegierten Dr. Frank Bensch und Dr. Björn Gütllich, den ESA-Beratern Anke Freimuth, Dr. David Futterer, Dr. Marc Hofmann und Philipp Scheidemann

Als kommerzieller Markt war die Satellitenkommunikation schon immer einem beständigen Wandel unterworfen. In den vergangenen fünf bis sieben Jahren jedoch erlebte sie gleich mehrere Revolutionen, die sicher geübte Geschäftsmodelle herausfordern: den Trend hin zu vollelektrischen Satelliten, die Entwicklung hin zu „Mega“-Konstellationen aus Tausenden von Satelliten und zu einer vollständig neuen Generation von standardisierten Satelliten im geostationären Orbit und last but not least das Aufkommen neuer Firmen, Finanzierungsquellen und Geschäftsmodellen – auch unter „New Space“ bekannt. Besonders hervor sticht hier der Start der Satellitenkonstellation „Starlink“ mit einer Falcon-9-Trägerrakete der US-amerikanischen Firma SpaceX im November 2019: Es war der zweite Start von jeweils 60 dieser Satelliten in einem Jahr – damit sind jetzt 120 Exemplare im Orbit. Zum Vergleich: Mit diesen beiden Falcon-9-Raketen wurden mehr Satelliten als im gesamten Jahr 2013 gestartet. Bemerkenswert ist auch der SpaceX-„Tweet“ vor dem Start, in dem der Ausfall von Satelliten billiger in Kauf genommen wird – ein Tabubruch und Paradigmenwechsel in der Raumfahrt. Während bisher Satelliten aufwändig getestet werden mussten, um die hohen Investitionskosten zu rechtfertigen, setzt die kommerzielle Raumfahrt zunehmend auf extreme Kostensenkung durch Serienproduktion und vereinfachte Tests. Einen Ausfall nimmt man in Kauf, weil das System insgesamt über ausreichende Redundanz verfügt und der einzelne Satellit sich deutlich schneller und günstiger herstellen lässt. SpaceX ist dabei nur ein Beispiel für einen Trend, der seinen Ursprung vor allem in den USA hat und längst nicht mehr nur die Satellitenkommunikation betrifft. Eine Entwicklung, die die Industrie und die Agenturen mit ihren Programmstrukturen herausfordert. Die europäische Antwort von Space19+ ist ein neu gestaltetes Programm: ARTES 4.0. Drei Programmlinien mit flexiblen Fördermechanismen werden durch drei inhaltlich-strategische ergänzt und durch die bewährte Planungs- und Studienlinie unterstützt. Deutschland hat bei Space19+ die Satellitenkommunikationsprogramme mit insgesamt 329 Millionen Euro gezeichnet und ist mit 20,7 Prozent stärkster Beitragszahler in diesem Bereich.

A NEW ERA DAWNS

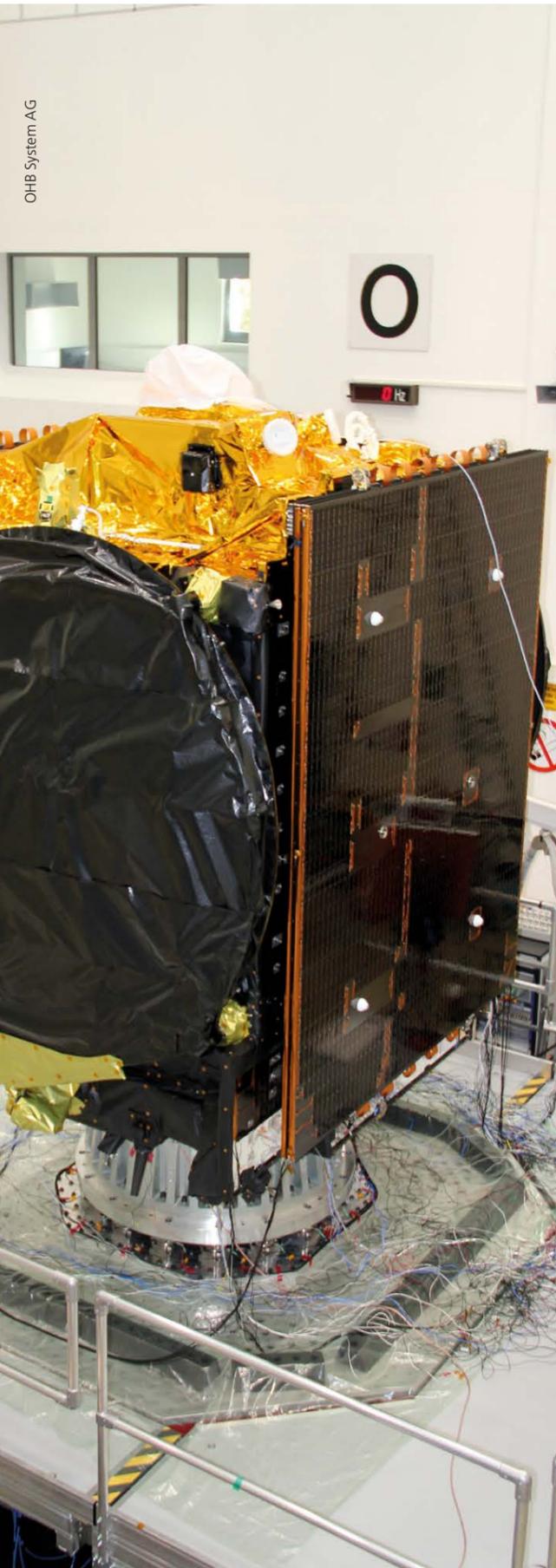
Europe's response to the revolution in satellite communications

By German ESA delegates Dr Frank Bensch and Dr Björn Gütllich, ESA consultants Anke Freimuth, Dr David Futterer, Dr Marc Hofmann, and Philipp Scheidemann

Being a commercial market, satellite communications has always been subject to constant change. In the last five to seven years, however, it underwent not one but several revolutions that are shaking up business models which were once believed to be entirely safe: the trend towards fully electric satellites, 'mega'-constellations comprising thousands of satellites, an all-new generation of standardised GEO satellites, and the rise of new companies, funding sources, and business models, all summed up under the name of 'New Space'. One particularly salient event was the launch of a constellation of satellites by the American company SpaceX in November: it was the second one this year, consisting of a batch of 60 Starlink satellites, bringing up their number in orbit to 120. To put that into perspective: Those two Falcon-9 rockets took more satellites into space than the number launched in the entire year 2013. Prior to the launch, SpaceX posted a remarkable tweet to the effect that the failure of a satellite is acceptable – a breach of taboo and a change of paradigm in space business. While satellites so far had to be tested extensively in order to justify the high cost of investment, the commercial space industry is increasingly relying on cost cutting through massive serial production and simplified testing. Satellite losses are considered acceptable because the system as a whole is sufficiently redundant and satellites can be produced considerably quicker and cheaper. SpaceX is not the only example, and this trend, which mainly originated in the USA, does not apply to satellite communications alone. This trend poses a challenge to the industry as well as the agencies and their programme structures. The European answer in satellite communications is a newly designed and well-structured funding programme called ARTES 4.0. With a subscription of 329 million euros Germany shares 20.7 per cent on the satellite communication programmes - the largest amount of all member states.

+++ ARTES 4.0 FP +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:47 CET +++ ARTES 4.0 CC +++
 subscribed 28/11/2019 +++ 10:51 CET +++ ARTES 4.0 Optical Communication – ScyLight
 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:55 CET +++ ARTES 4.0 PP +++ subscribed
 28/11/2019 +++ 10:59 CET +++ ARTES 4.0 4S +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:03
 CET +++ ARTES 4.0 5G +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:07 CET +++ ARTES 4.0
 BASS +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:11 CET +++

Satellitenkommunikation ist heutzutage mit vielen neuen Herausforderungen konfrontiert. Dazu gehören auch neue Geschäftsmodelle mit Megakonstellationen aus mehreren Tausend Satelliten.
 The satellite communications sector is confronted with many new challenges. One of them is the emergence of a new business model involving mega constellations with thousands of satellites.



Aus der Nische in den „Mainstream“ der Kommunikation

Die Satellitenkommunikation hat mit der Ausstrahlung von TV-Programmen und Breitbandkommunikation ein etabliertes, kommerzielles Geschäft. Dabei bleiben aber die Datendienste per Satellit oft auf Fälle beschränkt, die nicht oder unzureichend durch terrestrische Lösungen bedient werden können, wie Flugzeuge und Schiffe auf hoher See. Bei der terrestrischen Breitbandversorgung hingegen spielt der Satellit häufig eine untergeordnete Rolle. An der Schwelle des digitalen Zeitalters bietet sich nun für die Satellitenkommunikation die Chance, aus dieser Nische herauszutreten. Die nächste (fünfte) Generation des Mobilfunkstandards 5G wird ein „Netz aus Netzen“, und hier können Satelliten einen wesentlichen Beitrag leisten. Die Nachfrage nach Datenkapazität wird auch für Satelliten ansteigen, während die Verfügbarkeit von Radiofrequenzen als eine der wichtigen Ressourcen der Satellitenbetreiber begrenzt bleibt. Der logische Schritt ist daher die Nutzung auch von optischen Signalen für die Satellitenkommunikation – eine Technologie, die bereits heute in den terrestrischen Netzen Terabit-Kommunikation ermöglicht. Mit der zunehmenden Digitalisierung und der Vernetzung der Wirtschaft, der Bevölkerung und der staatlichen Akteure wird auch der Schutz der Kommunikationsinfrastruktur unabdingbar. Auch hier sind robuste Kommunikationslösungen gefragt, die eine funktionierende Gesellschaft sicherstellen. Um all diese Aufgaben zu meistern, wurde die Struktur der Satellitenkommunikationsprogramme für Space19+ verschlankt und auf Kernthemen fokussiert. Drei Programmlinien mit optimierten Fördermechanismen werden durch die drei strategischen Programmlinien „5G“, „Safety and Security“ und „optische Kommunikation“ ergänzt. Unterstützt werden diese Linien durch die bewährte Planungs- und Studienlinie „ARTES 4.0 Future Preparation“. Diese Linie liefert wichtige Hintergrundinformationen, entwickelt Strategien und Entwicklungsfahrpläne und unterstützt die Standardisierung. Sie ist für alle ARTES-Teilnehmerstaaten „Pflicht“.

Der Kern der ARTES-Programme

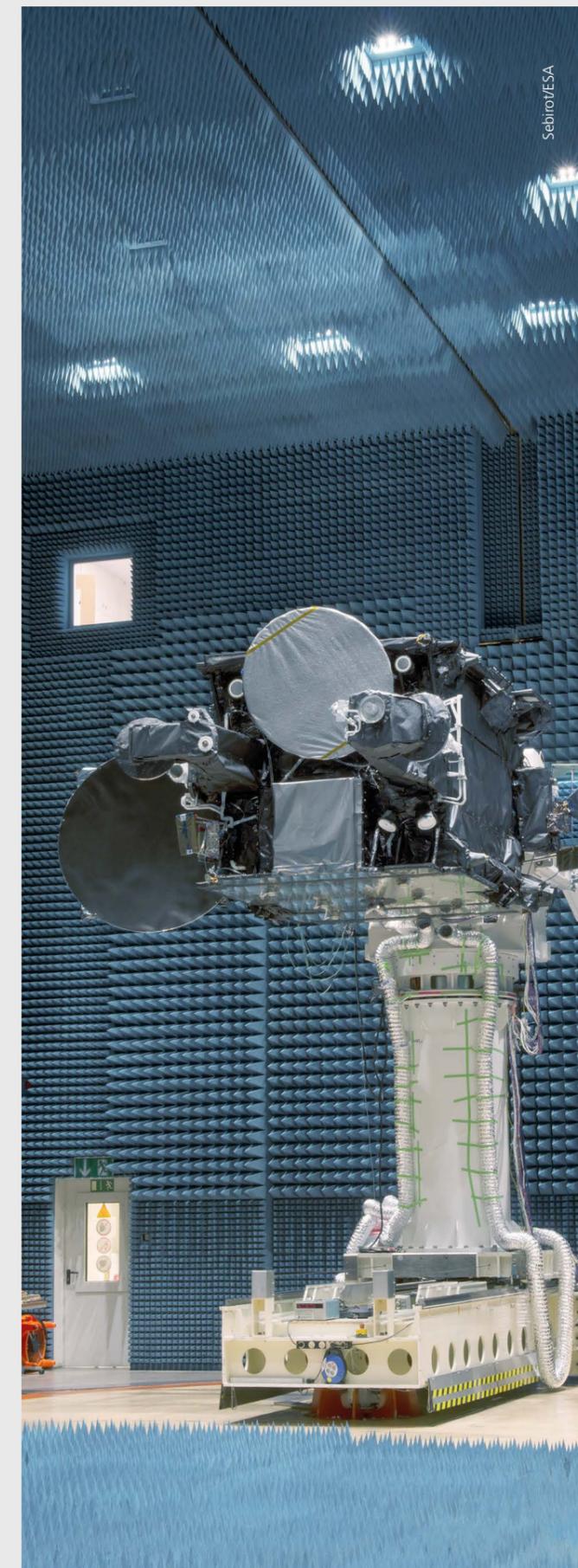
Im Programm **Core Competitiveness (ARTES 4.0 CC)** werden Entwicklungen und Erprobungen auf Komponentenebene entlang der gesamten Entwicklungskette unterstützt – von den ersten Konzepten über die Technologie- und Geräteentwicklung bis hin zur Produktqualifikation und Testflügen im Weltraum. Die Vorhaben in **ARTES 4.0 CC** können dabei Teile oder die gesamte Entwicklungskette durchlaufen, es können komplett neue Entwicklungen für neue Märkte und Kunden sein oder Produktverbesserungen, um die Marktposition gegenüber Konkurrenten zu stärken. Grundvoraussetzung für eine Förderung ist ein entsprechender Industrievorschlag, industrielle Ko-Finanzierung und die Ausrichtung des Vorhabens auf ein kommerzielles Produkt. Es wird von den Firmen als reaktionsschnelles Unterstützungsinstrument geschätzt und hilft, neue Arbeitsplätze zu schaffen und bestehende zu sichern. Gerade im aktuellen, sehr schnelllebigen Marktumfeld hat das Programm nochmals an Bedeutung gewonnen und bildet nicht zu Unrecht den Kern der ARTES-Programme. Die industrieeinitiierte Komponente wird durch eine ESA-initiierte Technologiekomponente ergänzt. Besonders innovative Technologien mit hohem technischem Risiko, aber auch hohem Verwertungspotenzial, werden von der ESA im Wettbewerb vergeben. Entwicklungen werden hier bis hin zu technischen Modellen im Labor finanziert. Gerade in diesem Programmteil haben **deutsche KMU** und **Forschungseinrichtungen** immer wieder ihre Innovationskraft unter Beweis gestellt und sich gegenüber Konkurrenten aus dem Ausland durchsetzen können. Die Bedeutung von **ARTES 4.0 CC** als Kernprogramm wurde auch in Sevilla erneut bestätigt. Mit einer halben Milliarde Euro ist es wieder das mit Abstand stärkste ARTES-Programm und wurde auch von praktisch allen ARTES-Teilnehmerstaaten gezeichnet. Etwas überraschend ist dabei das besonders hohe Engagement von Frankreich, das seine Mittel fast ausschließlich in **ARTES 4.0 CC** konzentriert. Deutschland beteiligt sich an dem Programm mit 67 Millionen Euro.

Stepping out of the niche and into the mainstream of communication

Satellite communications has produced a range of viable business propositions around TV entertainment and broad-band services. Satellite-based data services, however, have so far only been used in applications for which terrestrial solutions are quite inadequate or non-existent, like in aviation or maritime traffic on the high seas. In most terrestrial broad-band services, satellites have so far played no more than a marginal role. Now, on the threshold of the digital age, there is an opportunity for satellites to step out of their niche. The next (fifth) generation of mobile standard (5G) will be set up as a ‘network of networks’, to which satellites can substantially contribute. With the increasing demand for connectivity, the demand for satellite capacity will increase as well. At the same time, the availability of radio frequencies, an important resource for satellite operators, remains finite. Therefore, the logical next step for satellite communications services is to make a transition to optical signals, a technology that enables data rates at terabit level in terrestrial networks already today. And with the digitalisation and connectivity in industry, society and government agencies evolving, the necessity of protecting infrastructures becomes increasingly vital. Robust communication links are needed for society to function. To address all these tasks, it was decided at Space19+ to streamline the existing Satellite Communications Programme and to re-focus it on a number of core themes. Three programme lines with a focus on funding mechanisms are to be complemented by three programme lines of strategic topics, ‘5G’, ‘Safety and Security’ and ‘Optical Communications’. These lines are underpinned by the proven long-term planning and study programme, **ARTES 4.0 Future Preparation**, which will deliver important backup information, help develop strategies and roadmaps, and support the standardisation process. It is compulsory for all countries participating in ARTES.

The core of ARTES

The **Core Competitiveness programme (ARTES 4.0 CC)** aims to support component developments and demonstrations along the entire product development cycle, from definition stage and technology engineering to product qualification and on-orbit testing. Projects conducted under **ARTES 4.0 CC** can cover either a whole development cycle or parts of it. They can address entirely new developments for new markets and customers, or product enhancements to improve market positions in a competitive environment. The basic requirement to qualify for funding is a proposal from industry, co-funding by industry, and the product being for commercial purposes. The programme has found great acclaim in the industry and is viewed as a rapid-response instrument that also serves to create new jobs and to secure existing ones. The ever more short-lived market environment has heightened the programme’s significance, and it is not without reason that it forms the core of all ARTES programmes. Its industry-proposed component is complemented by an advanced-technology component initiated by ESA. In a bidding competition, ESA awards contracts for a range of particularly innovative projects that involve a major technical risk but at the same time have a high potential for commercial gains. Developments receive funding up to the stage of engineering models. It is in this part of the programme that **German SMEs** and **research institutions** have often demonstrated their innovative strength and outperformed their international competitors. The Seville conference once again stressed the importance of **ARTES 4.0 CC** as a core programme. Worth half a billion euros, it has once again become by far the most powerful ARTES programme and has received funding subscriptions from nearly all participating states. France is heavily engaged in the programme and, somewhat surprisingly, has funnelled nearly all its investments into **ARTES 4.0 CC**. Germany participates in the programme with 67 million euros.





Partnerschaften: Das System als kommerzielles Produkt

Das Programm **Partnership Projects (ARTES 4.0 PP)** greift den **ARTES 4.0 CC**-Grundgedanken der kommerziellen Ausrichtung auf, hebt ihn aber auf eine höhere Ebene: Hier ist nicht das einzelne Gerät oder die Komponente das Ziel, sondern deren Zusammenspiel in einem System. Das kann eine Satellitenplattform, ein kompletter Satellit oder ein vernetztes Bodensegment sein. Wie in **ARTES 4.0 CC** werden dabei einzelne innovative Komponenten entwickelt und getestet. Der Schlüssel liegt aber in der Integration von innovativen Technologien und deren Zusammenspiel im Gesamtprodukt. Dabei fällt den Systemintegratoren und ihren Kunden eine besondere Rolle zu. Denn diese sind es, die das Endprodukt vermarkten und nutzen. Deshalb werden die Projekte in Form von Partnerschaften der ESA mit diesen Systemintegratoren oder ihren Betreibern durchgeführt. Nur in Ausnahmefällen tritt die ESA als „Systemarchitekt“ auf, und zwar wenn es darum geht, ein komplett neues Anwendungsfeld zu erschließen oder wenn es um einen öffentlichen Bedarf geht. Aus deutscher Sicht ist dabei die Entwicklung der Satellitenplattform **Electra** (siehe Kasten Seite 39) zweifelsohne das wichtigste Projekt. Das Interesse ist da: Auf eine Einladung der ESA haben nicht weniger als drei Betreiber Projektskizzen eingereicht. Mit einer Zeichnung von 55 Millionen Euro hat Deutschland die finanziellen Mittel für diesen letzten Schritt der **Electra**-Entwicklung bereitgestellt. Neben **Electra** hat Deutschland aber auch zehn Millionen Euro in **Novacom I** investiert. In diesem Projekt entwickelt der Systemintegrator Airbus in Toulouse einen vollkommen neuen Typus eines standardisierten, flexiblen „low-cost“-Telekommunikationssatelliten und Frankreich leistet mit 35 Millionen Euro den größten Beitrag. Mit der deutschen Programmzeichnung werden die Zulieferer aus Deutschland für diese neue Produktlinie unterstützt.

Satelliten ins Netz der Zukunft „einweben“

Der zukünftige Mobilfunkstandard 5G verspricht nochmals einen gewaltigen Sprung in Sachen Datendurchsatz, der Anzahl verbundener Geräte und der Latenzzeit. Eine überall und immer verfügbare **Breitbandverbindung** auf mobilen Geräten, über **vernetzte Fabriken, autonomes Fahren** bis zum **Internet der Dinge** – all dies und mehr soll mit 5G möglich werden. Neben der Nutzerseite wird der Markt der Netzausstatter und -betreiber eine enorme Größe erreichen – circa 56 Milliarden Euro in den kommenden Jahren für die EU. Doch schon unter 4G-Bedingungen fehlt die Infrastruktur, um wirklich alle Bürger zu erreichen. Selbst die terrestrische Breitbandversorgung hinkt dem formulierten Ziel, bis 2025 flächendeckend 1.000 Megabits pro Sekunde bereitzustellen, hinterher. Andererseits macht der Aufbau des 5G-Netzes erhebliche finanzielle Investitionen der Netzbetreiber notwendig. Der Netzaufbau wird sich daher zunächst auf die profitablen, dicht besiedelten Regionen und vielbenutzten Transportwege konzentrieren. Die digitale Kluft wird sich mit 5G weiter vergrößern. Satelliten können diesen Trend abmildern, weil sie durch ihre globale und sofortige Verfügbarkeit auch Randgebiete kurzfristig und mit minimalem Aufwand anschließen können. Satelliten können außerdem die Zuverlässigkeit des Gesamtnetzes erhöhen. Im aktuellen Mobilfunkstandard 4G spielen sie in Deutschland und Europa jedoch ebenso eine untergeordnete Rolle wie für die Breitbandversorgung. Um den Satelliten in das Netz der Zukunft einzuweben und somit das Potenzial der Raumfahrt für 5G besser zu nutzen, hat die ESA die strategische Programmlinie **Space for 5G (ARTES 4.0 5G)** geschaffen. Mit ihr wird die Beitragsfähigkeit der Raumfahrt gestärkt. Hierzu zählt, dass der Satellit überhaupt erst in der Standardisierung für 5G Berücksichtigung findet. Dies konnte vor Kurzem und unter wesentlicher Mithilfe deutscher Akteure erreicht werden. Außerdem sollen die technischen Voraussetzungen geschaffen werden, um Satelliten überhaupt berücksichtigen zu können. Ein Fokus ist hier ihre leichtere Integrierbarkeit in terrestrische Netze. Entscheidend wird aber die Demonstration von satellitenbasierten Diensten bei Endanwendern sein. Denn nur, wenn der Kunde direkt die Vorteile der Raumfahrt erfährt, lässt er sich von der Notwendigkeit von Satelliten überzeugen. Ein Schlüssel sind dabei satellitenbasierte **5G-„Testbeds“** – Testinfrastrukturen zur Erprobung solcher Dienste. Hier hat Deutschland mit dem Vorhaben **SATi5 satellitenbasierte 5G-Zellen** einschließlich einer **5G-Zelle für den mobilen Einsatz** vorzuweisen. Deutschland hat in Sevilla diese strategische Programmlinie mit 13 Millionen Euro unterstützt und sich so das Tor zu diesem Zukunftsmarkt geöffnet.

Partnership projects: Systems as commercial products

The Partnership Projects Programme (ARTES 4.0 PP) picks up on the commercial-minded principle of ARTES 4.0 CC but raises it to a higher level. The programme is not dedicated to single devices or components, but to the functional interoperability of devices within a system. This may be a satellite platform, a complete satellite, or a connected ground segment. Like ARTES 4.0 CC, the programme is about developing and testing individual innovative components. But the key aspect is the interplay of innovative technologies within a more complex product. Systems integrators and their clients play a special role because they are the ones to market and utilise the final product. Hence, ESA usually implements projects in partnership with systems integrators and operators. Only in exceptional cases will ESA act as a ‘systems architect’ itself, when opening up a completely new field of applications, or when addressing a public need. From Germany’s perspective, developing the satellite platform ‘Electra’ (see box on page 39) is without any doubt the most important project, which has sparked a high level of interest: no fewer than three operators have followed ESA’s invitation to submit their project drafts proposals. Germany’s subscription of 55 million euros will pave the way for the last step in the development of Electra. Beyond Electra, Germany also invested ten million euros into Novacom I. This is a project in which Airbus in Toulouse acts as a systems integrator, developing a new, first-of-its-kind standardised flexible “low-cost” tele-communications satellite, to which France is contributing a 35 million euro majority share. Germany’s subscription to the programme will ensure support for German suppliers to this new product line.

‘Weaving’ satellites into the communications network of the future

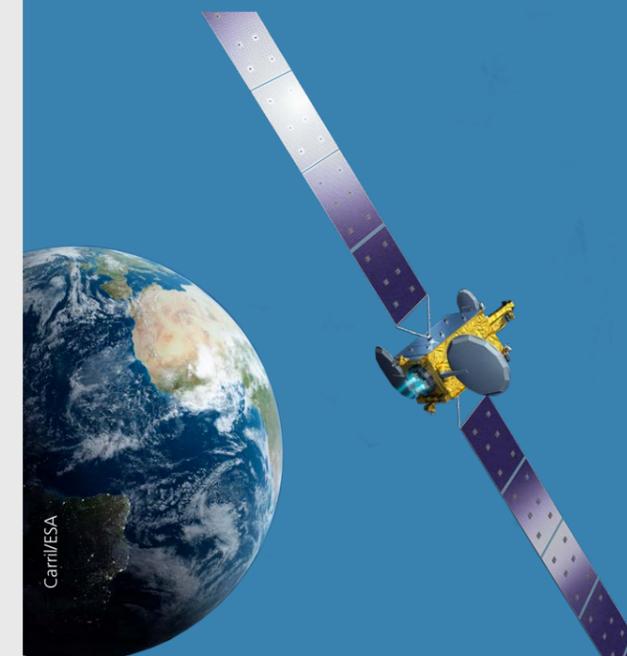
The future mobile standard 5G is promising to deliver another vast leap ahead in terms of data throughput capacity, the number of connected devices, and latency. **Broadband connectivity** everywhere and anytime on mobile devices, in **smart factories, autonomous driving cars** and the **Internet of Things** – all this and much more will become possible under 5G. Beyond the end-user sector, the market for network hardware and services is going to soar to enormous heights and be worth 56 billion euros EU-wide in the years to come. However, even the current 4G infrastructure is unable to provide connectivity for all users. Even the terrestrial broadband sector is missing its target of providing 1,000 megabits per second for everyone by 2025. On the other hand, building the 5G network requires significant financial investments by network operators. The roll-out of 5G will therefore very likely focus on profitable and densely populated areas and the busiest transport routes. So 5G will, in fact, even widen the digital divide. Satellites could mitigate that effect thanks to their immediate global availability, and their ability to connect even remote marginal regions quickly and at minimal cost. Moreover, satellites can improve the overall network resilience. Under the current 4G standard, however, satellites play a minor role in Germany and Europe, both in terms of telecommunications and broadband connectivity. To ‘weave’ satellites into the 5G fabric and to make better use of existing space technology, ESA has created a new strategic programme line, **Space for 5G (ARTES 4.0 5G)**. It will strengthen the position of space industry to contribute to 5G. This includes the consideration of satellites in the mobile standard from the beginning, which is only now taking place with 5G. This outcome was achieved only recently, and to a large extent through input from the German side. The technical prerequisites for the inclusion of satellites have to be prepared now. In this context, one key aspect will be the ease-of-integration of satellites in existing terrestrial networks. The deciding factor, however, will be how well satellite-based services will be accepted by end users. Only if consumers can experience the benefit of space directly will they be convinced that satellites must be part of the package. A key to achieving this will be satellite-connected **5G testbeds** – infrastructures on which services can be put to trial. What Germany has to offer in that context is the **SATi5G** project, which involves several **satellite-based 5G cells** and one **5G cell for mobile applications**. In Seville, Germany committed 13 million euros to the strategic programme line, thus putting a foot in the door to that future market.

Electra – rein elektrisch im Weltraum unterwegs

Mit **Electra** erweitert der Satellitenintegrator OHB seine Produktlinie um eine ausschließlich mit elektrischem Antrieb ausgestattete Variante. Eine solche Plattform ist gegenüber Satelliten mit chemischem Antriebssystem deutlich leichter und kann mehr Nutzlast tragen, oder bei gleicher Nutzlast auf eine deutlich kleinere und günstigere Startmöglichkeit zurückgreifen. Bei elektrischen Antrieben beschleunigen Edelgas-Ionen den Satelliten nachhaltig im Vakuum. Das tun sie zwar schub-schwächer als ein chemischer Antrieb – allerdings aber auch deutlich effizienter. So dauert der Transfer in den Zielorbit mit mehreren Monaten zwar deutlich länger als bei chemischen Triebwerken, die das in wenigen Tagen schaffen. Für den gleichen Gesamtschub braucht man aber weniger Gesamtmasse des „Brennstoffs“. Bei herkömmlichen Satelliten ist etwa als die Hälfte des Startgewichts chemischer Treibstoff. Dies reduziert sich im Falle eines vollelektrischen Satelliten auf zehn bis 20 Prozent. Diese innovativen Antriebe machen Electra für den institutionellen Bedarf in Deutschland und der EU sowie für den kommerziellen Einsatz interessant und halten die europäische Industrie wettbewerbsfähig. Deswegen unterstützt Deutschland **Electra** erneut mit einer starken Beteiligung in Höhe von 55 Millionen Euro. Von dieser Entwicklung profitieren dabei nicht nur die Telekommunikationssatelliten bei OHB, denn es können auch Spin-off-Effekte in andere Bereiche genutzt werden. Mit **Electra** hat OHB Know-how, das auch effiziente und somit wettbewerbsfähige Angebote für Wissenschafts-, Wetter- und Explorationsmissionen ermöglicht.

Electra – all-electric space flight

Electra is an addition to the product line of the satellite integrator OHB equipped with an electric-only propulsion system. Compared to satellites with chemical thrusters, this type of platform is considerably lighter and able to carry heavier payloads or, given the same payload, to use a more affordable launch opportunity. In an electric propulsion system, inert gas ions reliably accelerate a satellite in vacuum. While in terms of thrust an ion drive is less powerful than a chemical propulsion system, it is markedly more efficient. Therefore, transferring this satellite to its target orbit takes several months, while chemical propulsion can perform that job in a few days. On the other hand, less ‘fuel’ is needed to obtain the same total thrust. In conventional satellites, about half the launch weight is accounted for by chemical fuel. In an electric-only satellite, that proportion is ten to twenty per cent. Such innovative propulsion systems make **Electra** an attractive option for institutional as well as commercial users in Germany and the EU, keeping Europe’s industry competitive. For this reason, Germany is once again supporting **Electra** with a powerful contribution of 55 million euros. This development benefits not only OHB’s telecom satellites, for there might be spin-off effects into other sectors. Through **Electra**, OHB is gathering know-how that could offer efficient and therefore competitive options for science, weather, and exploration missions.



SAGA – sichere Daten dank Quantenverschlüsselung

Moderne Kommunikation stützt sich auf Verschlüsselung, wenn es um den Austausch von schützenswerten Botschaften und Daten geht. Die aktuell verwendeten Methoden sind aber nicht mehr sicher, denn immer schnellere und leistungsfähigere Computer können diese Schlüssel möglicherweise bald knacken. Die Entwicklung von Quantencomputern könnte dies möglich machen. Das gleiche physikalische Grundprinzip hält aber hier auch eine Lösung bereit. Unter der Ausnutzung von Quanteneffekten ist auch eine abhörsichere Erzeugung und Übertragung von Schlüsseln möglich, die **Quantenschlüsselverteilung (Quantum Key Distribution, QKD)**. Aufgrund der Bedeutung von **QKD** für die Zukunft der Kommunikation wurden national wie international Forschungs- und Förderschwerpunkte geschaffen. Auf nationaler Ebene durch das 650 Millionen Euro schwere Rahmenprogramm „**Quantentechnologien – von den Grundlagen bis zum Markt**“ und die Initiative **QuNET** zur Quantenschlüsselverteilung, und auf europäischer Ebene von der Europäischen Kommission unter anderem durch eine Initiative zum Aufbau einer **europäischen Quantenkommunikations-Infrastruktur (Euro-QCI)**. Die Schlüsselverteilung über Distanzen von mehr als 100 Kilometern ist auf terrestrischem Wege jedoch nur über zwischengeschaltete, vertrauenswürdige Knoten möglich. Hier bietet der Satellit eine Alternative: Er kann auch größere Distanzen überbrücken und lokale Netze, Verteilnetze zum Austausch von Quantenschlüsseln, verbinden. Mit dem **SAGA (Secure And cryptoGraphic)**-Projekt hat die ESA deshalb einen Programmrahmen geschaffen, der die Entwicklung der Satellitenkomponente für das europäische Quantenschlüssel-Verteilnetz zum Ziel hat. Neben einer ESA-initiierten Pilotmission sind dies auch mögliche national oder industriell geführte Beitragsmissionen zur **Euro-QCI**. Deutschland und Italien haben mit jeweils 30 Millionen Euro signifikante Mittel bereitgestellt, aber auch die Schweiz engagiert sich mit sieben Millionen Euro stark in **SAGA**.

SAGA – data security through quantum key distribution

Modern communication relies on encryption wherever sensitive messages and data are exchanged. Yet, the current methods may not be safe much longer as ever faster and more powerful computers may soon be able to break these codes. The development of quantum computers might make this possible. Yet, the very same physical principle also has a solution to offer. The use of quantum effects permits generating and transmitting secure cryptographic keys, by a method called **quantum key distribution (QKD)**. Given the importance of **QKD** for the future of communications, research funding mechanisms have been created nationally as well as internationally. The German government put in place a national framework programme called **‘Quantum Technologies – from Basic Research to Market’** as well as supporting the **QuNET** initiative for quantum key distribution, while at the European level, the European Commission has, among other projects, launched an initiative to create a **European quantum-communications infrastructure (Euro-QCI)**. However, key distribution over distances of more than 100 kilometres terrestrially is only feasible via the interposition of trusted nodes. Satellites can offer an alternative option. Capable of bridging longer distances, they can connect local networks for an exchange of quantum keys. In the **SAGA (Secure And cryptoGraphic)** Project, therefore, ESA has created a programme framework that aims to develop the satellite component of a European quantum key distribution network. Besides a pilot mission initiated by ESA, the project potentially includes national or industry-led missions to contribute to the **Euro-QCI**. At 30 million euros each, Germany and Italy have made significant amounts of funding available. Switzerland, too, is making a powerful seven-million-euro contribution to **SAGA**.

Satelliten für sichere Kommunikation und behördliche Aufgaben

Die private Wirtschaft wie auch der Staat sind in einer digitalen Gesellschaft von zuverlässigen Kommunikationsverbindungen abhängig. In der Welt von **Industrie 4.0** müssen Firmen ihre Kommunikationssysteme ausfallsicher auslegen, da ihr Geschäftsmodell von einer funktionierenden Kommunikation abhängt. Auch staatliche Handlungsfähigkeit ist zunehmend davon abhängig, immer und überall kommunizieren zu können. Die Satellitenkommunikation gewinnt daher für zivil-kommerzielle wie staatliche Nutzer zunehmend an Bedeutung. Sie kann als Rückfalloption bestehende terrestrische Leitungen absichern und steht im Katastrophenfall als schneller Ersatz zur Verfügung. Die Satelliten werden dabei aber auch selbst zu einer kritischen Infrastruktur, die es zu schützen gilt. Dies betrifft die Abhör, Stör- und Ausfallsicherheit der Satellitensteuerung wie auch die Kommunikation, die über die Satelliten abgewickelt wird. Da staatliche und zivile Akteure zunehmend über die Fähigkeit verfügen, (Satelliten-)Kommunikationswege aktiv zu (zer)stören und unbeabsichtigte Störungen zunehmen, werden auch mehr Lösungen nachgefragt, die uns davor schützen. Gleichzeitig wächst der Bedarf für Dienste in einem stark staatlich regulierten Markt. Hierzu zählt beispielsweise die Kommunikation für die Luft- oder Seeverkehrskontrolle. In der strategischen Linie **ARTES 4.0 Weltraumsysteme für Schutz und Sicherheit (ARTES 4.0 4S)** geht es um die Entwicklung solcher Lösungen für diesen Wachstumsmarkt. Das Programm legt dabei bewusst einen Fokus auf Initiativen der EU. Aktuell sind zwei Projekte in diesem Kontext vorgesehen. Mit **Iris Global** wird die Entwicklung der Satellitenkomponente für das Luftverkehrsmanagement der Zukunft fortgesetzt, und **SAGA** (siehe Kasten auf Seite 40) hat die Quantenschlüsselverteilung per Satellit als Beitrag für eine **europäische Quantenkommunikationsinfrastruktur (Euro-QCI)** zum Ziel. Deutschland hat mit seiner Zeichnung von 60 Millionen Euro die Programmführung übernommen und dabei den Schwerpunkt auf **SAGA** gelegt. Auch Italien, Luxemburg und das Vereinigte Königreich sind stark vertreten: Während **SAGA** auch für Italien im Mittelpunkt des Interesses steht, liegt der Fokus des Vereinigten Königreichs auf **Iris Global**.

Höchste Datenraten auch im Weltraum

Täglich wachsen die Datenmengen, die in kürzester Zeit rund um den Globus geschickt werden. Auch in der Raumfahrt vergrößert sich dieser Strom – zum Beispiel durch modernste Instrumente auf neuen Erdbeobachtungssatelliten. Die gewonnenen Daten sollen zu global verteilten Nutzern transportiert werden, und zwar möglichst in **Echtzeit**. Mit **EDRS** wurde bereits ein Anfang gemacht: Für das **Copernicus-Erdbeobachtungsprogramm** der EU leisten inzwischen zwei Kommunikationsknoten Relais-Dienste für aktuell vier Sentinel-Satelliten. **EDRS** hat damit die Alltagsauglichkeit der optischen Kommunikation unter Beweis gestellt. Seit 2016 wurden in mehr als 29.000 Datenverbindungen nahezu zwei Petabyte übertragen. Mit der strategischen Programmlinie **Scylight (ARTES 4.0 optische Kommunikation/Scylight)** wird die **Laserkommunikation** für eine deutlich breitere Nutzung erschlossen, denn die Kapazität der radiowellenbasierten Satellitenkommunikation stößt zunehmend an ihre Grenzen. Radiofrequenzen werden zu einer knappen und hart umkämpften Ressource. Die Kommunikation bei optischen Wellenlängen eröffnet völlig neue Möglichkeiten: Ein Laser kann aufgrund der sehr viel höheren Frequenz deutlich mehr Information transportieren, als das mit Radiowellen möglich ist. Und mit der Verwendung von mehreren optischen Wellenlängen erscheint die Kapazität der optischen Kommunikation nahezu unerschöpflich. Auf der Erde ist dies längst Realität und das Glasfaserkabel der „Goldstandard“ für die breitbandige Kommunikation. Was auf der Erde schon Alltag ist, soll mit dem Projekt **HydRON** (siehe Kasten auf Seite 41) in **Scylight** auch im Weltall Realität werden. Mit einer Beteiligung von 80 Millionen Euro und auch mit dem größten Anteil in **HydRON** baut Deutschland seine Programmführung in **Scylight** weiter aus. Dies sichert den Technologievorsprung und verschafft der heimischen Industrie die bestmögliche Ausgangsposition, wenn dieser Expansionsmarkt an Fahrt aufnimmt. Auch andere Teilnehmerstaaten manifestierten in Sevilla mit zweistelligen Zeichnungssummen ihr Interesse an der optischen Kommunikation – unter anderem das Vereinigte Königreich, die Niederlande und Italien.

Satellites for secure communications and public administration

In a digital society, both private and public stakeholders depend on reliable connectivity. In a world of **Industry 4.0**, companies must build fail-safe communications systems because their business models heavily rely on smooth communications. Public administration, too, increasingly depends on connectivity being available anywhere at any time. Therefore, satcom services are of growing importance to civilian, commercial and government users. They can act as a stand-in solution to complement landline infrastructures, and offer quick, ad-hoc connectivity in a disaster management situation. However, this makes satellites themselves a critical infrastructure that needs to be protected. Measures are needed to ensure their safety and security against interception, spoofing and failure. This includes satellite control systems as well as the content transmitted by satellites. Considering that governmental and civil actors are increasingly able to deliberately attack satellite communication links and the number of purely accidental interference incidences rises as well, there is a growing demand for protective solutions. A similar need for protected services exists on highly government-controlled markets, like the market for air and maritime traffic management. The strategic line **ARTES 4.0 Space Systems for Safety and Security (ARTES 4.0 4S)** is dedicated to developing solutions for this growing market. The programme puts a deliberate focus on EU initiatives, and two projects are currently ongoing in that context: **Iris Global**, which continues to develop satellite components for future air traffic management systems, and **SAGA** (see box on page 40), which aims at developing a system of satellite-based quantum key distribution for the **European quantum communications infrastructure (Euro-QCI)**. Germany has committed 60 million euros and will take the lead in the programme, putting a focus on **SAGA**. Italy, Luxembourg and the UK are also strongly represented. While Italy is mainly interested in **SAGA**, the UK has its focus on **Iris Global**.

Boosting data rates in space

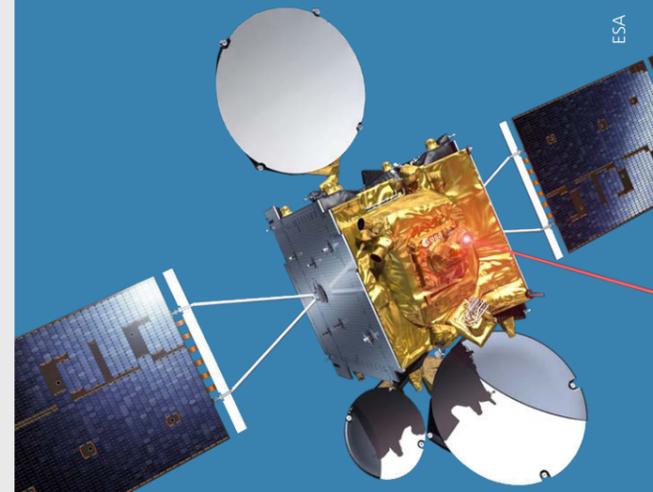
Data rates sent around the globe grow on a daily basis. The data created in space is growing, too, thanks to the deployment of cutting-edge instruments on the new Earth observation satellites. The data captured have to be transmitted to users distributed around the globe, and in **real time**, if possible. **EDRS** was a first step in that direction. Two communication nodes are now relaying data from currently four Sentinel satellites, thus providing services for the **Copernicus Earth observation programme** of the EU. **EDRS** has thus demonstrated that optical communications technology is now fit for daily use. Since 2016, more than 29,000 data links have transmitted almost two petabytes of data. The strategic programme line **Scylight (ARTES 4.0 optical communication/Scylight)** will open up **laser communications** to a much wider group of users since the capacity of radio-wave based services is increasingly hitting its limits. Radio frequencies have become a scarce and highly contested resource. Communicating via optical wavelengths throws open a wide range of new possibilities. Given its much higher frequency, a laser will transmit significantly more information than radiowaves can. And, using optical wavelength multiplexing, the capacity of optical communications seems almost unlimited. In terrestrial applications, this has been a reality long since, and fibre optics are the ‘gold standard’ in broad-band communications. What is a common-place technology on Earth will soon be implemented in space with the **Scylight** project **HydRON** (see box on page 41). By committing to spend 80 million euros in **HydRON**, which is the biggest share, Germany is consolidating its leading position in **Scylight**. This will reinforce its technology lead and offers our domestic industry an excellent starting position when this expanding market picks up momentum. Other participating states, too, have indicated their interest in optical communications by making double-digit subscriptions in Seville. Among them are the UK, the Netherlands and Italy.

HydRON – ein ultraschnelles Lasernetzwerk mit Bodenkontakt

Das Projekt **HydRON (High Throughput Optical Network)** ist ein Konzept für ein ultraschnelles Datennetzwerk im All. Hierbei geht es nicht nur um die Entwicklung einzelner Komponenten für das zukünftige Terabit-Laserkommunikationsnetz im All, sondern auch um den Systemaspekt: das heißt, wie ein solches Netz optimal ausgelegt, in das terrestrische Netz eingebunden und betrieben wird. Geplant ist dabei die Entwicklung sowie der Bau und Start von bis zu zwei Pilotmissionen, die zentrale funktionale Elemente eines solchen Netzwerks testen werden. Eine Nutzlast wird dabei als Pilot für eine weltumspannende Terabit-„Trasse“ in 36.000 Kilometer Höhe in der geostationären Umlaufbahn (GEO) dienen, um Daten weltumspannend schnell verteilen zu können – das Rückgrat eines optischen Datennetzes. Dies schließt die Fähigkeit mit ein, die Daten je nach Bedarf auf verschiedene Nutzer oder andere geostationäre Netzwerkknoten schalten zu können. Diese Nutzer können herkömmliche Nutzlasten der Satelliten sein, Konstellationen in niedrigen oder mittleren Umlaufbahnen oder das mit dem EDRS-System bereits etablierte Prinzip des Relaisdienstes. Das optische Datennetz im GEO muss dabei auch an die terrestrische Infrastruktur angebunden werden. Die Dateneinspeisung vom Boden („feeder link“) und Einbindung in das terrestrische Netz ist deshalb ein weiterer Schwerpunkt von **HydRON**. Hier gilt es, die geeignete Anzahl und geografische Verteilung dieser Bodenstationen zu finden und der Frage nachzugehen, wie diese abhängig von der Witterung mit Daten versorgt werden. Außerhalb einzelner Lösungen ist die optische Kommunikation jedoch noch nicht im kommerziellen Markt angekommen, wie es derzeit bei der Radiofrequenz-Technologie der Fall ist: Die industriellen Investitionen von Betreibern tragen noch nicht einen entsprechend breiten Markt für Technologieanbieter. Daher ist **HydRON** eine ESA-Initiative, bei der auch Betreiber eng über ein Beratungskomitee eingebunden sind. Denn früher oder später wird kein Weg an der optischen Kommunikation vorbeiführen, wenn Satelliten zukünftig einen Anteil an der weltweit wachsenden Kommunikation tragen sollen.

HydRON – an ultrafast laser network with a link to the ground

The project **HydRON (High Throughput Optical Network)** is a concept for an ultrafast data network in space. The project is not only about the development of individual components for a future terabit network in space, but also about the system aspect, meaning how to dimension such a network optimally, integrate it in the terrestrial network, and operate it. The plan is to develop, build, and launch up to two pilot missions to test the key functional elements of such a network. They will involve a payload that serves as a pilot for a globe-spanning terabit ‘highway’ in a geostationary orbit (GEO) at an altitude of 36,000 kilometres to permit distributing data quickly around the world – the backbone of an optical data network. It will include the ability to switch data to various users or other geostationary network nodes as needed. These users may be conventional satellite payloads, constellations in low or medium-high Earth orbits, or the relay service already established by the EDRS system. The optical data network in a GEO also needs to be tied in with the terrestrial infrastructure. Consequently, optical ground stations (feeder links) and their integration in the terrestrial network is another focus of **HydRON**. The goal is to derive the appropriate number and geographic distribution of these ground stations and how they can be supplied with data depending on the weather conditions. However, a few isolated solutions excepted, optical communications has not yet arrived in the commercial market, as opposed to radio frequency technology: the industrial investments that operators are willing to make cannot as yet support a sufficiently wide market for technology providers. This is why **HydRON** is an ESA initiative, albeit with operators being closely involved via an advisory committee. Sooner or later, it will be impossible to do without optical communications if satellites are to play a part in the growing worldwide communications sector.



Nährboden für Start-ups und Gründer und der Nutzen der Raumfahrt

Satellitenbasierte Dienstleistungen entwickeln sich zu einem kommerziell erfolgreichen Geschäftsfeld. Daten und Dienste aus dem Weltraum erhöhen für eine Vielzahl von Anwendungen den wirtschaftlichen Wert der Raumfahrt. Dennoch waren dieses Potenzial und der Nutzen von Satellitendiensten in vielen raumfahrtfernen Wirtschaftszweigen wenig bekannt oder erforderten zu viel Fachwissen. Mit **ARTES IAP** gibt es bereits seit 2009 ein Programm, um die Raumfahrtindustrie stärker als bisher in Kontakt mit anderen Branchen zu bringen. Mit der Einbindung des Nutzers in die Vorhaben lässt sich das bisher eher geschlossene System von Raumfahrtakteuren durchbrechen und auch New-Space-Potenziale erfolgreich erschließen. So konnten für die Raumfahrt neue Märkte geschaffen werden und auch für die Nutzer eröffneten sich mit den Satellitendiensten neue Lösungen und Marktchancen. Das Programm **Business Applications and Space Solutions (ARTES 4.0 BASS)** setzt die im Vorläuferprogramm **IAP** bewährte Unterstützung für die Entwicklung von satellitenbasierten Anwendungen und Lösungen auf der Erde fort und komplementiert dabei die technologiebasierten Entwicklungen anderer ARTES-Programmlinien.

Mit **BASS** rückt aber auch die direkte Unterstützung von Unternehmen in den Fokus – insbesondere von Unternehmensgründungen. Dies erfolgt unter anderem in Form von Netzwerken, Veranstaltungen und dem Zugang zu Risikokapital. Die **ESA Business Incubation Center (BIC)** bilden dabei einen zentralen Teil des Unterstützungsnetzwerks für Firmengründer. Die **BIC** verstärken damit die kommerzielle Nutzung der Raumfahrt, indem gezielt neue Geschäftsideen in Form von Firmengründungen gefördert werden und sorgen so für das Entstehen einer „New Space Economy“. Über den regionalen Charakter der **BIC** stärken sie auch die **Netzwerkbildung** mit der Raumfahrtindustrie. In den bisher **fünf deutschen BIC-Standorten Bremen, Darmstadt, Friedrichshafen, Gilching und Reutlingen** konnten bisher 277 neue **Start-ups** entstehen. Diese Initiative soll in den kommenden Jahren im Sinne der Gründer- und Hightech-Strategie weiter ausgebaut werden. Daher hat Deutschland sein Engagement in **BASS** gegenüber dem **IAP**-Programm mit 36,7 Millionen Euro mehr als verdoppelt und ist nach dem Vereinigten Königreich der zweitstärkste ESA-Programtteilnehmer.

A seedbed for start-ups and newcomers and space benefits

Satellite-based services develop towards a profitable business. Data and services from space are being used in a multitude of applications, making space activities increasingly profitable. Yet in many non-space sectors, the potential and benefits of satellite services were not much known or required too much expert knowledge. With **ARTES IAP**, a programme has been in place since 2009 that works to make the space industry converge with other business sectors. By involving users in the projects from the beginning, the rather closed system of space stakeholders can be opened up and also successfully tap New Space potentials. New markets for space activities have emerged, and satellite services are now offering new solutions as well as market opportunities for new users. The **Business Applications and Space Solutions Programme (ARTES 4.0 BASS)** is a follow-up of the previous IAP programme, aiming to foster the development of satellite-based applications and solutions and thus complementing technology developments from other ARTES programme lines.

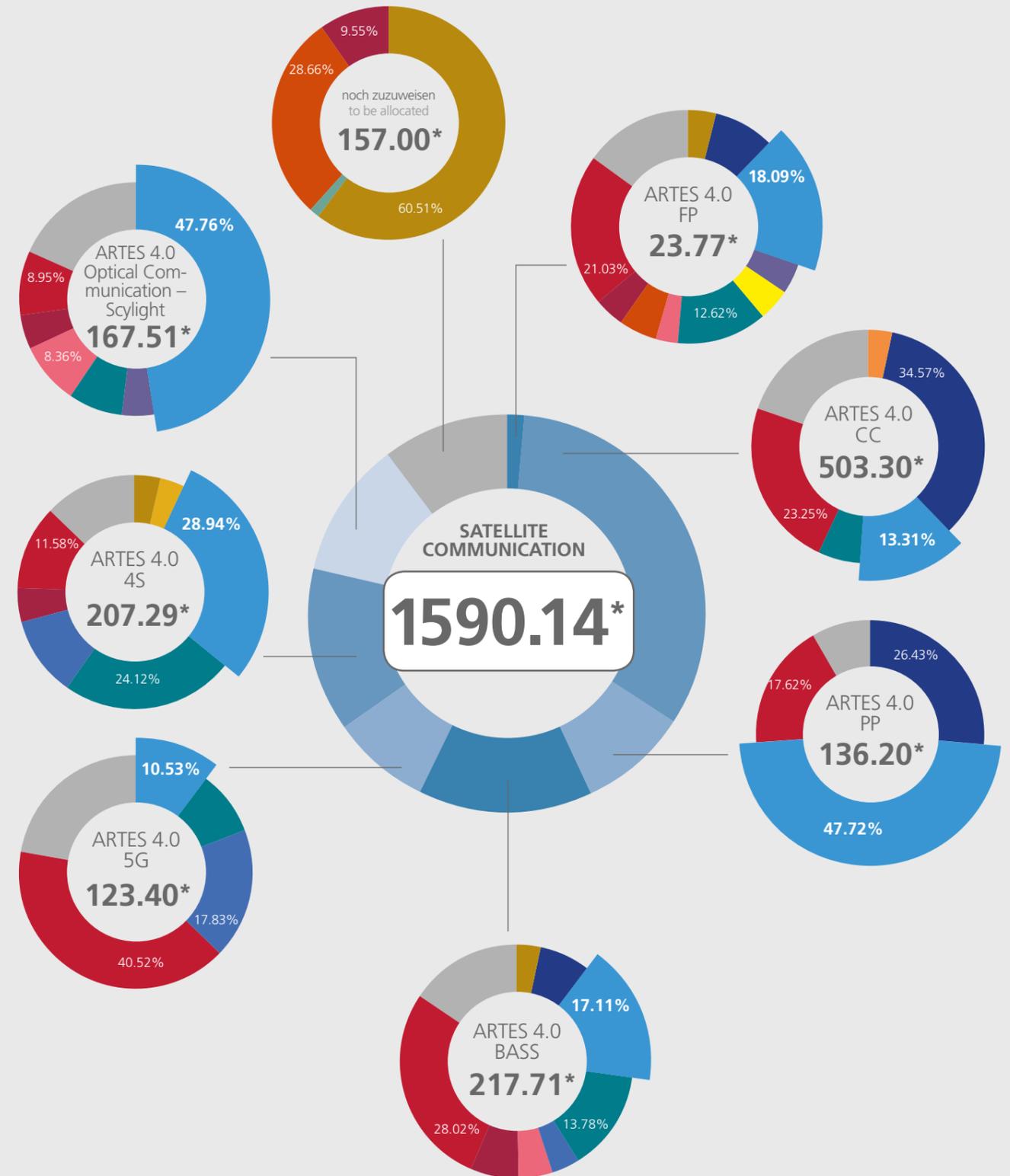
In addition, **BASS** will also lend direct support to companies, and especially to newly founded businesses. Help is provided in the shape of networks, events, and access to risk capital. **ESA Business Incubation Centres (BICs)** constitute the core part of the support network for new entrepreneurs. **BICs** amplify the commercial application of space developments by offering targeted assistance to entrepreneurs with new business ideas and supporting founders to set up their new companies. Thus, they foster the build-up of a New Space Economy. Given their regional character, **BICs** also foster the formation of new space industry **networks**. 277 new **start-ups** have so far been created in **Germany's five BIC sites at Bremen, Darmstadt, Friedrichshafen, Gilching and Reutlingen**. In the years to come, the initiative is set to expand further, as intended under the German high-tech strategy. With **BASS**, Germany has therefore more than doubled its subscription as compared to the preceding **IAP** programme, increasing it to 36.7 million euros, which makes it the second-largest contributor after the UK.

Das vom ESA Business Incubation Centre (BIC) Bavaria geförderte Start-up Cevotec hilft Herstellern dabei, komplexe Faserstrukturen von hoher Qualität automatisiert herzustellen.

The start-up company Cevotec, supported by the ESA Business Incubation Centre (BIC) Bavaria, assists manufacturers in the automated production of complex high-quality fibre composites.



Höher- und Neuzeichnungen der Programme in der Satellitenkommunikation Increased and new subscriptions to the satellite communication programmes



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019/In Satellite Communication, 53.96 million euros are subscriptions to ongoing programmes

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91

SICHER AUF DER ÜBERHOLSPUR

Europas Antwort auf die Herausforderungen einer mobilen Gesellschaft

Von den deutschen ESA-Delegierten René Kleeßen und Dr. Alexander Weiß

Unsere Gesellschaft wird immer mobiler. In kürzester Zeit kommen immer neue Herausforderungen auf die Satellitennavigation zu. Bloße Punkt-zu-Punkt-Navigationsgeräte für den Straßenverkehr, die einst die herkömmliche Straßenkarte verdrängt haben, wirken heute wie ein Anachronismus und sind schon selbst vom „Aussterben“ bedroht. Autos werden uns künftig auch dank präziser Navigation autonom ans Ziel bringen. Doch ein Ziel ist heute schon nicht mehr bloß ein Ort – es wird zu einem Erlebnis, weil unsere Navigationsgeräte es mit vielfältigen Eigenschaften verknüpfen: Wie komme ich zum nächsten Einkaufszentrum? Welche Geschäfte finde ich da? Wie lange haben sie geöffnet? Welche Sonderangebote gibt es dort? Wo kann ich mein Auto abstellen und wie komme ich vom Parkhaus auf dem kürzesten Weg zum Geschäft? Das öffnet einerseits die Tür zu ganz neuen Märkten, stellt uns aber andererseits vor eine neue Herausforderung – die Navigation in geschlossenen Räumen. Doch Navigation ist heute schon mehr als nur ein Mobilitätsservice. Sie ist durch ihre Positions- und Zeitsignale längst zu einer kritischen Infrastruktur geworden: 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, für die eine sichere Navigation unverzichtbar geworden ist. Für diese und weitere Felder bildet das NAVISP-Programm den Rahmen, um innovative Technologien zu erforschen und die Satellitennavigation sicher auf die Überholspur zu schicken.

SAFELY ON THE FAST TRACK

Europe's response to the challenges of a mobile society

By Germany's ESA delegates René Kleeßen and Dr Alexander Weiß

Our modern society is becoming ever more mobile. That is why satellite navigation is continually confronted by new challenges at ever shorter intervals. Simple point-to-point navigation devices that replaced street maps for motorists a while ago look almost anachronistic today and are threatened by "extinction". Thanks to precise navigation, cars of the future will reach their destination autonomously. And even today a destination is not a mere destination. It has turned into an experience because even today's satnav systems can connect with a multitude of other functionalities. How do I get to the nearest shopping centre? Which stores will I find there? What time do they close? What's on special offer today? Where can I park my car, and what is the quickest way to get from the car park to the stores? These services open up entirely new possibilities, but they also confront us with a new challenge – navigation in indoor spaces. But navigation itself is now more than just a matter of mobility service. With its time and position signals it has long become one of our critical infrastructures. Power grids are merged and interconnected, the networks of e-commerce and mobile telephony are ever more closely intertwined, road, maritime and air traffic management has become more efficient, vehicle navigation or search and rescue services are constantly expanded – all these are only a few of the many areas of application for which secure navigation has become indispensable. It is for these areas and others that ESA's NAVISP programme has set up a factory of ideas, where innovative technologies are explored and satnav technology can be safely moved on to the fast track.

+++ NAVISP Element 1 – Innovation in Satellite Navigation +++ subscribed 28/11/2019
+++ 11:15 CET +++ NAVISP Element 2 – Competitiveness +++ subscribed 28/11/2019
+++ 11:19 CET +++ NAVISP Element 3 – Support to Member States +++ subscribed
28/11/2019 +++ 11:23 CET +++

Wenn ein Ort zu einem Erlebnis wird: Navigationsgeräte verknüpfen unsere Ziele mit vielfältigen Eigenschaften.
When getting from A to B becomes an experience: Satnav devices combine destination data with a multitude of other functions.

Vier deutsche Anträge in NAVISP Four German proposals under NAVISP

Bessere Sensortechnologie in Flugzeugen

Welchen Mehrwert hat eine sinnvolle Kombination von Sensortechnologie an Bord von Verkehrsflugzeugen? Dieser Frage geht eine Studie nach und testet die Zusammenarbeit von Navigationssensoren mit zusätzlichen Instrumenten wie LIDAR, Radar, Inertial- und optischen Sensoren, um in Zukunft die derzeitigen Einschränkungen von Navigationssystemen auf Flugzeugen zu überwinden. Die neuen Systeme sollen robuster, störungssicherer und für die Crew besser nutzbar als herkömmliche Systeme sein.

Better aircraft sensor technology

What added value can be offered by a more efficient combination of passenger aircraft on-board sensors? This question is addressed by a study which examines the compatibility of navigation sensors with additional instruments such as LIDAR, radar, inertial and optical sensors, and explores how in future the current limitations on aircraft navigation equipment may be overcome. The new systems are to be more robust, secure against interference and easier for crews to handle than conventional systems.



John Christian Fjellestad (CC BY 2.0)



shutterstock, Can Yesil

Energieverbrauch senken

Wie lässt sich der Energieverbrauch von Navigationsempfängern nachhaltig senken? Dieser Frage nimmt sich eine Studie einer deutschen Forschungseinrichtung in Zusammenarbeit mit einem KMU an, die neuartige Konzepte für Empfängertechnologie mit einem extrem geringen Energieverbrauch möglich machen soll. Diese Geräte sind Grundlage für vielfältige Anwendungen – vor allem im Bereich Internet der Dinge. Während der Energiebedarf beim Empfang von Satellitensignalen schon heute sehr gering ist, sind die Algorithmen zur Berechnung der Positions- und Zeitsignale extrem energiehungrig. Diesen „Appetit“ gilt es nun durch neue Ansätze wie zum Beispiel die ausschließliche Nutzung von Abwärme zu überwinden.

Cut down on energy consumption

How can the energy consumption of navigation equipment be sustainably reduced? This is the question addressed in a study undertaken by a German research institution in collaboration with an SME. It is seeking novel concepts in receiver technology with an extremely low energy consumption. These devices would form a basis for a large variety of applications – especially related to the Internet of Things. While the energy consumption of today's satnav receivers is already low, a vast amount of computing power is required by the algorithms that produce the positional and time signals. New methods are being explored to counterbalance that ravenous appetite for energy by, for instance, fitting data centres with powerful waste heat recovery systems that generate new electricity.

Satellitenavigation – Türöffner für innovative Ideen

Satellitenavigation erleichtert unser Leben und ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Sie hilft uns dabei, ohne Stau entspannt in den Urlaub zu fahren oder dort sicher mit dem Flugzeug anzukommen. Brauchen wir Geld, dann kommt es nur dank der **genauen Zeit- und Positionssignale** aus unseren **Bankautomaten**. Auch **bargeldloses Bezahlen** funktioniert mit diesen Signalen. Kein Wunder, dass die Wirtschaft immens von den durch Satellitenavigationssysteme bereitgestellten Positions- und Zeitbestimmungsdaten profitiert. Die **große Vielfalt an Anwendungsfeldern** sorgt in der **Luftfahrt, Schifffahrt, dem Landverkehr, der Geodäsie, der Landwirtschaft, Lebensrettung und Raumfahrt** für einen rasch wachsenden Markt. Allerdings ist ein Satellitenavigationssystem selbst kein eigenständiger Dienst. Es öffnet ihnen – genauso wie das Internet – „nur“ die Tür. Als **Wirtschaftskatalysator** schafft ein solches System in einer Vielzahl von Branchen Arbeitsplätze – unter anderem in der Raumfahrt-, Empfänger- und Anwendungsindustrie. Auch die Gesellschaft profitiert, da sich durch ein derartiges System beispielsweise **Verkehrsnetze** und das **Rettungswesen** effizienter gestalten lassen.

Galileo – Motor für die Wertschöpfung in Europa

Das europäische Satellitenavigationssystem **Galileo** ist der Motor für all diese **innovativen Technologien und Anwendungen** – und somit auch für die **Wertschöpfung** in Europa. Aufbau und Betrieb aller Satellitengenerationen sowie des europäischen **Ergänzungssystems European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS)** zum **Global Positioning System (GPS)** werden von der Europäischen Kommission finanziert und zusammen mit den Partnern – der Europäischen Global Navigation Satellite System (GNSS)-Agentur GSA und der Europäischen Raumfahrtagentur ESA – durchgeführt. **Galileo** ist seit dem 15. Dezember 2016 in Betrieb, **EGNOS** bereits seit 2011.

Galileo – Deutschland in der „Pole Position“

Bei der **Galileo-Systemauslegung** und im **Bodensegment** engagiert sich die Bundesrepublik stark. Ein Kontrollzentrum steht am DLR-Standort in Oberpfaffenhofen, das andere im italienischen Fucino. Dementsprechend teilen sich beide Länder das Arbeitspaket Betrieb. Außerdem ist die **deutsche Industrie** seit Beginn bei Galileo erfolgreich mit vielen Arbeitspaketen vertreten und konnte sich bei den ESA-Navigationsprogrammen „**Entwicklung der ersten Generation Galileo**“ und dem „**Europäischen GNSS-Weiterentwicklungsprogramm**“ einen hohen industriellen Anteil sichern. Dabei hat sie ein einzigartiges Know-how erworben, das die Bundesrepublik beim Bau der Satelliten in die „Pole Position“ bringt. Dadurch bringen deutsche Firmen und Forschungseinrichtungen beste Voraussetzungen mit, um im „**Navigation, Innovation und Unterstützungsprogramm**“ (**NAVISP**) der ESA innovative Ideen für die **gesamte Wertschöpfungskette** der Navigation – vom Satelliten im Weltraum 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 Technologieansätze für eine dritte Charge zu untersuchen. **NAVISP** gibt deutschen Unternehmen damit die Gelegenheit, ihre Innovationsfähigkeit für die satellitengestützte Navigation und neuartige Verfahren – zum Beispiel mit Hilfe neuer Sensoren – sowie ihre Ideen zum besseren Schutz der Signale und für neue bodengebundene Technologien einzubringen. Für Deutschland ist der **Schutz sicherheitskritischer Anwendungen im Verkehr** und von **kritischen Infrastrukturen** extrem wichtig. Neben der Nutzung des verschlüsselten PRS-Dienstes (Public Related Services) für staatliche Zwecke wird der nachhaltige Schutz der Navigationssignale immer wichtiger.

Satellite navigation – a door opener for innovative ideas

Satellite navigation makes our life easier and it is hard to imagine our everyday activities without it: satnavs help us drive to our holiday destination congestion-free, or to arrive there safely by plane. If we need some cash, it will be handed out by the ATM based on **precise time and positional data**. **Cashless payment** functions, too, use these signals. So, it is no surprise that the time and position signals emitted by satellites have brought huge gains to our economy. The **large variety of possible applications** has given an enormous boost to various sectors – such as **aviation, shipping, land transport, surveying, agriculture, safety-of-life systems** and **space technology**. A satellite navigation system is not a service on its own. Like the Internet, it ‘merely’ opens the door to other services. Acting as a **business catalyst**, satnav technology has been creating jobs in many sectors, like in the aerospace and the equipment and applications industries. As one of many additional benefits to society, the technology helps make **traffic networks** and **emergency services** more efficient.

Galileo – driver of innovation in Europe

Europe's own satellite navigation system, **Galileo**, is a driver of a great many **innovative technologies and applications**, and thus a driver of **value creation** in Europe. The European Commission together with its partners, the **European Global Navigation Satellite System (GNSS) Agency GSA** and the European Space Agency ESA have been setting up and operating satellites through all their generations, as well as the **European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS)**, which currently supplements the **Global Positioning System (GPS)**. **Galileo** has been flying since December 15, 2016, and **EGNOS** was put in place as early as 2011.

Galileo – Germany in ‘pole position’

Germany is strongly engaged in the design of the **Galileo system** and its ground segment. One of the control centres is located at DLR's Oberpfaffenhofen site, the other one is on the premises of the Fucino Space Centre in Italy. Thus, the two countries share the ‘Operations’ work package. **German industry**, too, have been successfully involved in many Galileo work packages from the onset. This has enabled German industry to secure for itself a large chunk of the manufacturing side of the ESA navigation programmes ‘**Developing the First Generation of Galileo**’ and the ‘**European GNSS Evolution Programme**’. Having acquired an exceptionally large body of know-how in the process, Germany is now in ‘pole position’ when it comes to manufacturing the satellites. Hence, within the ‘**Navigation, Innovation and Support Programme**’ (**NAVISP**), German companies and research institutions are in a position to feed in their innovative input across the **entire value chain** of navigation – from satellites in space to applications back on Earth. They can also contribute their technical expertise from the first and **second generations of Galileo** in assessing technological possibilities for a third generation. **NAVISP** offers German companies a range of opportunities to employ their innovative capabilities in the area of satellite-enabled navigation and innovative processes (for instance, by using new sensors) as well as to feed in their ideas on improved signal protection and novel ground-based technologies. Germany attaches extreme importance to the **protection of safety-critical applications in transport** and **critical infrastructures** in general. Besides the use of the encrypted service Public Related Services (PRS) for governmental applications, a sustainable protection of navigation signals is becoming ever more important.

Präzise Navigation unter erschwerten Bedingungen

Fahren wir mit dem Auto in einen Tunnel, dann haben unsere Navigationsgeräte keinen Empfang. Sie berechnen unsere Position dann über unsere Geschwindigkeit bei Signalverlust und die Strecke, die wir insgesamt im Tunnel zurücklegen müssen – ein eher unpräzises Verfahren. Eine Studie eines deutschen KMUs will dabei helfen, die Navigation unter diesen erschwerten Bedingungen wesentlich genauer zu machen. So könnten Empfänger bei der Ausfahrt aus dem Tunnel zum Beispiel viel schneller wieder Signale bekommen, um die Fahrt sicher fortzusetzen. Auch für die autonome Mobilität der Zukunft könnte diese Studie wichtige Daten liefern.

Precise navigation under difficult conditions

Every time we drive into a tunnel, our car satnavs lose their signal. During such periods they compute our position based on our speed at the time of signal loss and the length of the tunnel passage. This being not a very accurate method, a study carried out by a German SME intends to make navigation under these adverse conditions far more precise. One element in this aims to re-connect receivers much faster after leaving the tunnel to ensure that the trip can continue safely. The study might also furnish valuable data for future systems of autonomous mobility.



bertipix (CC BY 2.0)

Präzise Navigation für die Forstwirtschaft

In der Forstwirtschaft kommt die Satellitenavigation bislang kaum zum Einsatz. Die Bäume schatten die Signale im Einsatzgebiet ab und verhindern so bislang das präzise Navigieren im Wald. Doch gerade die Forstwirtschaft wird immer digitaler. Schadhafte Bäume werden für die „Baumerntemaschinen“ (Harvester) zum Fällen über Computerprogramme markiert und in digitale Karten eingetragen – ein idealer Ansatzpunkt für Satellitenavigation. Damit sie in Zukunft auch im Wald eingesetzt werden kann, wollen zwei deutsche KMU einen Receiver entwickeln, der den Empfang der wichtigen Positions- und Zeitsignale unter diesen schwierigen Bedingungen in Zukunft verbessert.

Precise navigation in forestry

In the area of forestry management, satnav technology has hardly been used so far. Trees tend to shield off signals, making precise navigation in woodland areas well-nigh impossible. But forestry is getting more and more digital. Damaged trees can now be flagged up by computer programmes and their positions marked in a digital map to have them cut down by tree harvesters. This is the ideal case for a satnav application. To ensure that the technology works in a forest environment, two German SMEs plan to develop an enhanced receiver that will in future be capable of reading those crucial time and position signals even under such difficult circumstances.



Jens Steinbeiser (CC BY 2.0)

NAVISP – deutsche Firmen sind dabei

Während alle zukünftigen Ausschreibungen der Technologieentwicklungen für **Galileo** und **EGNOS** in den EU-Forschungsprogrammen **Horizon2020** und **Horizon Europe** fortgeführt und so neben Aufbau und Betrieb auch die Weiterentwicklung der folgenden **Galileo-Generationen** komplett durch Brüssel finanziert werden, schafft **NAVISP** abseits der laufenden EU-Entwicklungen weitere innovative Navigationslösungen für neue Anwendungen. Mit diesem optionalen ESA-Technologieprogramm wurden seit dem Jahr 2017 Studien begonnen, die langfristig zu bahnbrechenden Technologien beitragen sollen – nicht nur auf Navigationsatelliten bezogen, sondern für den gesamten sogenannten **Downstream-Markt**. Das Programm geht mit der ESA-Ministerratskonferenz in Sevilla in die Phase 2 über, die von 2020 bis 2022 laufen wird. Weitere Perioden können von den Teilnehmern beschlossen werden. Deutschland beteiligt sich seit September 2018 an Phase 1, die noch bis 2021 weiterlaufen wird und prüft die nächste Zeichnung, die dann im Jahr 2021 vorgenommen werden könnte. So könnte die Bundesrepublik stimmberechtigt bleiben und ihre **Führungsposition in der Satellitennavigation** auch in Zukunft weiter ausbauen. Nach der ersten deutschen Beteiligung gingen Anfang 2019 mehrere Anträge deutscher Firmen bei der ESA ein. Vier davon wurden genehmigt und werden gerade umgesetzt, während einer sich im Vertragsverhandlungsprozess befindet. Weitere deutsche Anträge werden gerade von der ESA geprüft. Die neuen Konzepte sollen einen Entwicklungshorizont von fünf bis zehn Jahren haben. Zusätzlich zu satellitenbasierten Signalen dürfen auch terrestrische Signale – zum Beispiel **Mobilfunk** oder die im Aufbau befindlichen **Mega-Konstellationen** – mit in Betracht gezogen werden.

NAVISP – neue Ideen für eine mobile Gesellschaft

In **NAVISP** werden außerdem neue Atomuhrgenerationen untersucht, um mit einem noch genaueren und stabileren Zeitsignal die Positionsgenauigkeit weiter zu erhöhen. Der nahtlose Übergang von Positionsbestimmungen im Freien zu **geschlossenen Räumen**, wo derzeit der Empfang der Satellitennavigation nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist, soll außerdem in unseren Alltag einziehen. Signale der Satellitennavigation sind sehr schwach und lassen sich daher mit einfachen Mitteln stören. Deshalb sollen Technologien untersucht werden, die Signale für **sicherheitskritische Anwendungen** in der **Luftfahrt**, im **Bahnverkehr** und beim **autonomen Fahren** sowie für **kritische Infrastrukturen** wie den **Energie-**, den **Telekommunikations-** und den **Finanzsektor** sicherer 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** gesteigert werden.

Für NAVISP werden drei Elemente vorgesehen, an denen sich die Teilnehmer auch einzeln beteiligen können:

1) Element 1: Innovation

- Entwicklung 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 der beteiligten ESA-Programtteilnehmer

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-Programtteilnehmern, 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-Programtteilnehmer, die explizit die Unterstützung angefragt haben

NAVISP is built of three elements, in any of which interested parties can participate

1) Element 1: Innovation

- To develop innovative concepts and technologies for the entire satnav value chain
- To interconnect satellite navigation systems with other sensor equipment on the ground and provide a seamless transition between indoor and outdoor, and to develop better signal protection
- To provide full project funding for all ESA members participating in the programme

2) Element 2: Competitiveness

- To improve the competitiveness of the European industry in the areas of systems, equipment, applications and services
- To involve industry in the financing of 50 percent of the cost, while the other half comes from ESA programme participants that commission the individual projects. Small and medium sized companies (SME) may apply for grants of up to 80 percent of their expenditure.

3) Element 3: Support to member states

- Technical assistance in national programme activities
- ESA laboratories and other technical facilities made available
- 100 per cent financial support for subscribing member states where funds have explicitly been applied for

NAVISP – German firms are on board

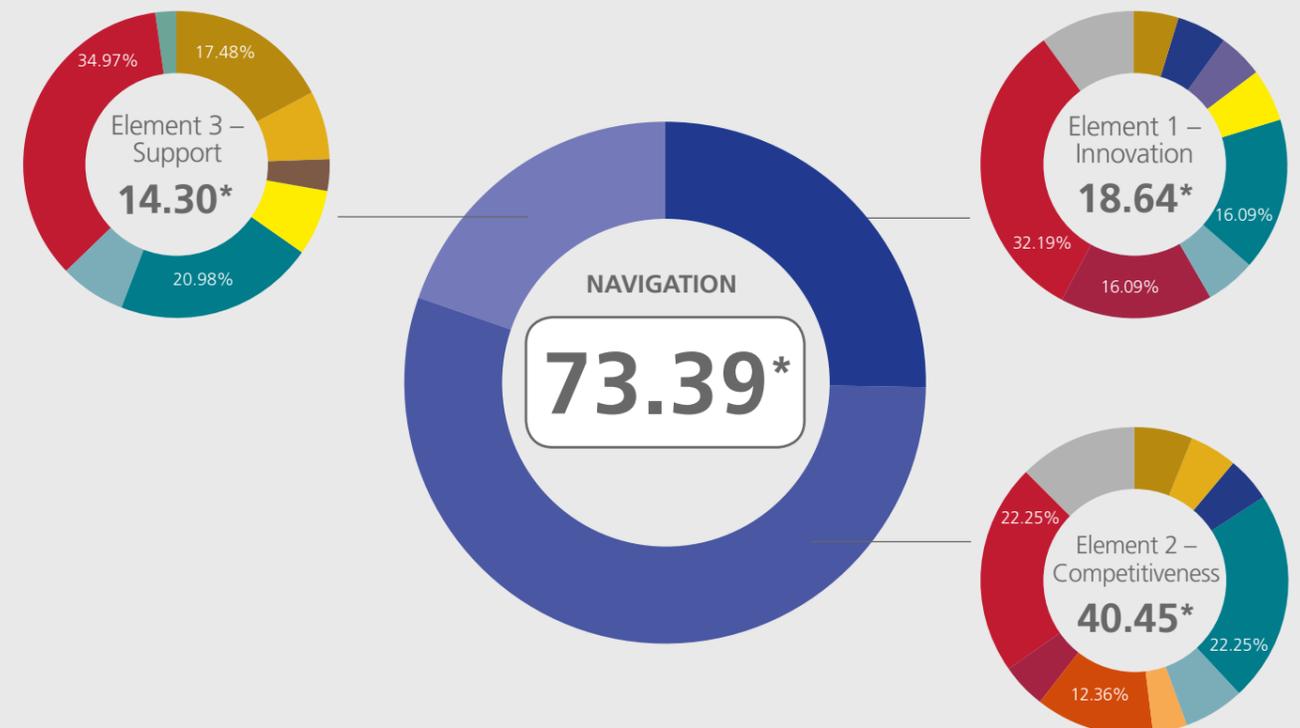
While all future tendering processes for Galileo and **EGNOS** technology developments under the EU's research programmes **Horizon2020** and **Horizon Europe** will be continued (with setup and operations as well as future developments being funded by Brussels), **NAVISP** intends to encourage further innovative solutions for new applications outside the EU's development programme. Under this optional ESA programme, several studies have been initiated in 2017 to look for new long-term technology options not only in the area of navigation satellites but for the whole **downstream business** as well. At the Seville conference of the Ministerial Council, the programme will enter its second phase, which will last from 2020 to 2022. Delegates may decide to extend the programme and add further periods. Germany has been participating in phase 1 of the programme since September 2018, which will continue until 2021. It is considering its next subscription, which would begin in 2021. It is considering its next subscription, which would begin in 2021. Germany would thus keep its voting rights and retain and possibly extend its **leading position in satellite navigation** in the future. Following its first period as a participant in the programme, several new applications from German firms were received by ESA early in 2019. Four of them were approved and are currently being realised, whereas contract negotiations for another one are still ongoing. ESA is currently reviewing several further applications from Ger-

many. The new proposals are scheduled for a development horizon of five to ten years. Beyond satellite-based signals, proposals are also invited that relate to terrestrial signals like **mobile telephony signals**, or to the **'mega constellations'** that are currently being set up.

NAVISP – new ideas for a mobile society

Under **NAVISP**, engineers also work on a new generation of atomic clocks with an even more precise and stable time signal, whereby it would be possible to increase the accuracy of positioning data even more. Another feature that may soon become part of everyday life is a seamless **transition from signal reception outdoor to indoor**, where satellite navigation is currently either impossible or seriously limited. Satnav signals are usually very weak and can be jammed using very simple tools. It is therefore necessary to explore more secure technologies for **safety-critical applications** such as **aviation**, **rail transport** and **autonomous driving** as well as in **critical infrastructures** in areas like **energy**, **telco** and **financial sectors**. To complement purely technology-oriented studies, the programme supports companies in developing existing products further and adapting them to the requirements of both European and overseas markets. This is how **NAVISP** intends to improve **international competitiveness**.

Neuzeichnungen der Navigationsprogramme New subscriptions to the navigation programmes



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91

+++ GSTP – Element 1 – Develop +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:27 CET +++
 GSTP – Element 2 – Make +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:31 CET +++ GSTP –
 Element 3 – Fly +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:35 CET +++ PROBA-3 +++
 subscribed 28/11/2019 +++ 12:39 CET +++

Europäische Kooperation von ArianeGroup (Deutschland), Thales Alenia Space (Frankreich) und Airbus (Frankreich und Großbritannien), um den Qualifizierungsprozess für Bauteile von Raketenmotoren wie Ventile voranzubringen, die mittels additiver Druckverfahren (Additive Manufacturing, AM) hergestellt wurden.
 European cooperation of ArianeGroup (Germany), Thales Alenia Space (France) and Airbus (France, United Kingdom) to mature verification processes for rocket engine parts like motor valves made by additive manufacturing (AM).

IDEENSCHMIEDE

Europas Antwort auf die vierte industrielle Revolution

Von den ESA-Delegierten Dr. Björn Gütlich und Dr. Shahin Kazeminejad

Die Welt ist im Wandel. Nach der Industrialisierung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts und zwei weiteren industriellen Revolutionen in den 1870er- und 1970er-Jahren springen wir gerade wieder in ein neues Zeitalter. Digitalisierung und Industrie 4.0 bringen uns eine neue, vierte industrielle Revolution – und sie verlangt viel von unserer Gesellschaft, von unserer Wissenschaft und unserer Wirtschaft. Als „Schicksalsfrage der deutschen Industrie“ hat Siemens-Chef Joe Kaeser diesen Umbruch bezeichnet. Auf sie muss Europa schnell Antworten finden, um direkt auf diesen Wandel zu reagieren. Das geht nicht ohne neue Technologien – auch aus der Raumfahrt. Denn Raumfahrt gilt schon seit ihren Anfängen als kreative Ideenschmiede und kann zur Lösung gesamtgesellschaftlicher Fragen beitragen. Das General Support Technology Programme (GSTP) der ESA liefert Antworten in Form innovativer Technologien. Als weiterführendes optionales Technologieprogramm bekommt es auf der ESA Ministerratskonferenz 2019 in Sevilla eine neue Ausrichtung. Schwerpunkte liegen nun auf Digitalisierung, Cybersicherheit, „Design to Produce“ und Quantentechnologie. Deutschland hat seine Zeichnung des GSTP in Sevilla mit 160 Millionen Euro mehr als verdoppelt und möchte hiermit insbesondere den Mittelstand fördern.

A FACTORY OF IDEAS

Europe's response to the fourth industrial revolution

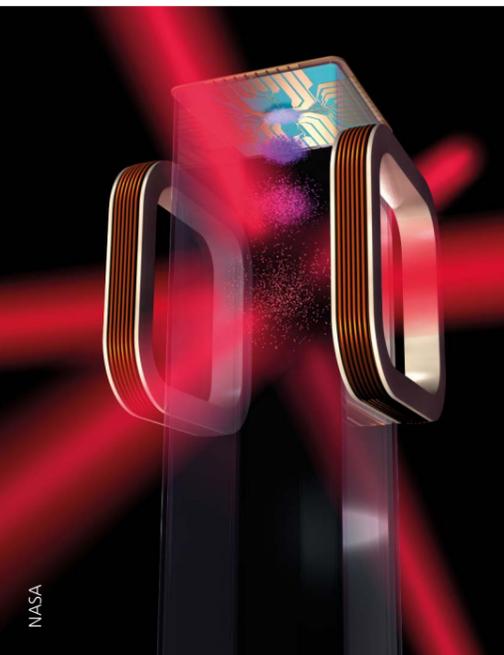
By ESA delegates Dr Björn Gütlich and Dr Shahin Kazeminejad

The world is changing. After industrialisation in the second half of the 18th century and two more industrial revolutions in the 1870s and 1970s, we are about to leap into a new age. Digitalisation and Industry 4.0 are heralding a fourth industrial revolution, one that confronts our society, research community, and economy with high expectations. Joe Kaeser, the chief executive of Siemens, refers to this transformation as a “Schicksalsfrage”, the key question that will define the destiny of German industry. To act upon this question, Europe must find answers quickly. New technologies, space technologies included, will play a crucial part in this. The space industry has from its beginnings been regarded as a hatchery of creative ideas that even benefit society in a wider context. ESA's General Support Technology Programme (GSTP) delivers answers in the shape of innovative technologies. The 2019 conference of the ESA Ministerial Council in Seville has now re-focused it as an advanced optional technology programme targeting digitalisation, cyber security, 'design to produce', and quantum technology. With a subscription of 160 million euro Germany has forced its support of the GSTP by 150 per cent in Seville to strengthen especially the middle class.



Auf der Basis von Quantentechnologie kann man heute Sensoren und Computer bauen sowie durch Manipulation einzelner Photonen in der Quantenkryptographie geheime Schlüssel zur sicheren Kommunikation erstellen.

Quantum technology enables engineers to build sensors and computers. Also, with the help of quantum cryptography, i.e. by manipulating individual photons, it is now possible to develop secure keys for encoding communications.



Künstlerische Darstellung der magneto-optischen Falle und des Atomchips, wie sie im Cold Atom Laboratory (CAL) an Bord der Internationalen Raumstation verwendet werden sollen. An Atomchips wird auch im GSTP geforscht.

Artist's impression of a magneto-optical trap and atom chip to be used in NASA's Cold Atom Laboratory (CAL) aboard the International Space Station. The atom chip technology research will be part of the GSTP.

Die zweite Quantenrevolution von Anfang an mitgestalten

Gerade das Universum dieser kleinsten Teilchen wird unsere digitale Welt noch einmal grundlegend verändern. Nach der Entwicklung der **Quantentechnologie** in den 1930er-Jahren, die uns heute alle zwei Jahre die Leistungsfähigkeit unserer Mikroprozessoren verdoppelt und Technik wie **Halbleiter, Mikrochips, Breitbandinternet** oder **Satellitenavigation** den Weg bereitet hat, stecken wir nun mitten in einer zweiten **Quantenrevolution**. Sie beschert uns Technologie, mit der wir nun auch in einzelne mikroskopische Systeme eingreifen können. In den 1970er-Jahren hat man es zuerst in Deutschland geschafft, einzelne Ionen im Vakuum zu isolieren und später deren Zustand gezielt zu verändern. Auf dieser Basis kann man heute **Quantensensoren** und **Quantencomputer** bauen sowie durch Manipulation einzelner Photonen in der **Quantenkryptographie** geheime Schlüssel zur sicheren Kommunikation erstellen. **Quantensensoren** können in Zukunft zum Beispiel durch optische Frequenzkämme, Bose-Einstein-Kondensate und optische Uhren ins All gebracht werden. Dort wird diese Messtechnik die Grundlage heutiger Navigationssysteme, der Gravitationsfeldmessung in der Erdbeobachtung, der Kommunikation und der Wissenschaftsmissionen bilden und sie auf ein neues Niveau der Präzision und der Zuverlässigkeit heben. Aufgrund dieser starken Bedeutung der **Quantentechnologie** wird dank **GSTP** gerade auf diesem Gebiet verstärkt geforscht. Um die Mittel möglichst effizient einzusetzen, genießen Synergien mit Aktivitäten des deutschen Raumfahrtprogramms höchste Priorität. Zunächst werden Wissenschaftseinrichtungen und Unternehmen in den Bereichen Satellitenkommunikation und -navigation, Erdbeobachtung sowie Forschung unter Welt-raumbedingungen von den Förderungen profitieren. Von den angestoßenen Entwicklungen profitieren später viele verschiedene Forschungsrichtungen.

Nur ein Schwerpunkt unter vielen

Doch Quantentechnologie ist nur ein Schwerpunkt unter vielen. Das Programm ermöglicht Technologieentwicklungen für ein breites Spektrum von Anwendungsgebieten – neben **Digitalisierung** und **Industrie 4.0** auch in den Bereichen Erdbeobachtung, Wissenschaft, robotische Exploration und bemannte Raumfahrt, Raumtransport, Navigation, Weltraumlage und Clean Space. Es schließt damit auch Entwicklungslücken im internationalen Wettbewerb. Außerdem schafft, verstärkt und erweitert das Technologieprogramm Kompetenzen, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie gesichert wird. **GSTP** ist die Ideenschmiede der europäischen Raumfahrt und macht sie unabhängiger – gerade auch bei kritischen Technologien. Außerdem werden begleitende Vor- und Produktentwicklungen sowie Flugtauglichkeitsmissionen gestartet, damit diese Technologien erprobt und ohne Risiken in den Einsatz gehen können. Dies stärkt vor allem **kleine und mittlere Unternehmen (KMU)**. Sie bekommen eine Chance, den technologischen Reifegrad (Technology Readiness Level, TRL) ihrer Entwicklungen zu erhöhen und im Idealfall ihre Technologie direkt im Weltraum zu testen – ohne Hilfe von außen ein sehr kostspieliger und langwieriger Prozess.

Breite Förderung guter Ideen

Die **Unterstützung für die KMU** ist sehr wichtig. Denn ohne ihre Zulieferer und deren Produkte, Technologieentwicklungen und Know-how kann auch die europäischen Großunternehmen in der Raumfahrt nicht bestehen. **KMU** sind ein Teil des Raumfahrtmotors – ohne sie läuft er nicht. Daher müssen sie unterstützt werden – ein wichtiger Schwerpunkt im **GSTP**. Es sorgt mit Einzelförderungen in einer großen Bandbreite dafür, dass die richtige Technologie zur richtigen Zeit ausgereift zur Verfügung steht. Über die Teilnahme an einzelnen Ausschreibungen kann jeder ESA-Mitgliedsstaat selbst 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. Außerdem ist das europäische Programm eine ideale Ergänzung zum kleinen nationalen Pendant. In **GSTP** können deutsche Technologieentwicklungen gefördert werden, für die im nationalen deutschen Raumfahrtprogramm kein Geld vorhanden ist.

Shaping the second quantum revolution just from the beginning

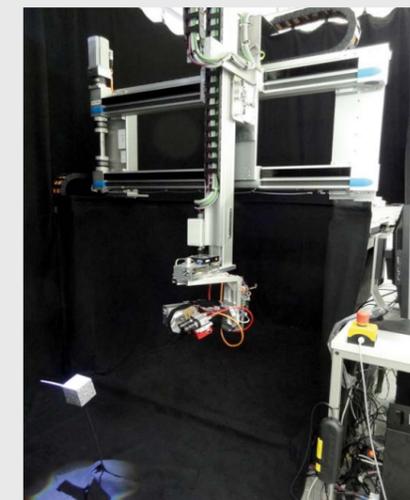
It is exactly this universe of infinitesimal particles that will change our digital world from the ground up. After the development of the quantum technology in the 1930s which enabled us to double the capacity of our microprocessors at two-year intervals and paved the way for technologies such as **semiconductors, microchips, broad-band internet, and satellite navigation**, we are now right in the middle of a second **quantum revolution** that gives us technologies which enable us to manipulate even individual microscopic systems. In the 1970s, Germany was the first country where scientists succeeded in isolating individual ions in a vacuum and then modifying their condition selectively. On that basis, we are able today to build **quantum sensors** and **quantum computers** and develop, by manipulating individual photons, secret codes in **quantum cryptography** for secure communication. **Quantum sensors** which can be put into space, for example by using optical frequency combs, Bose-Einstein condensates or optical clocks, will form the foundation for the measurement techniques of the future which will lift today's navigation systems, gravity measurement, communication and science missions to a new level of reliability and precision. Because **quantum technology** is so eminently important, research is particularly active in this field, thanks to **GSTP funding**. To leverage on available funding in the most efficient way, highest priority will be put on synergies with activities in the German national space programme. The first to benefit from this are science institutions and companies operating in the fields of satellite communication and navigation, Earth observation, and microgravity research. Later on, the developments initiated will benefit a whole lot of different research sectors.

Just one focus among many

Yet quantum technology is only one focus among many. The programme permits developing technologies for a wide range of applications, covering **digital technology** and **smart manufacturing**, the fields of Earth observation, science, robotic exploration, human space flight, space transport, navigation, space situational awareness, and clean space. At the same time, it serves to close any development backlogs against international competitors. Moreover, the European technology programme builds, boosts, and deepens the relevant capabilities that safeguard the competitiveness of the European industry. For the European space sector, the **GSTP** is the powerhouse of new ideas besides increasing its independence, especially where critical technologies are concerned. Moreover, it supports preliminary and product developments as well as spaceworthiness tests to enable these technologies to fly on missions without risk. This will be of particular relevance to **small and medium-sized enterprises (SMEs)**, providing them with opportunities to enhance the technology readiness level (TRL) of their developments and ideally to test their technologies directly in space, which would be a very lengthy and costly undertaking without outside assistance.

Wide support for good ideas

Supporting SMEs is important. The major players in the European space industry cannot survive without their suppliers and the products, technology developments, and know-how they provide. **SMEs** are part of the engine that powers the space sector; it just will not run without them. Hence, they need to be supported – a most important part of the **GSTP** agenda. Employing a wide range of individual support measures, the **GSTP** ensures that the right technology is mature and available at the right time. By participating in individual tenders, each ESA member state may decide for itself whether or not there is a national interest and whether funding will be provided. The programme especially promotes collaboration arrangements between **SMEs**, big companies like Airbus and OHB, and research institutions both at the national and European levels, since many technology development projects rely on a combination of the skills of large as well as small companies. Besides, a Europe-wide programme is ideally suited to complement its smaller national counterparts. The **GSTP** permits supporting German technology developments for which there is no money left under the national programme.



Im Rahmen der „Clean Space“-Initiative werden Technologien erforscht, wie defekte Satelliten „entsorgt“ werden können. Damit ein Entsorgungssatellit sein Ziel autonom orten, ansteuern und greifen kann, muss neue Technologie entwickelt werden. Das geschieht mit deutscher Unterstützung im Spacecraft Rendezvous Simulator MiPOS der ESA.

The 'Clean Space Initiative' aims to develop technologies for a safe 'disposal' of defunct satellites. For a disposal satellite to locate, approach and grip its target, new technology needs to be developed. This is currently happening at ESA's Spacecraft Rendezvous Simulator, MiPOS, with German participation.



Eine ESA-Studie untersucht, wie Staub, Erde und Gestein der Mondoberfläche, das sogenannte Regolith, genutzt werden kann, um Hitze zu speichern und Strom für künftige Astronauten, Rover und Landesonden zu produzieren.

In an ESA study, researchers look into ways of utilising dust, soil and rocks from the lunar surface, the so-called regolith, to store heat and generate electricity for future astronauts, rovers and landing vehicles.

Deutschland wahrt Einfluss durch hohe Zeichnung

582,25 Millionen Euro stehen insgesamt für die Förderung in der kommenden **GSTP**-Phase von 2019 bis 2022 zur Verfügung – eine beachtliche Steigerung um 137,25 Millionen Euro. Durch eine hohe Beteiligung als größter Beitragszahler vor Belgien und Italien kann Deutschland die Programmplanung und die daraus resultierende Entwicklung der ESA-Technologien aktiv mitgestalten. Der deutsche Beitrag in Höhe von 160 Millionen Euro hat sich im Vergleich zur letzten Ministerratskonferenz mehr als verdoppelt. Er erfolgt in Abstimmung mit nationalen und anderen ESA-Förderprogrammen und ermöglicht insbesondere kleinen Firmen gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit den europäischen Partnern. Hier sollen weiterhin **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 mit einem breiten Spektrum und entspricht damit den Zielen der High-Tech-, der Breitband-, der Nachhaltigkeits-, sowie der Raumfahrtstrategie der Bundesregierung. Im Bereich Quantentechnologie ergänzt es außerdem das 650 Millionen Euro schwere Rahmenprogramm „**Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt**“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. **GSTP** ermöglicht sowohl der deutschen Industrie als auch 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 der Bundesrepublik entwickelt und damit die globale industrielle Wettbewerbsfähigkeit nationaler Unternehmen entscheidend gestärkt.

GSTP lässt sich in drei Programmteile und eine eigenständige Komponente unterteilen:

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 (KMU), große Unternehmen, die Industrie, Satellitenbetreiber und -anbieter, Universitäten und Forschungseinrichtungen, von niedrigen Technologiereifegraden bis hin zur Qualifizierung.

Element 2 – Make schafft kommerzielle Nachhaltigkeit. Hier werden Produkte entwickelt, um zum Beispiel Lücken in der Verfügbarkeit zu schließen, die infolge von Umweltauflagen, des Übergangs zu neuen Technologien oder aus anderen Gründen entstanden sind. Ko-finanziert durch die Industrie wird hier die weltweite Wettbewerbsfähigkeit in neuen und bestehenden Märkten gestärkt und so besonders markt-nahe 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 Hucklepacknutzlasten 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 (PFF) vor. Hier soll die Technologieerprobungsmission PROBA-3 umgesetzt und gestartet werden. An diesem Element beteiligt sich Deutschland jedoch aus programmatischen Gründen nicht.

The GSTP is separated into three programme elements and one stand-alone component, as follows:

Element 1 – Develop supports and accompanies the development of technologies, assemblies, components, and test facilities for projects and business operators, meaning small and medium-sized enterprises (SMEs), big companies, industry at large, satellite operators and service providers, universities, and research institutions, from low maturity to final qualification.

Element 2 – Make creates commercial sustainability. Here, products are developed that may serve, for example, to close availability gaps caused by environmental protection requirements, the transition to new technologies, or other reasons. Co-financed by the industry, this element strengthens competitiveness in both new and existing markets, thus encouraging companies to keep their developments close to their respective markets.

Element 3 – Fly puts new technologies straight into orbit where they are tested, thus enhancing their maturity. Products are carried into orbit either as piggyback payloads or entire space missions – small space vehicles, CubeSats, etc. – thus preparing future missions in space itself.

The programme element ‘**Precise Formation Flying Demonstration**’ provides for implementing phases C, D, and E of the PROBA-3 mission to demonstrate technologies and methods for precise flights in formation (PFF). The intention is to implement and launch the PROBA-3 technology verification mission. However, Germany will not participate in this element for programmatic reasons.

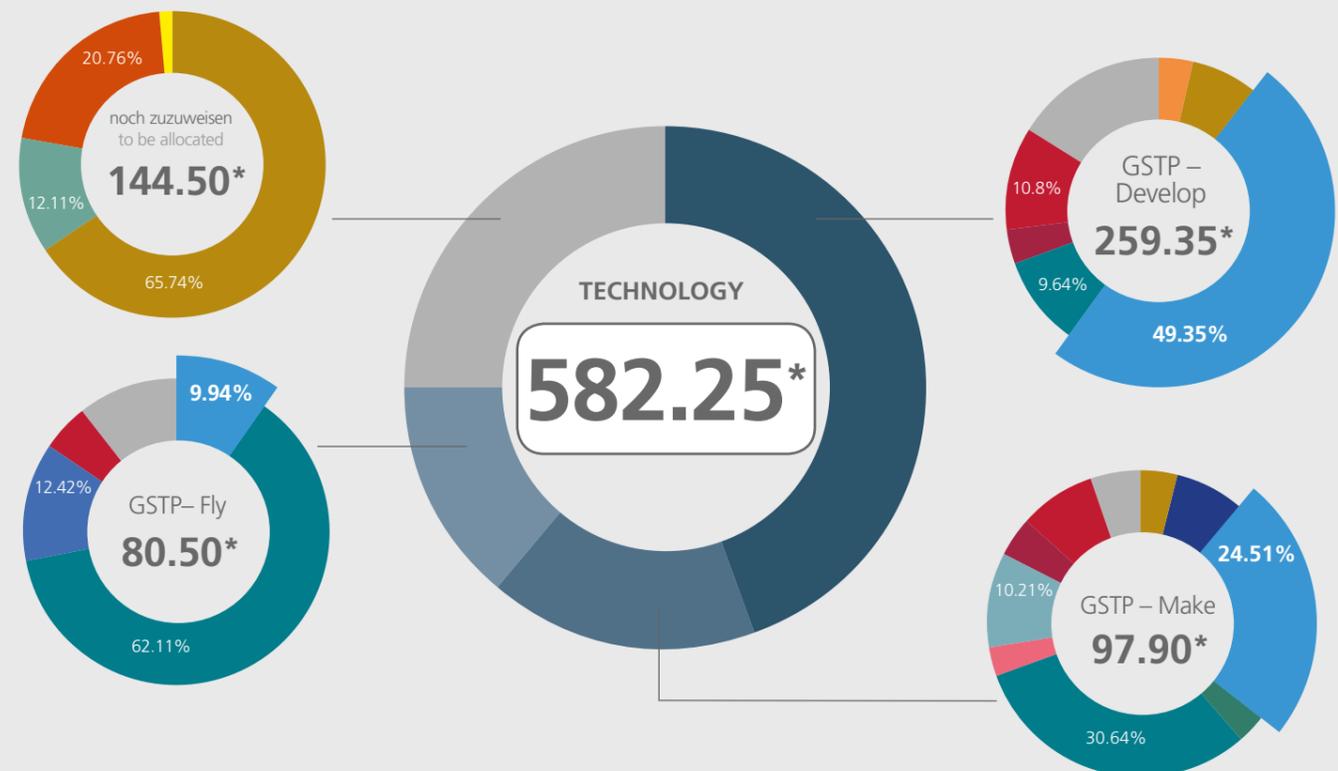
High subscriptions to safeguard Germany's influence

A total of 582.25 million euros are available to fund activities during the 2019 to 2022 phase of **GSTP**. The extra 137.25 million euros is a considerable increase. Being the biggest contributor followed by Belgium and Italy, Germany has a major say in planning the programme and can play an active part in the resulting ESA technology development activities. Germany's contribution has more than doubled since the last meeting of the Ministerial Council and currently stands at 160 million euros. It will be spent in close alignment with national programmes and other ESA funding schemes and enables especially small firms to access joint research and development projects with European partners. The intention is to give **SMEs** who have not worked in an ESA environment so far a chance to participate.

Striking affinity with Germany's industrial policy

The **GSTP** correlates closely with the strategic orientation of the German government, offering reliable support across a wide spectrum of space tech, pursuing the same goals as those outlined in the federal government's current high-tech, broad-band, sustainability, and space policies. In the field of quantum technology, moreover, it complements the 650-million-euro framework programme ‘**Quantum Technologies – from Basics to Market**’ conducted by the Federal Ministry of Education and Research. The **GSTP** enables the German industry as well as research institutions and universities to increase their competitiveness in the space sector and develop new technologies to market. Thanks to the **GSTP**, German engineers have, for example, developed **new solar power cells, electric propulsion systems, sensors, and semiconductors**, thus crucially strengthening the global industrial competitiveness of national companies.

Höher- und Neuzeichnungen der Technologie-Programme Increased and new subscriptions to the technology programmes



* Million euros/covered costs/current economic conditions/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91

VON NEUGIER ANGETRIEBEN

Europas Antwort auf die Rätsel des Universums

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

„Die Neugier ist die mächtigste Antriebskraft im Universum, weil sie die beiden größten Bremskräfte im Universum überwinden kann: die Vernunft und die Angst“, schrieb der deutsche Schriftsteller Walter Moers in seinem Fantasy-Roman „Die Stadt der träumenden Bücher“. Haben wir diese beiden „Bremskräfte“ erst einmal hinter uns gelassen, dann können ganz besondere Missionen wie des „Kometenjähgers“ Rosetta entstehen. Solche Missionen aus dem ESA-Wissenschaftsprogramm helfen uns dabei, existenzielle Fragen zu beantworten, die sich neugierige Astronomen schon seit Tausenden von Jahren mit ihrem Blick in den Himmel stellen: Wie ist unser Universum entstanden? Wie hat es sich entwickelt? Aus was besteht es? Und wie ist letztlich Leben entstanden? Dafür werden mit den Cosmic-Vision-Missionen des ESA-Wissenschaftsprogramms sowohl die Himmelskörper unseres Sonnensystems als auch weit entfernte Galaxien genau beobachtet und untersucht. Darüber hinaus ist unser Universum ein gewaltiges physikalisches Labor, in dem sich Phänomene erforschen lassen, die auf der Erde nicht vorkommen und nur experimentell zugänglich sind. Um diese Forschung zu betreiben, müssen die Missionen des ESA-Wissenschaftsprogramms mit ihren Technologieentwicklungen an die Grenze des Machbaren gehen und treiben somit auch die technische Weiterentwicklung der gesamten Raumfahrt an. Viele dieser Innovationen wurden von der deutschen Wissenschaft und Industrie vorangebracht oder stammen aus der Bundesrepublik. Zudem werden einige solcher Missionen gemeinsam mit anderen Raumfahrtnationen umgesetzt. Daher stärkt das Programm mit seinem internationalen Charakter die deutsche Rolle in der globalen Wissensgesellschaft. Mit einem Beitrag von insgesamt rund 584 Millionen Euro über fünf Jahre ist Deutschland der größte Beitragszahler in diesem zentralen Pflichtprogramm der ESA.

DRIVEN BY CURIOSITY

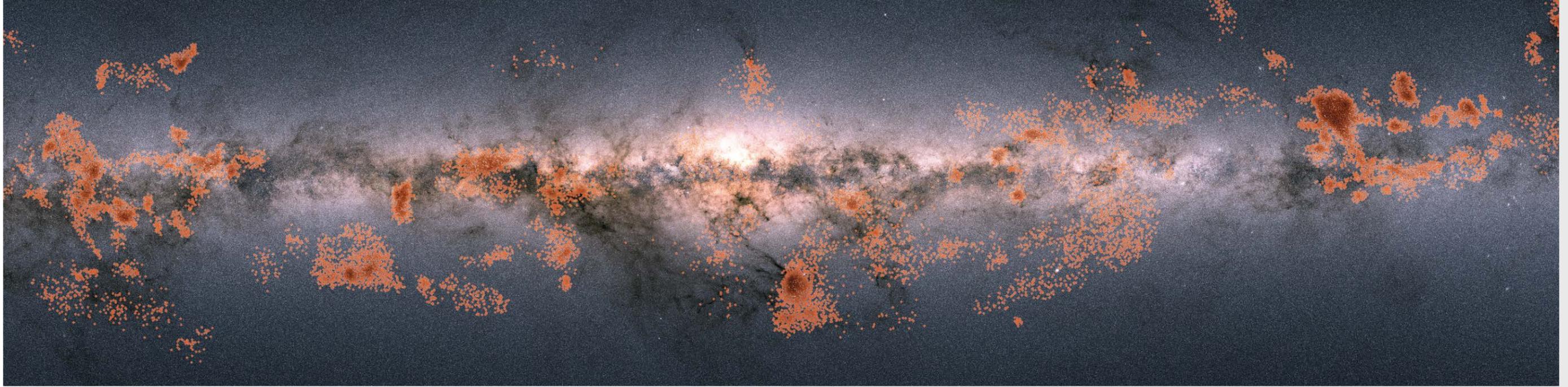
Europe's response to the mysteries of the universe

By Germany's ESA delegate Dr Eberhard Bachem and Dr Manfred Gaida, Dr Christian Gritzner, Dr Hans-Georg Grothues and Carsten Henselowsky

“Curiosity is the strongest force in the universe, because it is able to silence the two strongest braking forces in the universe: fear and reason,” German fiction writer Walter Moers declares in his fantasy novel The City of Dreaming Books. Once the two braking forces have been overcome, some very special missions become possible, such as that of the comet hunter Rosetta. It is missions of this kind, conducted under the ESA Science and Exploration Programme, that help us answer the very same fundamental science questions that curious astronomers have wondered about since time immemorial as they gazed into the night sky: how did our universe originate? How has it developed since then? What is it made of? And, ultimately, how did life come about? To address these questions, the Cosmic Vision missions conducted under ESA's science programme carefully observe and study a range of celestial bodies not only in our own Solar System but also in galaxies further afield. Moreover, the universe is like a vast physics lab, in which scientists can study phenomena that never occur on planet Earth and can only be approached experimentally. To do this kind of research, Cosmic Vision missions take us to the edges of what is technically feasible, thereby also acting as a driver of progress in space flight itself. Many of the innovations involved were moved ahead by German scientists and engineers or were entirely created in the Federal Republic. The missions are often conducted in cooperation with other spacefaring nations. The international character of the programme thus reinforces Germany's role in the global knowledge society. Germany is the largest contributor to this obligate programme, committing 584 million euros over five years.

+++ Science +++ subscribed 27/11/2019 +++ 15:00 CET +++

Das ESA-Teleskop Herschel und das NASA-Teleskop Spitzer haben die Große Magellansche Wolke gemeinsam aufgenommen. Dieses Sternensystem umkreist mit seinem kleinen Bruder als Satellit unsere Milchstraße.
Combined survey data of the Large Magellanic Cloud were obtained from ESA's Herschel Telescope and NASA's Spitzer Space Telescope. Together with its smaller brother, that star system orbits our own Milky Way like a satellite.



Das ESA-Weltraumteleskop Gaia hat mit seinen hochpräzisen Messungen die genaueste Karte unserer Galaxie und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft erstellt. Dieser umfangreichste Sternenkatalog der Menschheitsgeschichte umfasst fast 1,7 Milliarden Sterne sowie bisher nicht sichtbare Details unserer Galaxie. Für die langersehnte Veröffentlichung dieses Katalogs im April 2018 wurde der Himmel 22 Monate lang kartografiert.

Tiefer Blick ins Universum

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

- Wie entstehen Planetensysteme und unter welchen Bedingungen kann Leben entstehen?
- Welche Prozesse laufen im Sonnensystem ab?
- Welche physikalischen Gesetze gelten im Universum?
- Wie ist das Universum entstanden und woraus besteht es?

Diese Ziele werden in einer Reihe von Missionen umgesetzt, die nach ihrer wissenschaftlichen Bedeutung ausgewählt werden. Bis 2035 sollen im Rahmen des Programms eine schnell umsetzbare F-Mission, eine kleine S-Mission, fünf mittlere M-Missionen und drei große L-Missionen gestartet werden. Letztere widmen sich wissenschaftlichen Fragen, von denen man sich einen bedeutenden Erkenntnisprung verspricht. Sie sind extrem anspruchsvoll und brauchen daher große Vorlaufzeiten, um die nötige Technologie zu entwickeln. Ihr Kostenrahmen beträgt etwa zwei Jahresbudgets. M-Missionen hingegen untersuchen besondere Fragestellungen von hohem wissenschaftlichem Wert. Da die benötigte Technologie bereits weitgehend vorhanden ist, 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 diese Bündelung von Ressourcen bleibt Europa mit seinen Partnern auf Augenhöhe. Die Finanzierung hält sich an einen Rahmen (Level of Resources, LoR), der nicht überschritten werden darf. Auf der Ministerratskonferenz 2019 wurde der LoR um zehn Prozent auf 2,82 Milliarden Euro angehoben, um den Kaufkraftverlust in diesem Pflichtprogramm als Bestandteil der ESA-Konvention auszugleichen. Deutschland ist mit 20,7 Prozent größter Beitragszahler dieses Programms, was einen Beitrag von insgesamt rund 578 Millionen Euro für fünf Jahre bedeutet. Seit der ESA-Gründung bündelt das Wissenschaftsprogramm Kräfte und Fähigkeiten, um Projekte durchzuführen, die zu groß oder zu schwierig für einzelne Mitgliedsstaaten sind.

An der Finanzierung beteiligen sich die Mitgliedsstaaten gemäß ihrer Wirtschaftskraft (Bruttonationalproduktsschlüssel). Deutschland ist mit 20,7 Prozent größter Beitragszahler dieses Programms, das auf eine ausgesprochen erfolgreiche Vergangenheit zurückblicken kann. Insgesamt betreibt die ESA zurzeit zwölf Missionen. Die Kosten für den Betrieb liegen bei etwa 15 Prozent eines Jahresbudgets. Das ESA-Wissenschaftsprogramm ist eng mit den nationalen Raumfahrtprogrammen 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.

A far-sighted programme

The current long-term plan ‘Cosmic Vision 2015-2035’ of the science programme, first introduced by the 2008 Ministerial Conference at The Hague and extended until 2035 at Naples in 2012, is based on pathbreaking scientific questions:

- How do planet systems form, and under what conditions can life evolve?
- What processes take place in the Solar System?
- What are the fundamental physical laws of the universe?
- How did the universe originate, and what does it consist of?

To address these questions, several missions will be carried out which have been selected based on their scientific merit. Under the programme, one F-class mission for fast implementation, five middle-sized M missions, and three big L missions will be launched before 2035. The last-named focus on scientific questions that are hoped to produce major leaps of knowledge. They are extremely demanding, which is why their lead times for developing the requisite technologies are quite long. Their allowable expenditure amounts to about two annual budgets. M missions are designed to examine more specific questions of high scientific value. As most of the technology required is readily available, medium-sized missions may be launched more quickly, thus making the programme more flexible. Their allowable expenditure has been fixed at about one annual budget. To complement Cosmic Vision, ESA is participating in projects of international partners like NASA, JAXA, and Roscosmos. Only by pooling resources in this way can Europe remain at eye level with its partners. Funding is regulated by a framework (Level of Resources, LoR) that must not be exceeded. At the 2019 Council Meeting at Ministerial Level, the LoR was raised by ten per cent to 2.82 billion euros to balance the loss of purchasing power under this programme, which is obligatory under the ESA convention. With a budget contribution of 20.7 per cent of the total, Germany is the largest contributor to this programme, committing approx. 578 million euros over five years. Ever since ESA was founded, the programme has been pooling strengths and skills in order to implement projects that are too big or too difficult to be handled by a single member state.

Members contribute to the funding on a scale based on their economic strength (GNP matrix). At 20.7 per cent, Germany pays the biggest contribution to this programme, which may look back on a remarkably successful track record. All in all, ESA currently operates twelve missions. The operational cost of these missions ranges around 15 per cent of an annual budget. ESA’s science programme is dovetailed with the national space programmes of its member states. As a rule, it is ESA that builds the satellites and handles their launch and operation, while the member states pay for the payloads and the scientific processing of the data gathered. This makes the programme a key element in the scientific space activities of all member states. In Germany, mission data are evaluated by the same scientific institutes that also invest considerably in the development of instruments. This work sharing approach ensures a close involvement of users and thus, by extension, the scientific quality of the programme.

The most accurate map of our galaxy and its immediate neighbourhood has become available thanks to the precise measurements made by ESA’s space telescope Gaia. The most elaborate catalogue of stars ever created in the history of mankind comprises nearly 1.7 billion stars as well as various other details in our galaxy that have so far remained invisible. The long-expected star chart was published in April 2018 after 22 months of cartographic efforts.



ESA/ATG mediablab

Die Sonne im Visier

Solar Orbiter – eine ESA-Mission mit starker NASA-Beteiligung – soll am 5. Februar 2020 ihre gut dreieinhalbjährige Reise zur Sonne antreten, von wo aus die Sonde die Heliosphäre, den Sonnenwind, die Sonnenkorona sowie die inneren Prozesse unseres Zentralgestirns erforschen wird. Solar Orbiter wird mit insgesamt zehn wissenschaftlichen In-situ- und Fernerkundungsinstrumenten bestückt sein, von denen eines hauptverantwortlich aus Deutschland beigestellt wird. Darüber hinaus sind deutsche Universitäten und Forschungsinstitute an weiteren fünf Instrumenten beteiligt.

Tiefer Blick ins uralte Universum

James Webb Space Telescope (JWST) ist ein Gemeinschaftsprojekt der Weltraumagenturen NASA, ESA und CSA, das 2021 auf einer Ariane 5 gestartet werden soll. Als wissenschaftlicher Nachfolger des Hubble-Teleskops soll es dessen Leistungen weit übertreffen. Im Gegensatz zu seinem Vorgänger, der im sichtbaren, nahen ultravioletten und nahen infraroten Spektrum arbeitet, soll JWST fast ausschließlich Infrarotastronomie betreiben. So wird JWST nach Licht von den ersten Sternen und Galaxien nach dem Urknall suchen, die Struktur und Entwicklung von Galaxien erforschen und dadurch das Verständnis der Struktur von Sternen und Planetensystemen erweitern. Aussichtsreiche Planetensysteme soll das Teleskop nach ihrer Eignung für Leben untersuchen. Eines von insgesamt vier Instrumenten, das NIRSpec (Near Infrared Spectrograph), wurde von Airbus in Ottobrunn und Friedrichshafen entwickelt und gebaut. Ein weiteres, das Mid Infrared Instrument (MIRI), wurde zur Hälfte von einem Konsortium europäischer Wissenschaftler gebaut. Das „Superauge“ wird fast bis zum Urknall zurück in die Entstehungsgeschichte unseres Universums blicken. Außerdem sind zahlreiche deutsche Forschungseinrichtungen wie das Max-Planck-Institut für Astronomie an JWST beteiligt.



Corvaja/ESA

Klein, aber fein

CHEOPS (CHAracterising ExOPlanets Satellite) ist die erste Kleinmission im ESA-Wissenschaftsprogramm. Viele kleinere Mitgliedsstaaten hatten sich ein Programm-Element gewünscht, bei dem auch sie eine sichtbarere Rolle einnehmen können. Dieses Programmelement soll zu den sogenannten Schnellen Missionen (Fast Missions) weiterentwickelt werden. Das Weltraumteleskop CHEOPS soll nach seinem Start am 18. Dezember 2019 Exoplaneten in der näheren Umgebung der Erde untersuchen und charakterisieren. Es wird dafür etwa 500 Sterne mit bereits bekannten Planetensystemen aus einer Erdumlaufbahn beobachten. Hauptpartner ist die Schweiz. Weitere Beiträge kommen aus zehn anderen Ländern. In Deutschland sind Airbus, das DLR und ZARM an CHEOPS beteiligt.

Taking aim at the Sun

Solar Orbiter – an ESA mission with major input from NASA – is scheduled to set out on February 5, 2020 on a journey of somewhat more than three years to the Sun, where it will explore the solar wind, the heliosphere, the solar corona, and the internal processes of our central luminary. Solar Orbiter will be equipped with a total of ten scientific in-situ and remote-sensing instruments, one of which will be provided mainly by Germany. Beyond that, German universities and research institutes will have a share in five other instruments.

Deep insight into the ancient universe

The **James Webb Space Telescope (JWST)** is a joint project of the NASA, ESA, and CSA space agencies and will be launched on an Ariane 5 in 2021. The scientific successor of the Hubble telescope will, it is hoped, out-perform the latter by a wide margin. Unlike its predecessor, which works in the visible, near-infrared, and near-ultraviolet spectra, JWST will work almost exclusively in the infrared spectrum. It will search for light emitted by the first stars and galaxies after the Big Bang, explore the structure and development of galaxies, and thus improve our understanding of the structure of stars and planetary systems. Certain promising planetary systems will be checked by the telescope for habitability. One of four instruments, the NIRSpec (Near Infrared Spectrograph), was developed and built by Airbus at Ottobrunn and Friedrichshafen. Another, called the Mid Infrared Instrument (MIRI), was half built by a consortium of European scientists. This 'super-eye' will investigate the evolutionary history of our universe almost as far back as the Big Bang. In addition, many more German research institutions, including the Max Planck Institute for Astronomy, are involved in JWST.

Die „dunkle Seite“ des Universums erforschen

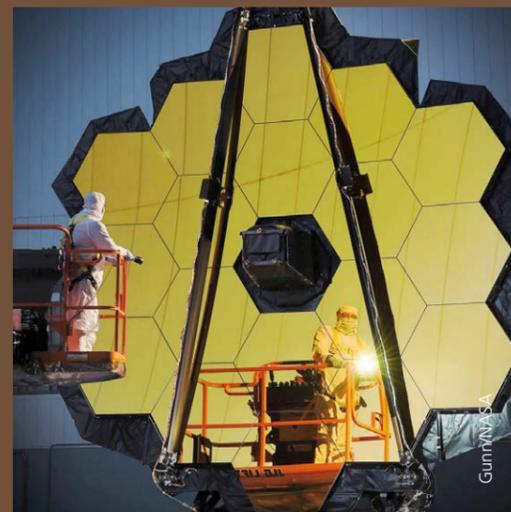
Die Mission **Euclid** soll ab dem Jahr 2022 sieben Jahre lang die „dunkle Seite“ des Universums erforschen: Was ist „Dunkle Materie“ und was kann man sich unter „Dunkler Energie“ tatsächlich vorstellen? Antworten auf diese Fragen sind eng mit unseren Vorstellungen über die Entstehung, Entwicklung und Zusammensetzung des Universums verbunden. Euclid soll dafür eine Durchmusterung von Galaxien bis hin zu Entfernungen von zehn Milliarden Lichtjahren vornehmen. 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.

Small but impressive

CHEOPS (CHAracterising ExOPlanets Satellite) is the first small mission in ESA's science programme. Several minor member states had expressed a wish for a programme element in which they, too, could play a more visible part. This part of the programme is to be developed into a so-called Fast Missions element. After its launch at December 18, 2019, the CHEOPS space telescope will examine and characterise exoplanets relatively close to Earth. From its orbit around Earth, it will observe about 500 stars that are known to have planetary systems. The chief partner state is Switzerland, with further contributions coming from ten other countries. In Germany, Airbus, DLR and ZARM will participate in CHEOPS.



ESA/ATG mediablab



Gunn/NSA

Exploring the 'dark side' of the universe

The **Euclid** mission will be examining the 'dark side' of the universe for seven years starting in 2022. What is 'dark matter', and how can we visually imagine 'dark energy'? The answers to these questions are closely linked to our ideas about the origin, history and composition of the universe. To provide more evidence, Euclid will scan galaxies that are up to ten billion light years away. The German partners of the mission include the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching, the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg, the observatory of Munich University, and the Rheinische Friedrich Wilhelms University of Bonn.

Europa auf dem Weg zum Jupiter

JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) wird nach seinem Start im Juni 2022 siebeneinhalb Jahre lang zum größten Planeten unseres Sonnensystems reisen und dort dreieinhalb Jahre lang seine Atmosphäre, sein Ringsystem und Magnetfeld untersuchen. Außerdem wird die Sonde seine drei Eismonde Ganymed, Kallisto und Europa erkunden, von denen angenommen wird, dass sie unter ihrem geschlossenen Eispanzer riesige Ozeane beherbergen. Deutschland ist an sechs von insgesamt elf Instrumenten beteiligt, davon zwei unter deutscher Leitung. So wird der Laser Altimeter GALA, mit dem die gesamte Topografie des Mondes Ganymed mit einer Höhengenaugigkeit von 15 Zentimetern vermessen werden soll, federführend von Wissenschaftlern am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin entwickelt. Hier ist man auch an dem Kamerasystem JANUS beteiligt, das die Oberfläche der Eismonde des Jupiter kartieren wird. Das Spektrometer SWI liegt in der Hauptverantwortung des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung (MPS) in Göttingen und soll die Galileischen Monde sowie Chemie, Meteorologie und Struktur der mittleren Jupiter-Atmosphäre untersuchen. Außerdem sind die Technische Universität Braunschweig am Magnetometer JMAG, die Technische Universität Dresden am Radarinstrument RIME und das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen am Partikel- und Plasmasensor PEP beteiligt.

Europe on the way to Jupiter

After its launch in June 2022, **JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)** will be travelling for seven and a half years to the biggest planet in our Solar System, remaining there for three years and a half to study its atmosphere, its ring system, and its magnetic field. Moreover, the probe will examine its three icy moons, Ganymede, Callisto, and Europa, which are assumed to hide enormous oceans under their armour of ice. Germany has a share in six of its eleven instruments, two of which are under the lead of German scientists. One of these, the GALA laser altimeter, which is expected to survey the entire topography of the moon Ganymede with an elevation accuracy of 15 centimetres, was developed under the leadership of scientists from the DLR Institute of Planetary Research in Berlin. The same institute plays a part in the JANUS camera system which will map the surfaces of Jupiter's icy moons. The Max Planck Institute for Solar System Research (MPS) of Goettingen is chiefly responsible for the SWI spectrometer which is supposed to investigate the Galilean moons as well as the chemistry, meteorology, and structure of the middle layer of the Jovian atmosphere. In addition, Braunschweig Technical University has a share in the JMAG magnetometer, Dresden Technical University has contributed to the RIME radar instrument, and the Max Planck Institute for Solar System Research in Goettingen is working on the PEP particle and plasma sensor.



spacecraft: ESA/ATG mediablab; Jupiter: NASA/ESA/J. Nichols (University of Leicester); Ganymede: NASA/JPL; Io: NASA/JPL/University of Arizona; Callisto and Europa: NASA/JPL/DLR



OHB

Auf der Suche nach neuen Exoplaneten

Die Mission **PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars)** soll ab dem Jahr 2026 große Teile des Himmels nach Exoplaneten um helle Sterne der Sonnenumgebung durchsuchen und ihre wesentlichen physikalischen Eigenschaften bestimmen. Dabei wollen die Forscher auch erdähnliche Planeten in den lebensfähigeren Zonen sonnenähnlicher Sterne finden. Die wissenschaftliche Führung liegt beim DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin, das auch Beiträge zur Nutzlast der Mission leistet. Hierbei spielt die deutsche Raumfahrtindustrie, insbesondere OHB, die von der ESA den Hauptauftrag zur Umsetzung der Mission bekommen hat, eine Rolle. Das Datenzentrum für die Mission wird unter deutscher Führung und mit wesentlicher Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung in Göttingen aufgebaut. Die Finanzierung des deutschen Anteils an PLATO wird gemeinsam durch Zuwendungen aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Grundfinanzierung des DLR sowie der Max-Planck-Gesellschaft getragen.

On the lookout for further exoplanets

From 2026 onwards, the **PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of stars)** will scan large parts of the firmament for exoplanets orbiting bright stars in the vicinity of the Sun and determine their essential physical properties. At the same time, researchers hope to detect Earth-like planets in the habitable zones of Sun-like stars. The scientific lead is with the DLR Institute of Planetary Research in Berlin, which will also contribute to the mission's payload. The German space industry will play a part, particularly OHB, to whom ESA has awarded the principal contract for implementing the mission. The mission's data centre will be set up under German leadership, with the Max Planck Institute for Solar System Research in Göttingen playing a key part. Germany's share in PLATO will be financially supported jointly by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) and basic funding from DLR and the Max Planck Society.

Der Natur von Exoplaneten auf der Spur

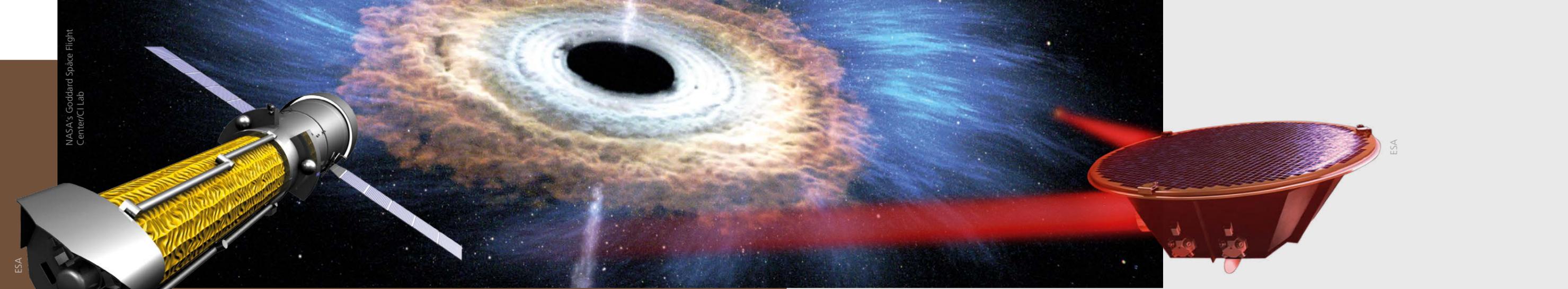
Das Weltraumteleskop **ARIEL (Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey)** wird nach seinem gemeinsamen Start mit der Kometensonde Comet Interceptor im Jahr 2028 auf einer Ariane 6/2 mit Hilfe der Transitmethode die Atmosphären von etwa 1.000 Exoplaneten untersuchen. Mit einem Infrarot-Spektrometer soll ihre chemische Zusammensetzung und Struktur untersucht und so Informationen über eine Vielzahl hauptsächlich heißer Exoplaneten gewonnen werden. ARIEL findet ohne deutsche Beteiligung statt.

Learning about the nature of exoplanets

Following its launch together with the Comet Interceptor probe on an Ariane 6/2 in 2028, the space telescope **ARIEL (Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey)** will use the transit method to study the atmospheres of about 1,000 exoplanets. An infrared spectrometer will serve to investigate their chemical composition and structure and help us learn more about a multitude of mainly hot exoplanets. Germany will not be involved in ARIEL.



ESA



Blick ins energiereiche Universum

Das Röntgenteleskop **ATHENA (Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics)** wird nach seinem Start im Jahr 2028 detaillierte Daten über das heiße, energiereiche Universum und das Wachstum Schwarzer Löcher liefern und damit Antworten auf die dringendsten wissenschaftlichen Fragen finden: Wie bildeten sich die großräumigen Strukturen im Universum? Wie sind Schwarze Löcher gewachsen und wie prägten sie das Universum? ATHENA zeichnet sich durch die Kombination von orts aufgelöster Röntgenspektroskopie mit tiefen, großflächigen Röntgenaufnahmen aus und soll dabei die Leistung vorhandener Röntgen-Observatorien übertreffen. Das Teleskop konzentriert die Röntgenphotonen auf eines von zwei Instrumenten, die über eine bewegliche Instrumentenplattform in den Teleskopfokus gebracht werden können. Das erste, die X-ray Integral Field Unit, bietet orts aufgelöste hochauflösende Spektroskopie. Das zweite, der Wide Field Imager, ist ein Detektor auf Siliziumbasis mit aktiver Sensortechnologie, die am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching entwickelt wird. Zu dem Astrophysikerteam unter MPE-Führung gehören auch Wissenschaftler der Universitäten in Bonn, Erlangen-Nürnberg und Tübingen.

A look into the high-energy universe

After its launch in 2028, the X-ray telescope **ATHENA (Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics)** will deliver detailed data about the hot, energy-rich universe and the growth of black holes, thus providing answers to most urgent scientific questions: how did the large structures in the universe come about? How did black holes grow, and how did they shape the universe? What makes ATHENA unique is that it combines spatially resolved X-ray spectroscopy with deep extensive X-ray imaging and is expected to out-perform existing X-ray observatories. The telescope concentrates X-ray photons on one of two instruments which can be placed into the telescope's focus by a movable instrument platform. The first one, called the X-ray Integral Field Unit, delivers spatially resolved, high-resolution spectroscopy. The second, the Wide Field Imager, is a silicon-based detector featuring an active sensor developed at the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) in Garching. The MPE-led team of astrophysicists also includes scientists from the universities of Bonn, Erlangen-Nuremberg and Tuebingen.

Kometenjäger Teil 2

Die dreiteilige Raumsonde **Comet Interceptor** soll nach ihrem Start im Jahr 2028 erstmals einen neuen Kometen oder ein interstellares Objekt beobachten, die sich zuvor noch nie der Sonne genähert haben. Interstellare Objekte wurden bislang noch gar nicht erkundet. Bis zum Comet-Interceptor-Programmstart war mit 1I/Oumuamua nur ein einziges identifiziert worden. Durch die Mission versprechen sich Wissenschaftler einmalige Erkenntnisse zu der vom Objekt ausgehenden Strahlung, zum Kern, zur Zusammensetzung der Koma, zu Staub und Magnetosphäre, zur Wasserstoffgaswolke, zum Plasma und zu den abgegebenen Gasen.

Auf das Universum hören

Nach der erfolgreichen Testmission LISA Pathfinder planen ESA und NASA im Jahr 2034, gemeinsam das Gravitationswellen-Observatorium **LISA (Laser Interferometer Space Antenna)** zu starten. Drei Satelliten spannen ein riesiges Laser-Dreieck im All mit einer Seitenlänge von 2,5 Millionen Kilometern auf, das hinter der Erde herfliegen soll. Dabei kommt es darauf an, die Abstände zu Referenzpunkten auf dem Satelliten auf Pikometer genau zu vermessen, um die geringen „Schwingsungsnderungen“ der Raumzeit, die durch Gravitationswellen hervorgerufen werden, überhaupt „hören“ zu können. Mit Hilfe dieser Wellen können Wissenschaftler immer weiter in die Geschichte des Universums zurückblicken. LISA wird dabei um ein Vielfaches empfindlicher als die erdgebundenen Detektoren des LIGO-Programms sein und kann Gravitationswellen mit niedrigeren Frequenzen und völlig andere Quellen aufspüren – unter anderem Weie Zwerge und sehr massereiche Schwarze Löcher. LISA genießt dabei deutsche Priorität im Wissenschaftsprogramm. Unter Airbus-Leitung in Friedrichshafen waren an der Entwicklung des LISA Technology Package (LTP) für die Pathfinder-Testmission weitere Firmen aus Deutschland entscheidend beteiligt. So hat zum Beispiel Tesat aus Backnang den Laser für das LISA Pathfinder Technology Package (LTP) gebaut. Bei Airbus in Friedrichshafen wurde auch das Kernstück der Nutzlast – das LTP Core Assembly – gebaut, getestet und danach bei der Firma IABG in Ottobrunn bei München getestet. Das Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik/Albert-Einstein-Institut (AEI) in Hannover hatte ebenfalls einen großen Anteil an LISA-Pathfinder und wurde von der Max-Planck-Gesellschaft sowie dem DLR Raumfahrtmanagement finanziert. Außerdem waren Forscher vom AEI maßgeblich an der Entdeckung der Gravitationswellen durch LIGO mit beteiligt.

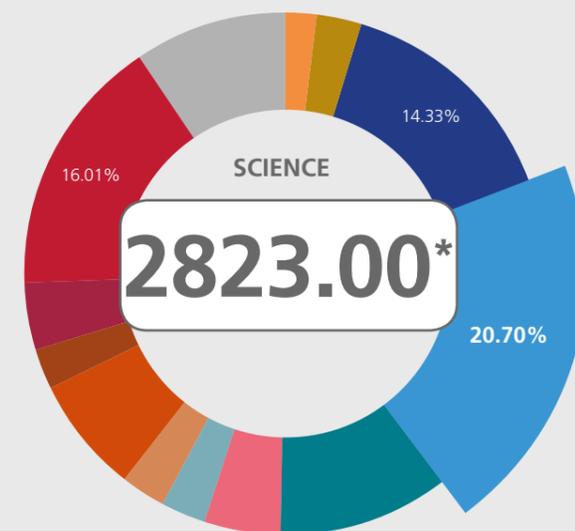
Comet chaser part 2

Comet Interceptor will consist of three spacecraft and will, after its launch in 2028, be the first one to study a new comet or interstellar object that has never approached the Sun before. So far, interstellar objects have not been studied at all. Before the start of the comet interceptor programme, 1I/Oumuamua had been the only object of its kind to be identified at all. Scientists hope that the mission will yield unique insights into the radiation emanating from the object, its core, the composition of its coma, dust, and magnetosphere, its cloud of hydrogen gas, its plasma, and the gases emitted.

Listening to the universe

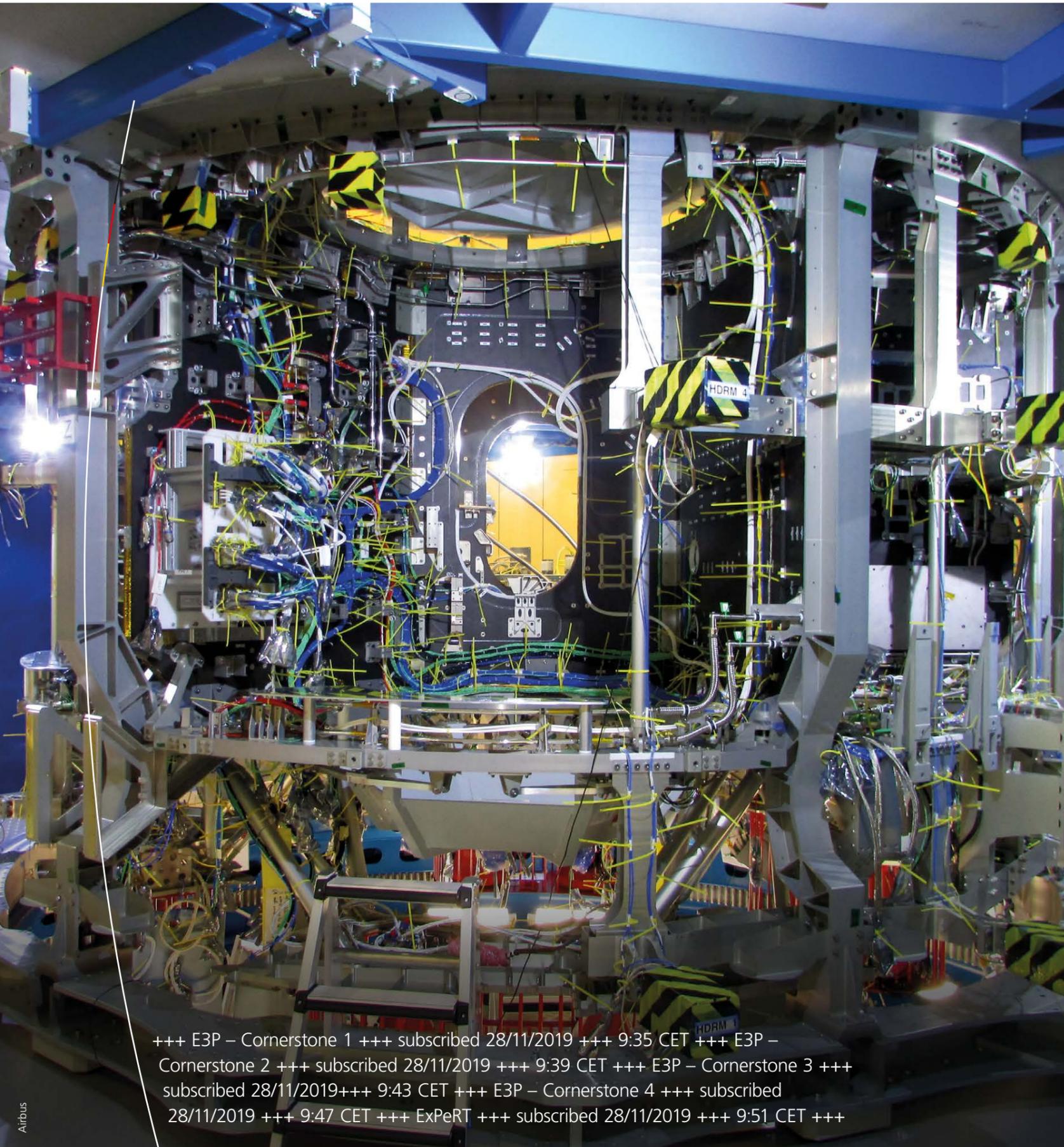
After the successful LISA Pathfinder test mission, ESA and NASA together are planning to launch the gravitational wave observatory **LISA (Laser Interferometer Space Antenna)** in 2034. A gigantic laser triangle with sides measuring 2.5 million kilometres will be spread between three satellites and follow the Earth on its orbit around the Sun. The difficult bit is to measure the distances between reference points on the satellites with picometer precision so that any faint ripples in the spacetime vibration pattern that are caused by gravitational waves can be 'heard'. With the aid of these waves, scientists will be able to look deeper and deeper into the history of the universe. Since LISA will be many times more sensitive than the ground-based detectors of the LIGO programme, it will be able to detect gravitational waves of very low frequencies and from a whole range of different sources, including white dwarves and extremely massive black holes. LISA enjoys priority in the German science programme. Led by Airbus of Friedrichshafen, additional German companies played a crucial part in the development of the LISA Technology Package (LTP) for the Pathfinder test mission. Thus, for example, Tesat of Backnang built the laser for the LISA Pathfinder Technology Package (LTP). Airbus of Friedrichshafen built and tested the core element of the payload, the LTP Core Assembly, which was afterwards tested by IABG of Ottobrunn near Munich. Similarly, the Max Planck Institute for Gravitational Physics/Albert Einstein Institute (AEI) based in Hannover contributed a great deal to the LISA Pathfinder with funding from the Max Planck Society and the DLR Space Administration. AEI researchers also played an important part in the detection of gravitational waves by LIGO.

Zeichnungen des Wissenschaftsprogramms Subscriptions to 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 91 ffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91



EIN NEUER AUFBRUCH

Europas Antwort auf den Start in ein neues Explorationszeitalter

Von den deutschen ESA-Delegierten und Beratern Dr. Oliver Angerer, Dr. Markus Braun, Freya Scheffler-Kayser, Dr. Jürgen Schlutz, Volker Schmid und Johannes Weppler

Die internationale Exploration hat Fahrt aufgenommen. Fast könnte man meinen, ein neuer Wettlauf sei entbrannt – allerdings mit breitem Starterfeld und auch kommerziell getriebenen Zielen. 50 Jahre nach der ersten Mondlandung konzentriert sich die Aufmerksamkeit erneut auf diesen „alten Bekannten“. Viele Raumfahrtagenturen und einflussreiche Konzerne haben Mondaktivitäten aufgelegt, auch um dort langfristig zu bleiben. Die USA geben hier mit ARTEMIS die Richtung vor: über den Mond zum Mars. Europa schlägt in seinem European Exploration Envelope Programme (E3P) eine ähnlichen Weg ein. Mit dem in Bremen gebauten European Service Module (ESM) als Teil der Orion-Raumkapsel unterstützt Europa die USA im ARTEMIS-Programm auf einem kritischen Pfad zum Mond. Gleichzeitig setzt Europa aber auch auf Kontinuität bei der Internationalen Raumstation ISS und der dortigen Forschung. Denn diese Wissenschaft im niedrigen Erdbit legt Grundlagen in Forschung und Technologie, sowohl für die Erde als auch für ferne Ziele. Deutsche Wissenschaftler haben auf der ISS und bei der Mond- und Marsforschung bewiesen, dass sie zu den Besten in der Welt gehören. Das entsprechende SciSpacE-Programmelement wird künftig von der ISS auf die Mond- und Mars-Forschung ausgedehnt. Die deutsche Industrie ist mit ihrer Rolle als Hauptauftragnehmer bei der ISS und bei ESM solide aufgestellt, um Europa zum Mond und darüber hinaus zu bringen. In der robotischen Monderkundung setzt Deutschland zusätzlich einen besonderen Schwerpunkt. In ExPeRT bereiten wir die Studien und Technologien vor, um künftige „Reiseziele“ zu erforschen. Für die deutschen KMU wird eigenes Geld vorgesehen, um ihnen die Möglichkeit zu geben, mit Technologien am Gateway – also in der Mondumlaufbahn – und in der Exploration allgemein vertreten zu sein. Mit insgesamt 553 Millionen Euro und einem Anteil von 28 Prozent hat Deutschland bei Space19+ Europas Rolle in der astronautischen Raumfahrt und in Richtung Mond und Mars eindrucksvoll gestärkt.

A FRESH START

Europe's response to the new age of exploration

By German ESA delegates and consultants Dr Oliver Angerer, Dr Markus Braun, Freya Scheffler-Kayser, Dr Jürgen Schlutz, Volker Schmid, and Johannes Weppler

International exploration has picked up speed. One might almost think we were on the brink of a new space race, although this time with a broader field of contestants, and with more commercially motivated objectives. 50 years after the first Moon landing, attention is once again focusing on our old friend. Many space agencies and influential corporations have begun with their own Moon-related activities, with a view to staying there for extended periods. The USA is leading the way with ARTEMIS: to Mars via the Moon. Europe is going in a similar direction with its European Exploration Envelope Programme (E3P). With the European Service Module (EDM) which is built in Bremen and will be part of the Orion spacecraft, it is, in fact, Europe that will bring the Americans back to the Moon under the ARTEMIS programme. At the same time, however, Europe is betting on continuity. Science activities on the International Space Station in a near-Earth orbit continue to deliver important cornerstones in research and technology, for the greater good of people on Earth as well as for journeys to more distant destinations. Working on the ISS as well as in Lunar and Martian research, German scientists have proven that they rank with the best in the world. SciSpacE, the relevant programme element, will be expanded in the future to cover not only the ISS but the Moon and Mars as well. With the part it plays as prime contractor in numerous ISS and ESM projects, Germany's industry is optimally positioned to lead Europe to the Moon and beyond. In addition, Germany is putting a big focus on robotic Moon exploration. Under ExPeRT, we are preparing studies and technologies for the investigation of future 'travel destinations'. For the German SMEs, money is being set apart to enable them to participate in the lunar-orbit Gateway and in exploration in general. By providing a total of 553 million euros, a share of 28 per cent, Germany has impressively strengthened the part played by Europe in human space flight and in missions aiming for the Moon and Mars.

+++ E3P – Cornerstone 1 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:35 CET +++ E3P – Cornerstone 2 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:39 CET +++ E3P – Cornerstone 3 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:43 CET +++ E3P – Cornerstone 4 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:47 CET +++ ExPeRT +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:51 CET +++

Mit deutscher Technologie zum Mond: Die USA setzen bei ihren Orion-Raumkapseln im ARTEMIS-Programm auf die European Service Modules (ESMs), die bei Airbus in Bremen gefertigt werden. (Im Bild: ESM-2)

German technology will take mankind to the moon: with the Orion space ship in the ARTEMIS programme, the US places trust in the European Service Modules (ESMs) which are constructed by Airbus in Bremen. (picture: ESM-2)

ISS – Kontinuität im Wandel

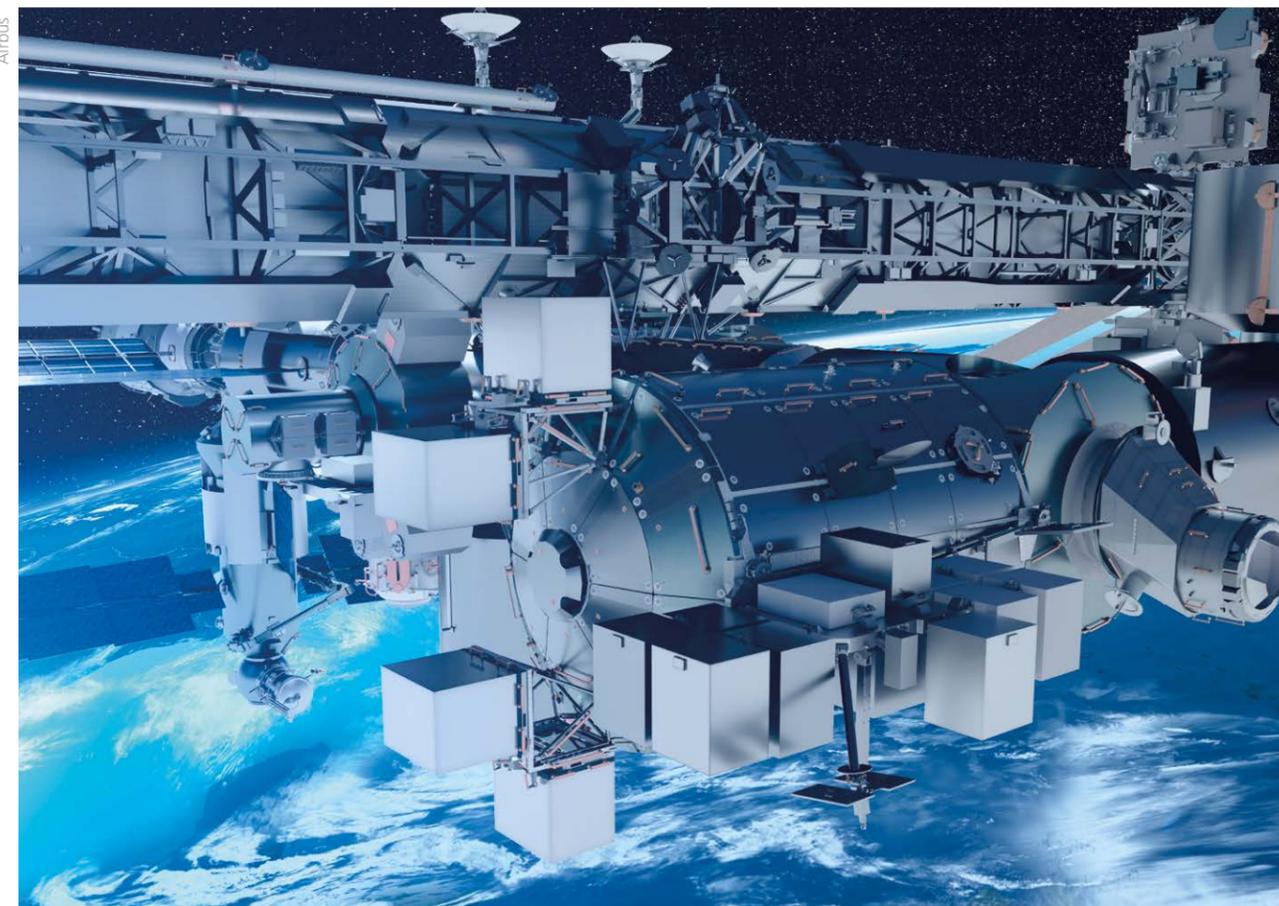
Die **Internationale Raumstation ISS** ist unsere „sichere Bank“ für vielseitige Forschung unter Weltraumbedingungen. Der **ISS** kommen aber auch zwei wichtige Rollen in Bezug auf den aktuellen Wandel und den neuen Aufbruch in der Exploration zu: Einerseits soll sie kommerzielle Betriebsansätze und Dienste ermöglichen, um die vorhandene Infrastruktur einer breiteren Nutzerbasis verfügbar zu machen und um den Raumfahrtagenturen mehr Spielraum für ihre neuen Ziele zu geben. Der Weg hierzu muss geebnet werden und auch deutsche Firmen wie Airbus (Projekt **Bartolomeo**) haben ihr Interesse bereits angemeldet. Andererseits soll die Nutzung auch Aspekte der Exploration aufgreifen und so die Reise zu „anderen Welten“ möglich machen. Im **E3P**-Programmelement **SciSpaceE** stehen europäischen Wissenschaftlern 180 Millionen Euro zur Verfügung, um neben der Grundlagenforschung auch in begrenztem Umfang die wissenschaftlichen Aktivitäten am **Gateway** vorzubereiten. Die Chancen stehen gut, dass hiervon vor allem deutsche Einrichtungen profitieren werden. Denn allein während der horizons-Mission des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst im Jahr 2018 liefen von den 371 Experimenten 40 mit deutscher Beteiligung ab. Bis Ende 2019 wurden insgesamt 384 ESA-Experimente von 1.402 Wissenschaftlern abgeschlossen, wovon 105 (27,3 Prozent) unter Führung von 255 deutschen Wissenschaftlern (18,2 Prozent) standen. Seit Beginn der ISS-Forschung waren 8.422 Forscher an ISS-Experimenten beteiligt – 2.036 (24,2 Prozent) davon aus Deutschland. Ob Humanphysiologie, Biologie, Medizin, Physik, Materialwissenschaft oder Technologie – Deutschland ist in der Breite der Spitzenforschung unter Weltraumbedingungen bestens aufgestellt, weil sie bislang durch ein sehr gutes Nationales Raumfahrtprogramm angeschoben und flankiert wurde. Dieses Fundament für die deutschen Experimente im Nationalen Programm soll im neuen Explorationszeitalter weiter ausgebaut werden. Hinzu kommt noch eine sehr große Expertise deutscher Planetenforscher, die vor allem am DLR-Standort Adlershof und bei Max-Planck-Instituten arbeiten.

Die Internationale Raumstation ISS soll kommerzieller werden: Mit der Bartolomeo-Plattform von Airbus wird bald eine Anlage außen am europäischen Columbus-Modul zur Verfügung stehen, bei der Forschungsmöglichkeiten eingekauft werden können.

The International Space Station should turn to business: the Bartolomeo platform of Airbus on the outer shell of the European Columbus module will enable research teams to purchase research opportunities.

Deutschlands neuer ESA-Astronaut startet zur ISS

Bisher lebten und arbeiteten mit Thomas Reiter, Hans Schlegel und Alexander Gerst drei deutsche Astronauten an Bord der ISS. Mit Matthias Maurer wird ein vierter in diesen Kreis vorstoben. Wenn alles nach Plan läuft, dann werden Matthias Maurer und der französische Astronaut Thomas Pesquet als deutsch-französisches Tandem voraussichtlich ab Ende des Jahres 2021 oder Anfang 2022 auf der ISS zusammen leben und arbeiten.



Airbus



Philippe Sebiro/EESA

ISS – continuity in transformation

The **International Space Station ISS** is our firm basis for a wide range of experiments under space conditions. However, as far as responding to change and setting out for new shores is concerned, the **ISS** has two more important parts to play: on the one hand, it is supposed to enable commercial operations and services in order to make the existing infrastructure available to a broader group of users and allow space agencies to redirect their focus onto new objectives. This road must be prepared now. Commercial players including some German companies like Airbus (the **Bartolomeo** project) already have registered their interest. On the other hand, the utilisation of the ISS is to cover certain aspects of exploration as well, in preparation of future journeys to more distant worlds. 180 million euros are made available to European scientists under the **E3P** programme element **SciSpaceE**, to be spent on fundamental research as well as, in part, for preparing the scientific activities of the **Gateway**. Chances are that German institutions will be the main beneficiaries. For during the horizons mission of the German ESA astronaut Alexander Gerst in 2018, no fewer than 40 of the total of 371 experiments had been prepared with German participation. By the end of 2019, a total of 384 ESA experiments had been completed by 1,402 scientists, of which 105 (27.3 per cent) were led by 255 German scientists (18.2 per cent). Since research began on the ISS, 8,422 researchers have been participating in ISS experiments, 2,036 (24.2 per cent) of them from Germany. Whether we look at human physiology, biology, medicine, physics, materials science, or technology – Germany is very well set up across the entire breadth of research under space conditions because the scientific activities were initiated and accompanied by an excellent national space programme. This groundwork for German experiments laid in the national space programme is to be consolidated further in the new age of exploration. In addition, there is the great expertise of Germany's planetary research community, most of whom work at DLR Adlershof as well as at various Max Planck institutes.

Germany's new ESA astronaut about to take off for the ISS

So far, three German astronauts have been living and working on board the ISS, namely Thomas Reiter, Hans Schlegel, and Alexander Gerst. Now, Matthias Maurer will be the fourth to join the group. If everything goes according to plan, Matthias Maurer and the French astronaut Thomas Pesquet will probably spend a while together on board the ISS as a Franco-German team, starting from the end of 2021 or the beginning of 2022.

Anlässlich des International Astronautical Congress (IAC) 2018 in Bremen sprach Alexander Gerst an Bord der ISS mit seinem Astronauten-Kollegen Matthias Maurer auf der Erde. Von links: Maggie Aderin-Pocock, Wissenschaftsreporterin bei der BBC, Jan Wörmer, ESA-Generaldirektor mit jungen Raumfahrtenthusiasten, Matthias Maurer, Pascale Ehrenfreund, DLR-Vorstandsvorsitzende, Thomas Jarzombek, Koordinator für Luft- und Raumfahrt, und Jim Bridenstine, NASA-Administrator.

During the International Astronautical Congress (IAC) 2018 in Bremen, Alexander Gerst onboard the International Space Station talked to Matthias Maurer on Earth. Left to right: Maggie Aderin-Pocock, Space Scientist BBC, Jan Wörmer, ESA Director General with young space enthusiasts, Matthias Maurer, ESA astronaut, Pascale Ehrenfreund, Chair of the German Aerospace Center (DLR) Executive Board, Thomas Jarzombek, Federal Government Coordinator German Aerospace Policy, and Jim Bridenstine, NASA Administrator.

Forschung im Weltraum für künftige Missionen

Wenn Matthias Maurer seine erste Mission zur ISS antritt, braucht der Saarländer ein gut geschnürtes und ausgewogenes Wissenschaftspaket. In Deutschland gibt es im Rahmen von **SciSpaceE** und aus dem nationalen deutschen Raumfahrtprogramm viele interessante Experimente, die schon auf einen ISS-Einsatz warten. Maurer sind insbesondere Experimente wichtig, die nachhaltige Ergebnisse für unser Leben auf der Erde und eine weitere Erkundung des Weltraums versprechen. Wegen seines gemeinsamen Aufenthalts mit Thomas Pesquet sollten möglichst auch französische Forscher eingebunden sein. Ein besonders vielversprechendes Experiment ist hier **AtmoFlow**, das als nationale Beistellung zu **SciSpaceE** die komplexen und sehr dynamischen Vorgänge in unserer Atmosphäre untersuchen soll. Wissenschaftler aus Cottbus wollen gemeinsam mit ihren französischen Kollegen herausfinden, welchen Langzeiteinfluss die steigende globale Temperatur auf unsere Atmosphäre hat und diese Dynamik in 3D-Modellen darstellen. Damit setzen sie die sehr erfolgreichen Cottbusser GeoFlow-Experimente fort. Doch **AtmoFlow (1)** ist nicht das einzige Experiment, das deutsche Wissenschaftler im Bereich Physik und Materialwissenschaften im Programm haben. Mit **PK-4** werden komplexe dreidimensionale Plasmen in Schwerelosigkeit untersucht, um Grundlagenwissen zu schaffen. Für Reisen zu Mond und Mars ist auch die kryogene Betankung im Orbit wichtig, die im deutsch-amerikanischen Experiment **ZBOT-FT** erforscht werden soll. Mit dem **Cold Atoms Lab (CAL)** der NASA können zum ersten Mal auf der ISS ultrakalte Quantengase wie zum Beispiel Bose-Einstein-Kondensate (BEC) untersucht werden, um Quantenobjekten auf den Grund zu gehen. Mit dem **Elektromagnetischen Levitator (EML)** können temperaturabhängige Schmelzeigenschaften ermittelt werden.

Auch additive Fertigungsprozesse – Stichwort **3D-Druck** und **Bio-Printing** – stehen auf der Forschungsagenda. Hier forscht man unter anderem auch daran, biologische Konstrukte herzustellen. Photobioreaktoren sollen Mikroalgen produzieren, die dann direkt zum Druck von Gewebe oder in der Wirkstoffpro-

duktion eingesetzt werden können. Eine solche Anlage könnte Mitte der 2020er-Jahre auch auf der ISS zum Einsatz kommen. Früher – und damit auch während der geplanten Mission von Matthias Maurer – könnte das Fluoreszenzmikroskop **FLUMIAS (2)** zur ISS geschickt werden, mit dem sich Bilder von lebenden Zellen in hoher Auflösung und in Echtzeit erstellen lassen. Diese in Deutschland entwickelte Anlage hat sechs austauschbare Probenbehälter, von denen immer zwei deutschen Wissenschaftlern zur Verfügung stehen sollen. Die restlichen vier werden von der ESA vergeben. Ein Demonstrator wurde bereits auf der ISS getestet. Ein weiterer Kandidat für einen Maurer-Einsatz ist das **Myotones**-Projekt. Ein kleines Handgerät misst und bewertet nicht-invasiv biomechanische Eigenschaften der Skelettmuskeln wie Tonus, Elastizität und Steifheit, die durch fehlende Schwerkraft bei den Astronauten verändert werden. Auch die **Immuno-forschung** im Weltall zur Verbesserung des Gesundheitszustandes auf der Erde könnte Teil einer ISS-Mission von Matthias Maurer werden.

Im Bereich der Technologie steht die Erforschung und Weiterentwicklung der **Künstlichen Intelligenz (KI)** ganz oben auf der Agenda. Deshalb könnte eine weiterentwickelte Endstufe **CIMON (3)** zum Einsatz kommen. Dieser weltweit erste fliegende und autonom agierende Astronauten-Assistent mit einer KI „Made in Germany“ hat bereits unter Alexander Gerst sein Können gezeigt. Wenn später einmal Astronauten zum Mond oder Mars aufbrechen, könnte sich die Crew durch die Weiterentwicklung von **CIMON** auch ohne eine permanente Datenverbindung zur Erde auf einen KI-basierten Assistenz-Service verlassen. Ein weiteres Technologieexperiment ist **MFX-B**. Die geplante Weiterentwicklung für den Einsatz auf Bartolomeo untersucht Leiter und Materialien für innovative und revolutionäre raumfahrttechnische und terrestrische Anwendungen. Laufen alle diese Experimente auf der ISS, wollen deutsche Forscher auch die neue kommerzielle Außenplattform des Columbus-Moduls nutzen. In Bartolomeo sollen erstmals Proben, die der Strahlung im Weltraum ausgesetzt waren, direkt vor Ort untersucht werden. Außerdem könnte hier das DLR-Laserkommunikationsterminal **OSIRIS** angebracht werden, um Daten direkt mit Bodenstationen auszutauschen.

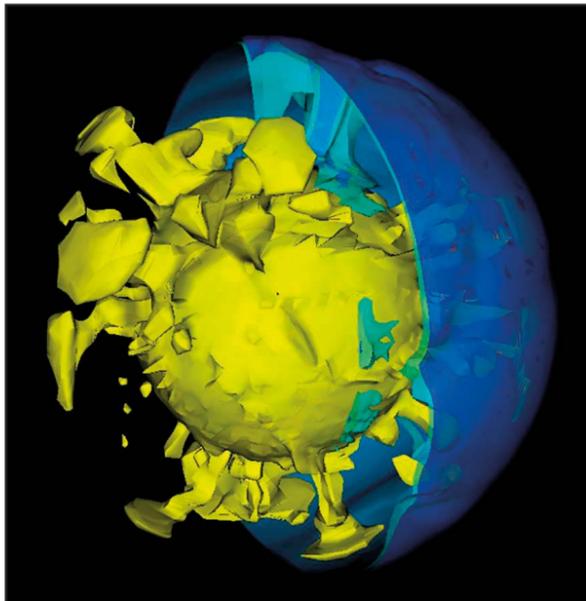
Research in space for future missions

When Matthias Maurer starts out on his first mission to the ISS, he will have a well-filled and balanced science package to work on. In Germany, **SciSpaceE** and the German national space programme hold many interesting experiments that are ready and waiting for their flight to the ISS. Together with Matthias Maurer we want to put the focus on those experiments that promise meaningful results for our life on Earth and the future exploration of space. As one of his companions on the ISS will be Thomas Pesquet, his mission shall include experiments from French researchers as well. A particularly promising experiment in this context is **AtmoFlow (1)**, a national addition to **SciSpaceE** which will serve to investigate the complex and highly dynamic processes in our atmosphere. Together with their French colleagues, scientists from Cottbus want to find out about the long-term influence of the global temperature rise on our atmosphere and to develop 3D models to visualise this dynamic, thus continuing the highly successful Geo-Flow experiments. But **AtmoFlow** is not the only experiment in the field of physics and materials science that is on German science agenda. **PK-4** serves to study complex three-dimensional plasmas in microgravity. Another element that will be important for future journeys to Moon and Mars is cryogenic refuelling in orbit, which is to be investigated in the German-American **ZBOT-FT** experiment. With the aid of NASA's **Cold Atoms Lab (CAL)**, ultra-frigid quantum gases such as, for example, Bose-Einstein condensates (BEC) may be studied for the first time in order to get to the bottom of quantum objects. The **Electro-Magnetic Levitator (EML)** may be instrumental in determining temperature-dependent melting properties.

Additive manufacturing processes – known as **3D printing** and **bioprinting** – are on the research agenda as well. In this case, research focuses, among other things, on the production of biological constructs. Photo bioreactors could eventually produce micro-algae that may be directly used for imprinting fabrics or producing active agents. Such systems may also be used on the ISS in the mid-2020s. Somewhat earlier, that means during Matthias Maurer's mission, the improved **FLUMIAS (2)** fluorescence microscope might be sent to the ISS to generate images of living cells in high resolution and real time. Developed in Germany, the system features six exchangeable sample containers, two of which are supposed to be reserved for German scientists throughout, while the remaining four will be assigned by ESA. A demonstrator has already been tested on the ISS. Another candidate for the Maurer mission is the **Myotones** project. A small hand-held device non-invasively measures and evaluates biomechanical properties of the skeletal muscles which, like tone, elasticity, and stiffness, are changed in astronauts by the absence of gravity. **Immune research** in space to improve human health on Earth may also become part of one of Matthias Maurer's missions.

Under the heading of technology, **artificial intelligence (AI)** is at the very top of the agenda. In that context, an enhanced version of the robot called **CIMON (3)** shall be deployed. Equipped with AI, this first flying autonomous astronaut assistant made in Germany has shown its potential before, working with Alexander Gerst. Whenever astronauts set out for Mars or the Moon at some point in the future, they could rely on AI-based assistance from **CIMON** even without a permanent data link to Earth. **MFX-B** is another technology experiment. In its advanced version for use on Bartolomeo, it will investigate conductors and materials for innovative and revolutionary applications in space and on Earth. Once all these experiments are up and running on the ISS, German researchers plan to also use the new commercial outside platform of the Columbus module: On Bartolomeo, samples previously exposed to interstellar radiation will be examined on the spot for the first time. In addition, DLR's laser communication terminal **OSIRIS** will also be attached to exchange data directly with ground stations.

BTU Cottbus

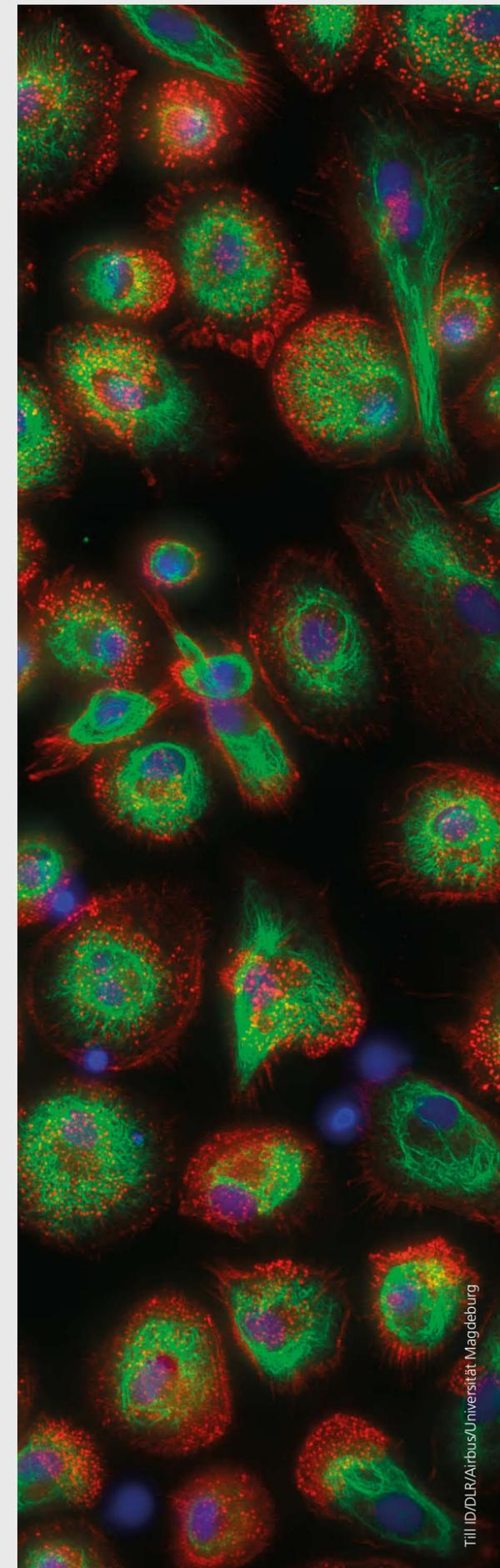


1



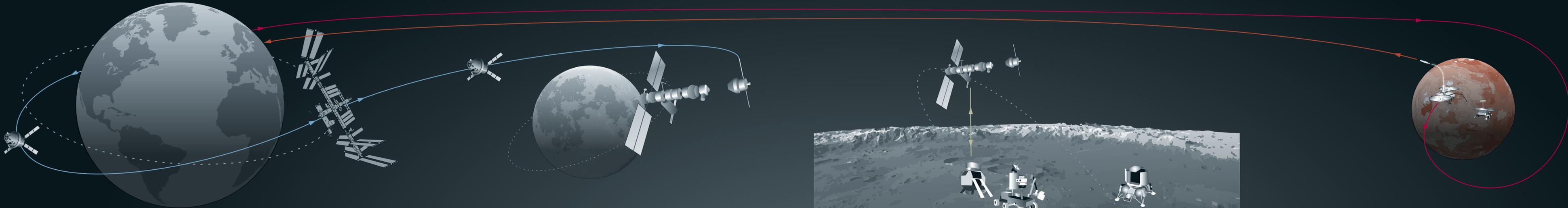
3

DLR



2

TII | DLR/Airbus/Universität Magdeburg



Cornerstone 1 – Forschung für die Erde und weiter

Als bestehende Basis der astronautischen Raumfahrt und der internationalen Kooperation ebnet **Cornerstone 1** Europa den Weg zum Mond. Dafür haben die ESA-Mitgliedsstaaten in Sevilla die Absicht zur Nutzung der Internationalen Raumstation ISS bis 2030 festgeschrieben. Dabei soll die Industrie verstärkt Verantwortung übernehmen und neue Nutzer gewonnen werden. Erste Ansätze kommerzieller Partnerschaften werden bereits umgesetzt. Inwieweit diese Kommerzialisierung zu Kostensenkungen für die Agenturen führen wird, ist derzeit noch unklar. Gleichzeitig setzt die ESA aber auch Effizienzsteigerungen im Betrieb um: Ein Team des Europäischen Astronautenzentrums EAC in Köln, des Columbus Kontrollzentrums Col-CC beim DLR in Oberpfaffenhofen und des französischen Nutzerzentrums CADMOS in Toulouse soll Doppelstrukturen vermeiden. Ebenso wird die Betriebsinfrastruktur auf der Erde und auf der ISS umfassend modernisiert, damit Wissenschaft und Industrie die Raumstation besser nutzen können. Um die gemeinsamen Betriebskosten sowie die europäischen Astronautenflüge zu „bezahlen“, leistet **Cornerstone 1** Tauschelemente – sogenannte Barter – in Form von technischen Entwicklungen und Beistellungen an die NASA und stößt somit auch gleich Europas Tor zum Mond auf. Denn für den Betrieb bis 2024 sind dort mit den **Europäischen Servicemodulen (ESM-1 und -2)**, die unter deutscher Industrieverantwortung entwickelt und gebaut werden, für **Orion** bereits zwei Flugeinheiten zur astronautischen Exploration über den Erdborbit hinaus verankert. Anteile an **zwei weiteren Flugeinheiten (ESM-3 und -4)** sollen nun folgen. **SciSpacE** führt mit seiner wissenschaftlichen Forschung das Nutzungsprogramm auf der ISS und auf alternativen Plattformen fort. Als einzigartiges Labor stellt die Raumstation vielfältige Experimentiereinrichtungen zur Verfügung, die von allen Beteiligten genutzt werden. Europa kann hier bisher überproportionale wissenschaftliche Anteile vorweisen. Hinzu kommen neue Ansätze kommerzieller Dienstleister und Echtzeit-„in situ“-Probenauswertungen. Darüber hinaus soll **SciSpacE** künftig die wissenschaftliche **Gateway**-Nutzung sowie die Mond- und Marsforschung koordinieren. Deutschland hat in **Cornerstone 1** insgesamt 416 Millionen Euro investiert und ist damit stärkster ESA-Beitragszahler vor Italien und Belgien.

Cornerstone 1 – Research for Earth and beyond

As a basis of human space flight and international collaboration, **Cornerstone 1** clears the way to the Moon. The member states of ESA have declared their intention to use the International Space Station until 2030. As part of that, industry is to assume additional responsibility, and new users are to be found. Some tentative commercial partnerships are already being implemented. However, the extent to which such commercialisation will actually lead to cost reductions for the space agencies is not clear at present. At the same time, ESA is increasing operational efficiency: an integrated team staffed by the European Astronaut Centre (EAC) in Cologne, the Columbus Control Centre (Col-CC) at the DLR site in Oberpfaffenhofen, and the French user centre CADMOS is designed to avoid structural duplication. Moreover, the operational infrastructure on the ground and on the ISS will be modernised comprehensively so that the space station may be better used by science and industry. For its share of the operational cost as well as for the flights of the European astronauts, **Cornerstone 1** offers a number of barter elements in the shape of technical developments and provisions to NASA, thus opening Europe's door to the Moon. By 2024, the **European service modules ESM-1 and -2** which are being developed and built under a German industrial lead are already firmly embedded as two flight units for **Orion** for human exploration beyond low Earth orbit. Shares in **two more flight units (ESM-3 and -4)** are scheduled to follow. **SciSpacE** will continue to exploit the ISS as well as on alternative platforms for its scientific research. As a unique laboratory, the space station offers a wide range of experimental facilities which are available to all parties involved. So far, Europe's scientific share has been above average. Recent additions include new offerings of commercial service providers and real-time in-situ sample evaluation. Furthermore, **SciSpacE** is intended to coordinate the scientific utilisation of the **Gateway** as well as Lunar and Martian scientific activities going forward. Having invested 416 million euros in **Cornerstone 1**, Germany is the biggest ESA contributor, followed by Italy and Belgium.

Cornerstone 2 – deutsche KMU bei Gateway am Start

Mit seiner Beteiligung an **Cornerstone 2** möchte Deutschland **kleine und mittlere Unternehmen (KMU)** direkt in die Mondumlaufbahn bringen. Die Bundesrepublik investiert bei der europäischen Beteiligung an einer kleinen Raumstation in Mondnähe – dem **Lunar Gateway** – mit 25 Millionen Euro ein Budget ausschließlich für den Mittelstand – ein Novum in Deutschlands Industriepolitik bei der ESA. Damit legte die deutsche Delegation gemeinsam mit den ESA-Mitgliedsstaaten bei Space19+ den europäischen Grundstein für astronautische Aktivitäten über den Erdborbit hinaus, die in erster Linie durch die Partnerschaft mit der NASA vorangetrieben werden. Neben dem **Gateway** als Umsteigebahnhof zum Mond streben die USA seit Frühjahr 2019 eine erneute Mondlandung bis zum Jahr 2024 an. Hierfür müssen allerdings die entsprechenden Transportsysteme entwickelt werden, für die Europa mit den **Servicemodulen ESM** entscheidende Beiträge leistet. Deswegen hat die US-Regierung die Zeit- und Aufbauplanung für das **Gateway** so angepasst, dass zunächst nur eine Minimalanordnung der ersten Landungen unterstützen soll (Phase 1), bevor dann die Mini-station um internationale Elemente für die breitere Nutzung erweitert wird (Phase 2). Diese Planungen eröffnen den ESA-Mitgliedsstaaten vielfältige Optionen für Industrie und Wissenschaft, in denen Europa seine eigene Rolle finden muss. Die ESA möchte sich durch die Entwicklung des **Internationalen Wohnmoduls (I-HAB)** und einzelner **Versorgungsbausteine (ESPRIT)** am **Gateway** beteiligen. Hier liegt die Chance für die **deutschen KMU**, mitzugestalten und ihre Technologien unterzubringen. Außerdem soll eine mögliche Transportunterstützung für die **Gateway**-Logistik auf Basis der **Europäischen Servicemodule ESM** untersucht werden. Begleitet werden diese include new offerings of commercial service providers and real-time in-situ sample evaluation. Furthermore, **SciSpacE** is intended to coordinate the scientific utilisation of the **Gateway** as well as Lunar and Martian scientific activities going forward. Having invested 416 million euros in **Cornerstone 1**, Germany is the biggest ESA contributor, followed by Italy and Belgium.

Cornerstone 2 – German SMEs lining up for Gateway

By participating in **Cornerstone 2**, Germany is putting **small and medium-sized enterprises (SMEs)** right into an orbit around the Moon. As part of Europe's share in a small space station close to the Moon – the **Lunar Gateway** –, Germany is investing a budget of 25 million euros exclusively for the benefit of its important SME sector, a first in Germany's industrial policy within ESA. Effectively, Germany – together with the other ESA member states – is setting a solid foundation for human exploration beyond Earth orbit that are implemented mainly by the partnership with NASA. Besides the **Gateway** as a way station for the Moon, the US has been aiming at the human return to the Moon until 2024 since the spring of 2019. Obviously, suitable transportation systems will have to be developed first, to which Europe is making significant contributions with the **ESM service modules**. To make the mission possible, the US government has adapted the timeline and the assembly planning for the **Gateway** so that the first landings will only be supported by a minimum configuration (phase 1) before the mini-station is expanded by several international elements for a broader utilisation (phase 2). These plans open up a wide range of industrial and scientific options to ESA member states, within which Europe needs to define its role. ESA plans to participate in the **Gateway** by developing the **international habitation module (I-HAB)** and certain **service elements (ESPRIT)**. Here is a chance for **German SMEs** to participate and to pitch for their technologies. At the same time, the option is being considered to support the logistics of the **Gateway** building on the heritage from the **European Service Modules (ESM)**. These developments will be flanked by a **Gateway** utilisation programme which will complement existing research in the Earth orbit and enable aspects of lunar exploration. In this context, the **SciSpacE** science programme will make a limited contribution in the area of payload development.

Cornerstone 3 – Mondexploration 2.0

Neben dem **Gateway** als internationale Raumstation im Mondorbit will Europa bei der nachhaltigen Erforschung des Mondes und seiner Oberfläche aber auch führend mitgestalten. Dafür sollen in **Cornerstone 3** Transport- und Erkundungsmöglichkeiten mit klarem europäischem Profil geschaffen werden. Für frühe Flugmöglichkeiten zum Mond könnten Partnerschaften mit privaten Missionanbietern oder bilaterale Agenturbeziehungen genutzt werden. Eine kommerzielle Partnerschaft mit der Industrie im Vereinigten Königreich soll zum Beispiel Kommunikationsdienste auf dem Mond für zukünftige Missionen bereitstellen. Doch die europäischen Staaten wollen selbst zum Mond: Hier treten Deutschland und Frankreich als Tandem auf, um die gemeinsame **European Large Logistic Lander (EL3)**-Robotikmission bis zur Mitte der 2020er-Jahre umzusetzen. Diese Mission baut auf der gemeinsamen Vorarbeit mit Kanada und Japan für eine wiederverwendbare Transportarchitektur zur Mondoberfläche auf. Die Mission soll mit einer **Ariane 6** starten und ein leistungsfähiges System für mittelgroße Nutzlasten etablieren, das vorrangig die wissenschaftliche Untersuchung speziell von unentdeckten und nur schwer zugänglichen Regionen auf dem Mond ermöglichen könnte. Gleichzeitig wird die Entwicklung von wissenschaftlichen Instrumenten und Mondnutzlasten vorangetrieben, einschließlich einer **Demonstration der Ressourcennutzung auf dem Mond (ISRU)**. Außerdem beteiligt sich Europa weiterhin an der russischen Mondlandemission **Luna 27 (Luna Resource)**, die 2024 starten soll. Die bisherigen Arbeiten zur Entwicklung von Sensoren für eine **punktgenaue Landung (PILOT)** sowie zur robotischen **Probennahme aus dem Mondboden und deren wissenschaftlicher Analyse (PROSPECT)** werden entsprechend fortgesetzt. Deutschland beteiligt sich an **Cornerstone 3** mit 55 Millionen Euro und ist damit größter Beitragszahler vor Frankreich und dem Vereinigten Königreich.

Cornerstone 3 – Lunar exploration 2.0

Beyond contributing to the **Gateway** as international infrastructure orbiting the Moon, Europe also aims to play a leading role in the sustainable exploration of the Moon and its surface. **Cornerstone 3** shall create transportation capabilities and exploration activities with a clear European profile. To provide early flight opportunities to the Moon, ESA might seek partnerships with private mission providers or bilateral arrangements with other space agencies. Thus, for example, a commercial partnership with companies from the United Kingdom could develop lunar communication services for future missions. But beyond that, Europe aims for an actual landing on the Moon itself, with Germany and France jointly leading the **European Large Logistic Lander (EL3)** robotic mission by the mid-2020s. This mission is based on preliminary groundwork performed in collaboration with Canada and Japan on a reusable transport architecture to the lunar surface. The mission is to set to launch on **Ariane 6** and will provide a high-performance system for medium-sized payloads primarily designed to enable the scientific investigation of unexplored regions on the Moon that are difficult to access. At the same time, the development of scientific instruments and other Moon payloads will be ramped up, including a **demonstration of the lunar In-Situ Resource Utilisation (ISRU)**. Moreover, Europe still takes part in the Russian Moon landing mission **Luna 27 (Lunar Resource)**, which is scheduled to take off in 2024. Work done so far on the **development of sensors for a precision landing (PILOT)**, the robotic collection of **samples from lunar soil and their scientific analysis (PROSPECT)** will be continued. Holding a share of 55 million euros in **Cornerstone 3**, Germany is the biggest contributor ahead of France and the United Kingdom.

Cornerstone 4 – Mars als nächstes Ziel

Neben der Erkundung des Mondes bringt **Cornerstone 4** Europa direkt zum Mars. Die geologischen Strukturen „unseres Nachbarn“ deuten darauf hin, dass er in seiner Geschichte eine viel dichtere Atmosphäre hatte, die flüssiges Wasser auf der Oberfläche zuließ. Darin könnten sich einfache Lebensformen gebildet haben. Fossile Spuren oder in geschützten Bereichen vielleicht sogar noch Überlebende dieser Organismen könnten dabei helfen, Antworten auf die grundlegende Frage zu finden, ob wir alleine im Universum sind. Doch was hat den Mars verändert und zu dem lebensfeindlichen Roten Planeten gemacht, den wir heute kennen? Um die Entwicklung des Mars zu verstehen, will die ESA zunächst gemeinsam mit Russland mit der **ExoMars-2020**-Mission auf der Marsoberfläche landen. Dabei setzt eine russische Landeeinheit den europäischen Rover Rosalind Franklin zusammen mit einer russischen Oberflächenplattform ab. Wichtige Bauteile des Rovers wie eine **hochauflösende Kamera (PanCam-HRC)**, ein **analytisches Labor (ALD)**, das **MOMA**-Instrument zum **Nachweis organischer Moleküle** sowie das **Probenaufbereitungs- und -verteilungssystem (SPDS)** stammen aus Deutschland. So verschafft die Mission der Bundesrepublik eine angemessene und sichtbare Rolle mit Industrieaufträgen und in der Weltraumwissenschaft. Kernelement von **Cornerstone 4** ist aber die Beteiligung an einer Probenrückführung von unserem Nachbarplaneten – der sogenannten **Mars Sample Return (MSR)**-Mission. Sie soll in Kooperation mit der NASA umgesetzt werden und genießt in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft höchste Priorität. Die NASA plant mit ihrer 2020-Mission nun einen ersten Schritt mit der Identifizierung geeigneter Proben und möchte diese in der Mitte der 2020er-Jahre mit nachfolgenden Missionen zur Erde zurückführen. Die ESA könnte hier wichtige Beiträge in Form eines Fluggerätes zur Probenrückführung zur Erde – dem sogenannten **Earth Return Orbiter (ERO)** – sowie für die robotische Handhabung der Proben mit dem **Sample Fetch Rover (SFR)** und dem **Roboterarm STA** beisteuern. Deutschland beteiligt sich bei **MSR** mit ausgewählten Technologieelementen. Neben den Solarpanelen und chemischen Antrieben liegt der Fokus hier auf den **elektrischen RIT-Ionentriebwerken**, die bei ArianeGroup in Lampoldshausen gefertigt werden. Darum beteiligt sich die Bundesrepublik mit 36,72 Millionen Euro an **Cornerstone 4**, von denen circa elf Millionen Euro für die ExoMars Mission 2020 vorgesehen sind.

Cornerstone 4 – Mars, the next destination

Besides the exploration of the Moon, **Cornerstone 4** will take Europe directly to Mars. Our neighbour planet's geological structures indicate that at some point in its history it had a much denser atmosphere which enabled liquid water to exist on its surface. Primitive forms of life might have emerged in those reservoirs. Any traces of fossil remains or, in protected areas, even survivors of these organisms might help us to find answers to the fundamental question of whether we are alone in the universe. But what has changed Mars, turning it into the hostile red planet of today? To understand the development of Mars, ESA intends to finalise the **ExoMars-2020** mission and to land on its surface together with the Russian partners. A Russian lander will set down the European rover Rosalind Franklin together with a Russian surface platform. Important components of the rover will come from Germany, including a **high-resolution camera (PanCam-HRC)**, the **Analytical Laboratory Drawer (ALD)**, the **MOMA** instrument for demonstrating the **presence of organic molecules**, and the **sample preparation and distribution system (SPDS)**. Thus, the mission will give Germany an adequate and visible role, both in terms of industrial activities and research assignments for space scientists. However, the core element of **Cornerstone 4** is our role in the return of samples from our neighbouring planet – a mission called **Mars Sample Return (MSR)**. To be implemented in cooperation with NASA, it enjoys top priority with the international scientific community. For its 2020 mission, NASA is planning a first step towards the identification of suitable samples, which it plans to return to Earth in subsequent missions by the mid-2020s. In that context, ESA plans to make essential contribution through the vehicle for returning the samples to Earth – the so-called **Earth Return Orbiter (ERO)** – and a robotic sample handling system, the **Sample Fetch Rover (SFR)** and the **Sample Transfer Arm (STA)**. Germany will participate in **MSR** with selected technology elements. The focus is on **electric RIT ion thrusters** developed by ArianeGroup at Lampoldshausen, while other elements could include solar panels and chemical propulsion systems. Thus, the Federal Republic of Germany is contributing 36.72 million euros to **Cornerstone 4**, of which about eleven million euros have been earmarked for the ExoMars mission of 2020.

ExPeRT – ein Testfeld für den Weltraumeinsatz

Im Programm **ExPeRT** kann Deutschland durch seine Beteiligung mit 20 Millionen Euro priorisierte Technologiefelder und neue Missionen gezielt vorbereiten sowie neue Partnerschaftsmodelle zwischen der öffentlichen Hand und dem privaten Sektor einleiten. So werden beispielsweise weitere Technologieaktivitäten für Oberflächenmobilität auf Mond und Mars umgesetzt und das **LUNA-Projekt** am Europäischen Astronauten Zentrum EAC in Köln entwickelt. **LUNA** ist hierbei eine einzigartige, 1.000 Quadratmeter große Analoganlage auf dem Gelände des DLR in Köln, die die Mondoberfläche und Aspekte einer Mondbasis nachstellt. Sie wird durch ein innovatives Energiesystem versorgt, das Photovoltaikmodule und eine Brennstoffzelle kombiniert. Während eines „Mondtages“ wird mittels Sonnenenergie Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten und diese beiden Elemente dann getrennt gelagert, bevor die Brennstoffzelle damit die Energie für die zwei Wochen andauernden „Mondnächte“ liefert. Auf diesem „Übungsplatz“ für Astronauten und robotische Fahrzeuge werden zukünftig Instrumente und Werkzeuge für den Weltraumeinsatz gemeinsam mit den operationellen Betriebskonzepten getestet.

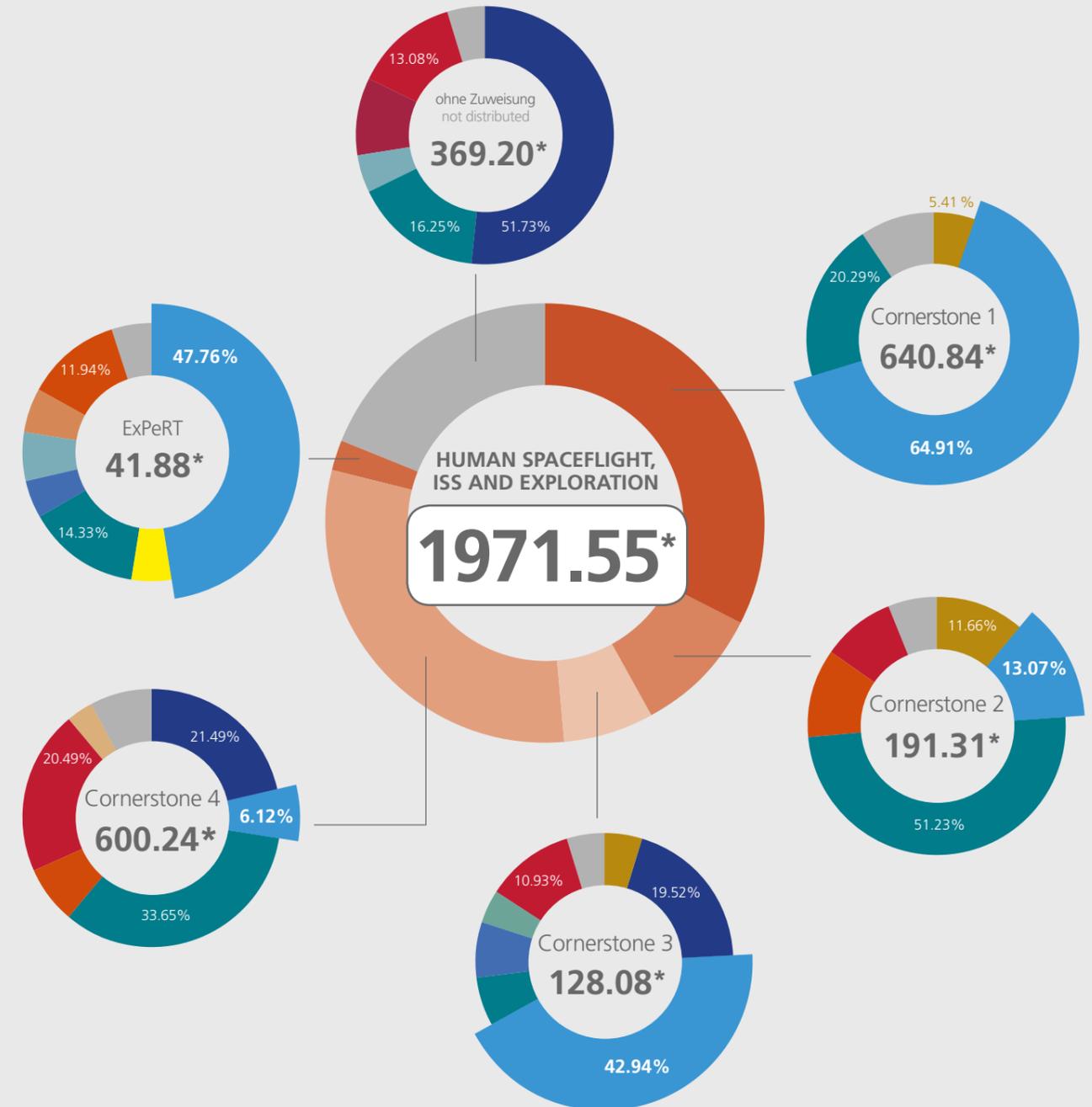
ExPeRT – a test bed for space missions

In the **ExPeRT** programme, Germany will be able to engage in the preparation of high-priority technology fields and new missions, as well as introducing new models of partnerships between the public and private sectors, thanks to its subscription of 20 million euros. Thus, for example, we will implement additional technology activities to promote mobility on the surfaces of Mars and the Moon and develop the **LUNA project** at the European Astronaut Centre (EAC) in Cologne. **LUNA** is a unique analogue facility, 1,000 square metres in size and set up on the DLR premises in Cologne, which provides mock-up of the Lunar surface and certain parts of a Moon base. It is powered by an innovative system that combines photovoltaic modules and a fuel cell. During a 'lunar day', solar energy is used to split water into hydrogen and oxygen which are stored separately until the fuel cell uses them to generate energy for the two-week 'lunar nights'. On this test range for astronauts and robotic systems, instruments and tools for use in space will be tested along with relevant operational concepts.



Koehler/ESA

Neuzzeichnungen der astronautischen Raumfahrt, ISS und Exploration New subscriptions to human spaceflight, ISS and exploration



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91



DIE ERDE UNTER BESCHUSS

Europas Antwort auf die Gefahren aus dem Weltraum

Von den deutschen ESA-Delegierten Dr. Björn Gütlich und Dr. Manuel Metz

Unsere Erde ist in einem ständigen „Belagerungszustand“: Die Sonne nimmt uns mit hochenergetischer Strahlung im Röntgen- und UV-Spektrum und Partikeln – auch als Sonnenwind bekannt – unter Beschuss. Asteroiden kommen der Erde immer wieder nahe und müssen als Gefahr ernst genommen werden. Zum Glück schützen Magnetfeld und Atmosphäre unsere Erde wie eine Burgmauer vor diesem „himmlischen Bombardement“. Ersteres hält der Strahlung der Sonne weitestgehend stand, während letztere kleinere Objekte abwehrt, indem sie beim Eintritt in unsere Atmosphäre verglühen. Doch wie jede Burgmauer kann auch die Atmosphäre der Erde nicht alle Gefahren aus dem Weltall abwehren. Heftige Sonnenstürme können die Bordelektronik von Satelliten stören oder Funksignale von Navigations- und Kommunikationssystemen unterbrechen. Besonders energiereicher solarer Beschuss kann sogar direkte Auswirkungen auf die Erde haben und kritische Infrastrukturen angreifen – etwa durch Störungen oder gar einen Ausfall von Stromnetzen. Manche Objekte überstehen den Eintritt in unsere Atmosphäre. Durch ihren langen Flug durch unser Universum haben sie gewaltig Schwung geholt und werden so mit mächtiger Wucht auf die Oberfläche geschleudert, wo sie verheerende Schäden verursachen können. Hinzu kommen noch unzählige Weltraumschrott-Teilchen von Satelliten und Raketen, die die Erde umkreisen und unsere aktiven Satelliten treffen und beschädigen können. All diese Gefahren müssen wir rechtzeitig erkennen, um auf sie reagieren zu können. Genau hierzu leistet das S2P-Programm der ESA einen Beitrag. Deutschland hat dieses Programm in Sevilla mit rund 84 Millionen Euro signifikant gezeichnet.

THE EARTH UNDER FIRE

Europe's response to cosmic hazards

By Germany's ESA delegates Dr Björn Gütlich and Dr Manuel Metz

Our planet is under siege: the Sun is constantly bombarding us with its high-energy X-ray and UV radiation and particles – a phenomenon known as solar wind. Asteroids brush past Earth at an uncomfortably close distance and must be considered as a serious hazard. Luckily, our Earth is protected against this constant shelling by its magnetic field and an atmosphere which acts like a castle wall. The former is to a large extent impermeable to solar radiation, while the latter can fend off small objects by making them burn up as they enter our atmosphere. But like any other fortification, the Earth's atmosphere is not strong enough to protect us from every cosmic hazard. Intense solar storms can jam the signals of our communications and navigation systems. At times of exceptionally intense firing, planet Earth itself can be directly affected, with critical infrastructure like electricity grids being affected by interferences or failing altogether. Some objects manage to survive their entry into the atmosphere unharmed. While moving through the universe at great speed, they have gathered tremendous momentum and strike the surface with a force great enough to cause utter devastation. Additionally, we are threatened by innumerable pieces of space debris from satellites and rockets that orbit the Earth and may hit and damage our active satellites. We need to be constantly aware of all these hazards to be able to respond to them in good time. This is where ESA's S2P programme comes in. In Sevilla, Germany subscribed this programme with approx. 84 million euros – a significant amount.

+++ S2P Core +++ subscribed 28/11/2019 +++ 9:55 CET +++ Cornerstone 1 – L5 +++
subscribed 28/11/2019 +++ 9:59 CET +++ Cornerstone 2 – HERA +++ subscribed
28/11/2019 +++ 10:03 CET +++ Cornerstone 3 – ADRIOS +++ subscribed 28/11/2019
+++ 10:07 CET +++ Cornerstone 4 – CREAM +++ subscribed 28/11/2019 +++ 10:11 CET
+++

Asteroiden kommen der Erde immer wieder bedrohlich nahe. Im Projekt HERA soll erforscht werden, wie sich diese Gefahr abwehren lässt.
Time and again, asteroids get dauntingly close to planet Earth. Scientists in the HERA project are working to find out how this hazard might be averted.

Weltraumwettervorhersage verbessern

Das Weltraumwetter spielt auch bei der sogenannten **L5-Mission (Cornerstone 1)** die entscheidende Rolle. Eine Raumsonde soll vom Lagrange-Punkt 5 aus – einem Hort des Gleichgewichts im Erde-Sonne-System – unseren Stern ins Visier nehmen, um gemeinsam mit der US-amerikanischen Wetterbehörde NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Sonnenstürme und -ereignisse genauer vorherzusagen. Dabei kann die Ausbreitung von Masseauswürfen durch den Stereo-Blick auf die Sonne besser untersucht werden. Auch können Anzeichen für eine erhöhte Aktivität der Sonne früher erkannt werden. Die durch die **L5-Mission** gewonnenen Daten bilden damit eine Grundlage zur Verbesserung der Vorhersage von Weltraumwetter-Ereignissen. Deutschland ist an dieser Mission nicht beteiligt.

Improving space weather forecasts

Space weather also plays a crucial part in the so-called **L5 mission (Cornerstone 1)**. Working from the Lagrangian Point 5, a place of perfect equilibrium in the Earth-Sun-system, a space probe will take aim at our star in order to furnish more accurate predictions of solar storms and events. It is a joint mission with the American National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). The probe's stereoscopic vision will permit investigating the spread of mass ejections more precisely. At the same time, it will become possible to identify signs of increasing solar activity at an earlier stage. Thus, the data provided by the **L5 mission** will play a fundamental part in improving forecasts of space weather events. Germany is not involved in this mission.

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. Die L5-Mission soll diese Ausbrüche in Zukunft besser vorhersagen.

The Sun is only seemingly a calm and benevolent star. By emitting not only thermal radiation but also highly energetic solar particles and radiation in the X-ray and UV range, it has multiple effects on its immediate surroundings, but also on life on Earth. The high-energy particulate radiation emitted during a solar storm can affect the electronic equipment of satellites and interfere with or completely disrupt the radio signals of navigation and communications systems. A particularly strong solar eruption may even impact terrestrial systems directly, for instance by causing interference or even complete outages in the world's power networks. It is hoped that the L5 mission will deliver a better early warning capability against such events in future.

Weltraumsicherheit unter einem Dach

Um den Gefahren aus dem Weltraum besser begegnen zu können, hat die ESA im **Space Safety Programme (S2P)** – einer Weiterentwicklung des Space Situational Awareness (SSA)-Programms – ihre Aktivitäten zur nachhaltigen Nutzung der Raumfahrt und dem Schutz vor Gefahren aus dem Weltraum zusammengefasst. Die geplanten Aktivitäten decken folgende Themen ab:

- **Weltraumwettervorhersage** von Sonneneruptionen und kosmischer Strahlung (siehe Kasten auf Seite 78);
- **Planetare Verteidigung** durch Schutz vor erdnahen Asteroiden oder Kometen (siehe Kasten auf Seite 79);
- **Sauberer Weltraum** durch Weltraumschrottvermeidung und aktive Rückholung (siehe Kästen auf den Seiten 80 und 81).

Im S2P-Kernelement wird an Weltraumwetter-Phänomenen geforscht und gleichzeitig werden wichtige Technologien weiterentwickelt. Hier kann eine gezielte industrielle und universitäre Beteiligung vorhandenes Wissen ausbauen, um Informationen über Gefahren für europäische Infrastrukturen im Weltraum und auf der Erde zu gewinnen – und damit auch drohenden volkswirtschaftlichen Schaden vermeiden zu helfen. Im S2P-Kernelement gibt es viele solcher Aktivitäten von Interesse für deutsche Einrichtungen: Zum Beispiel bündelt im Rahmen des „Space Weather Service Network“ das **Ionosphären Expert Service Center** beim **DLR in Neustrelitz** Deutschlands und Europas wissenschaftliche Stärken und entwickelt entsprechende Vorhersagedienste – etwa für Satelliten- und Netzbetreiber sowie für die Luftfahrt. Dafür liefert zum Beispiel das deutsch-österreichische Magnetometer **SOSMAG** seit seinem Start am 4. Dezember 2018 an Bord des koreanischen Satelliten **GEO-KOMPSAT-2A** wichtige Weltraumwetterdaten. Deutschland hat sich mit zwölf Millionen Euro am **S2P-Kernelement** beteiligt und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Zukunft der Weltraumsicherheit.

A one-stop solution for safety in space

To improve our ability to meet hazards from space, ESA has pooled its activities relating to the sustainable exploitation of space flight and the protection from space threats in one package called the **Space Safety Programme (S2P)**, a derivative development of the Space Situational Awareness (SSA) programme. The activities envisaged cover the following areas:

- **Space weather forecasts** covering solar eruptions and cosmic radiation (see box on page 78);
- **Planetary defence** by protecting the Earth from near-Earth asteroids or comets (see box on page 79);
- **Clean space** by avoiding and actively retrieving space debris (see box on pages 80 and 81).

The S2P core element is concerned with investigating space weather phenomena and continuing the development of important technologies. Actively involving industrial players and universities may boost our knowledge and help us to acquire further information about any hazards threatening European infrastructures in space and on the ground – and will thus help avoid damage to our national economies. The **S2P core element** contains many activities that are of interest to German institutions. Thus, for example, the **Ionospheric Weather Expert Service Centre** coordinated by **DLR Neustrelitz** brings together the scientific expertise of Germany and Europe in the Space Weather Service Network. It develops forecasting services for users like satellite or network operators and aviation. The service is greatly aided by the German-Austrian magnetometer **SOSMAG**, which has been supplying important space weather data ever since it was launched on board the Korean satellite **GEO-KOMPSAT-2A** on December 4, 2018. Having subscribed twelve million Euros to the **S2P core element**, Germany has made an essential contribution to the future of space safety.

Asteroidenabwehr stärken

Asteroiden bedrohen immer wieder unsere Erde. Erst im September 2019 hatte die ESA vor „2019 SU3“ gewarnt und auch schon ein Einschlagsdatum genannt: Am 16. August 2084 soll sich der Asteroid am stärksten der Erde nähern. Kurze Zeit später gab es dann allerdings Entwarnung. „2019 SU3“ ist zu klein, um Schaden anzurichten und würde in der Erdatmosphäre verglühen. Dennoch sind diese Objekte eine Bedrohung unserer Sicherheit. Deswegen möchte die ESA die **HERA-Mission (Cornerstone 2)** starten. Eine Raumsonde und mehrere Cubesats sollen nach dem Einschlag der NASA-Sonde **DART (Double Asteroid Redirection Test)** auf dem Asteroiden Didymos den Himmelskörper knapp vier Jahre später besuchen und wissenschaftlich untersuchen. **DART** und **HERA** bilden damit zusammen das europäisch-amerikanische Projekt **AIDA (Asteroid Impact and Deflection Assessment)**. Neben dem Sammeln von wichtigen Daten zu dem Doppelasteroiden Didymos/Didymoon soll **AIDA** zeigen, ob der Einschlag einer Sonde einen Asteroiden von seinem ursprünglichen Kurs abbringen kann. In Deutschland sind neben der Firma **OHB** als Führer der Systemstudien zahlreiche **KMU** beteiligt. Zudem würde **HERA** eine **deutsche Kamera** nutzen, die ursprünglich für die NASA-Mission **Dawn** entwickelt und erfolgreich geflogen wurde. Das Ersatzgerät wird vom **Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung** zur Verfügung gestellt. Mit seiner Beteiligung in Höhe von 60 Millionen Euro hat Deutschland den Weg geebnet, um vielversprechende Missionsanteile – **vor allem für KMU** – in die Bundesrepublik zu holen.

Strengthening our asteroid defence

Asteroids are a constant threat to our planet. As recently as September 2019, ESA had warned of 2019 SU3, and even named a date for its impact: on August 16, 2084, the asteroid was to come closest to Earth. However, the alarm was cancelled a short while later. 2019 SU3 is too small to do any damage and would burn up in the Earth's atmosphere. Still, these objects constitute a threat to our safety. This is why ESA plans to launch the **HERA Mission (Cornerstone 2)**. Nearly four years after the impact of NASA's **DART probe (Double Asteroid Redirection Test)** on the asteroid Didymoon, that celestial object is to be visited again and examined scientifically by a space probe and several cubesats. **DART** and **HERA** together will form the European-American **AIDA project (Asteroid Impact and Deflection Assessment)**. Besides gathering important data relating to the twin asteroid Didymos/Didymoon, it is hoped that **AIDA** will show whether the impact of a probe is able to deflect an asteroid from its original path. In Germany, numerous **SMEs** will be involved alongside to the system study lead, **OHB**. Moreover, **HERA** will use a **German camera** that was originally developed for NASA's **Dawn** mission and flown successfully. Its spare will be provided by the **Max Planck Institute for Solar System Research**. With a subscription of 60 million euros, Germany has paved the way for attracting promising segments of the mission – **especially for SMEs** – to Germany.



Ausgediente Satelliten und Oberstufen im All sind ein Problem: Dieser Weltraumschrott zieht teilweise taumelnd und unkontrolliert seine Bahnen und kann durch Explosionen oder Kollisionen mit anderem Weltraumschrott die Anzahl dieser Teile immens steigern. Das Projekt ADRIOS soll nun eine ausgebrannte Vega-C-Oberstufe wieder zurück zur Erde bringen und so der Entfernung von Weltraumtrümmern den Weg bereiten.

Decommissioned satellites and upper rocket stages in space are a problem. Orbital debris follows its uncertain path, with some objects swirling and spinning in a totally uncontrolled fashion. Explosions or collisions with other objects may vastly increase the number of orbiting fragments. The ADRIOS project is intended to bring the burned-up upper stage of a Vega-C rocket back to Earth, thus paving the way for a future space debris removal solution.

Weltraumschrott vermeiden

Was macht man mit Satelliten oder Oberstufen, die defekt und unkontrolliert um die Erde kreisen? Am besten bringt man sie wieder sicher zur Erde zurück. Genau das soll in **ADRIOS (Cornerstone 3)** geschehen. Die ESA möchte allerdings lediglich eine Dienstleistung finanzieren, während ein industrielles Konsortium unter Führung eines Schweizer Start-ups auch mit Anteilen aus Deutschland das volle Missionsmanagement übernimmt. ADRIOS soll künftigen In-Orbit Service (IOS)-Missionen zur Vermeidung und Entfernung von Weltraumtrümmern den Weg bereiten. Mit seiner Beteiligung in Höhe von 11,7 Millionen Euro hat Deutschland der heimischen Industrie die entsprechenden Missionsanteile gesichert.

Reducing space debris

What to do with a satellite or an upper rocket stage that circles around Earth damaged and out of control? The best thing is to send it safely back to Earth. This is exactly what **ADRIOS (Cornerstone 3)** is supposed to achieve. ESA, however, is only willing to fund a service, while the mission itself is to be conducted by an industrial consortium led by a Swiss start-up, with German participation. ADRIOS is to pave the way for future In-Orbit Service (IOS) missions to avoid adding to, and dispose of, existing space debris. By subscribing 11.7 million euros, Germany has secured adequate shares in the mission for its industry.



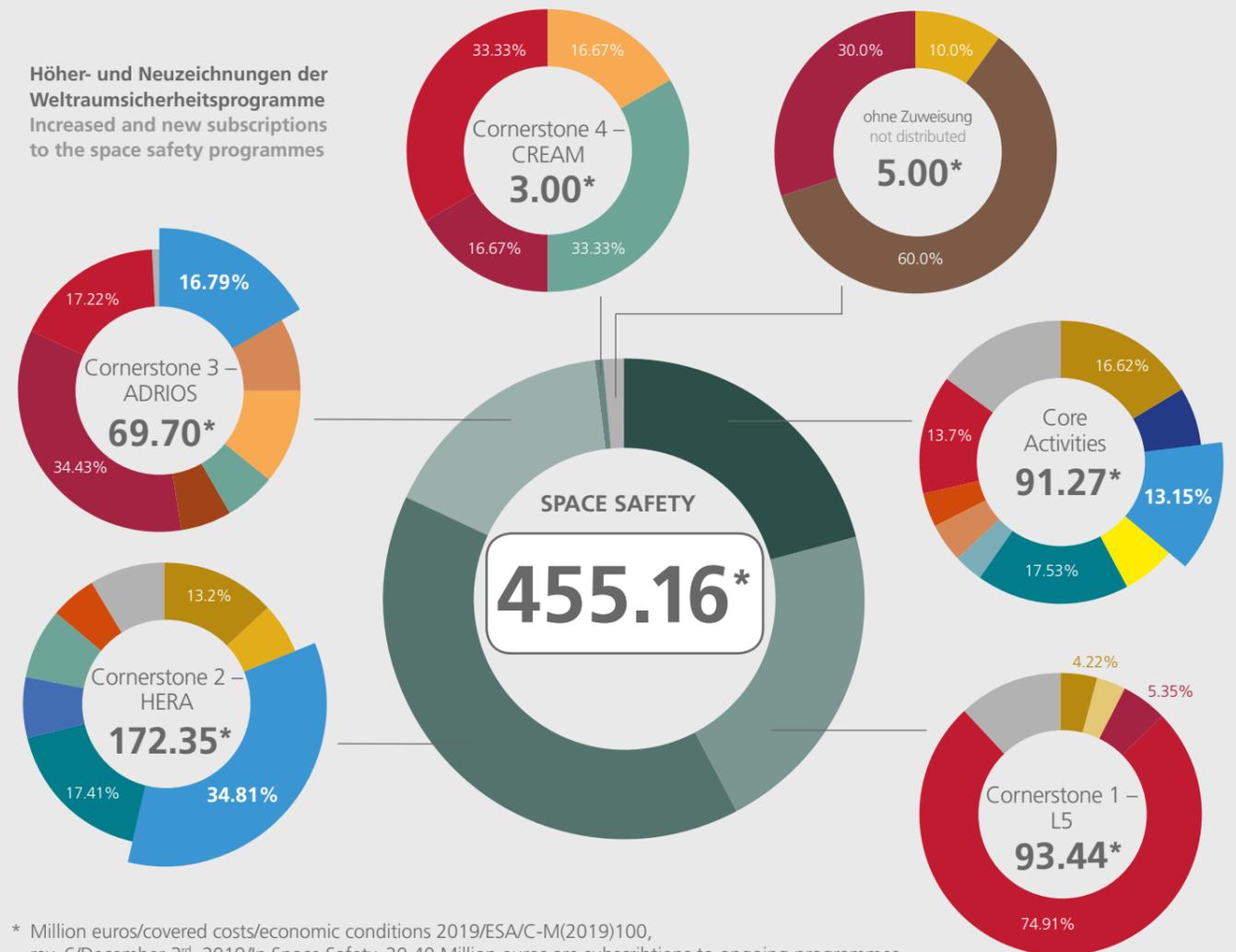
Künstliche Intelligenz schützt vor Kollisionen

Künstliche Intelligenz (KI) ist eine Schlüsseltechnologie und wird die Zukunft vieler Branchen grundlegend verändern. So könnte sie auch beim Betrieb von Satelliten helfen und Flugmanöver planen, um mögliche Kollisionen mit Weltraumschrott zu vermeiden. Momentan liegt die Verantwortung für diese Kurskorrekturen noch beim Menschen. Allerdings erhöht sich die Anzahl von Objekten im Orbit rapide. Bei geplanten Megakonstellationen, bestehend aus tausenden von Satelliten, werden wir nicht mehr in der Lage sein, diese Aufgabe alleine auszuführen. Hier soll die Künstliche Intelligenz einen wichtigen Beitrag zur Weltraumsicherheit leisten und kann helfen, Kosten für den Betrieb von Satelliten zu reduzieren. Lösungen hierzu werden in **CREAM (Cornerstone 4)** erforscht. Deutschland hat sich in Sevilla nicht an diesem Programmelement beteiligt.

Artificial Intelligence as a safeguard against collisions

As an enabling technology, **Artificial Intelligence (AI)** will change the future of many industries from the ground up. In the operation of satellites, for instance, it might help to plan flight manoeuvres to avoid collisions with space debris objects. At present, such course corrections are carried out by human personnel. The problem is that the number of objects in orbit is growing rapidly. For the mega-constellations comprising thousands of satellites that are now being planned, however, human operators will no longer be able to handle this task on their own. This is where Artificial Intelligence is intended to make an important contribution towards safety in space, while at the same time helping to reduce the cost of satellite operations. Solutions to the problem are being explored under **CREAM (Cornerstone 4)**. Germany has not subscribed to this programme element in Sevilla.

Höher- und Neuzeichnungen der Weltraumsicherheitsprogramme Increased and new subscriptions to the space safety programmes



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019/In Space Safety, 20.40 Million euros are subscriptions to ongoing programmes

Zum Lesen der Infografiken bitte die Legende auf der Seite 91 öffnen
To read this infographics, please open the caption on page 91



STARTBEREIT

Europas Antwort auf den wachsenden Wettbewerb im Trägerraketenmarkt

Von den deutschen ESA-Delegierten und Beratern Holger Burkhardt, Dr. Claus Lippert und Denis Regenbrecht; sowie Philip Kausche

Der globale Markt für Trägerraketen ist seit einigen Jahren einem heftigen Wandel unterworfen. Private Raumfahrtunternehmen – allen voran SpaceX – bieten Raketenstarts zu sehr günstigen, stetig sinkenden Preisen an und wetteifern so mit den institutionellen Trägern um Kunden. Zusätzlich drängen neue private Startdienstleister in den Markt, die Kleinträger für Cube- und Nanosatelliten anbieten. Mit diesen Trends ist auch die europäische Weltraumorganisation ESA konfrontiert. Die zukünftigen Träger Ariane 6 und Vega-C müssen in der Entwicklung und Produktion günstiger werden, um in diesem Wettbewerb mithalten zu können. Dafür hat die ESA bei Space19+ in Sevilla die Weichen gestellt. In speziellen Programmen werden innovative Entwicklungen wie 3D-gedruckte Triebwerke sowie Technologien für bessere Strukturen und Oberstufen angeschoben, die die Produktionskosten senken sollen. Die deutsche Industrie ist bestens aufgestellt, um ihren Beitrag zu einer wettbewerbsfähigen Ariane 6 zu leisten. Auch bei den Kleinträgern bringt die Bundesrepublik Europa auf Kurs. Dank einer Initiative der deutschen Delegation können nun Microlauncher-Unternehmen ESA-Mittel aus einem neuen Programm erhalten. So sollen sie in einen vielversprechenden Markt kommen, der momentan noch von den USA und China dominiert wird. Insgesamt hat Deutschland auf der Ministerratskonferenz in Sevilla rund 584 Millionen Euro in die Trägerprogramme investiert und damit auch die Startanlagen am europäischen Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guayana) gesichert. So sorgt die Bundesrepublik dafür, dass Europas Tor zum Weltraum weiterhin offenbleibt.

READY TO GO

Europe's response to growing competition on the launcher market

By Germany's ESA delegates and advisers Holger Burkhardt, Dr. Claus Lippert, and Denis Regenbrecht; as well as Philip Kausche

The global launcher market has recently seen a period of massive change. Private space companies – first and foremost SpaceX – now offer launch vehicles at a very affordable and ever-decreasing price, competing for the same buyers as publicly funded launchers. In addition, new commercial launch service providers are pushing onto the market offering small carrier rockets for cubesats and nanosatellites. The European Space Agency ESA is confronted with these trends, too. To hold their own within that competitive environment, Europe's future Ariane 6 and Vega-C launchers must become cheaper in terms of development and production. At the Seville meeting of the Council at Ministerial Level, ESA has now prepared the ground for that to happen. A series of special programmes will support developments like 3D-printed engines and enhanced upper-stage technologies to cut production costs. German companies are in an excellent position to perform their share in making Ariane competitive. In the area of small launchers, too, Germany can put Europe back on track. Following an initiative by the German delegation, the manufacturers of microlaunchers will now receive ESA funding from an entirely new programme. This will help them move onto a promising new market that is currently dominated by the USA and China. At the ESA Ministerial Council meeting in Seville, Germany committed an overall investment of some 584 million euros into the launcher programmes, thus also safeguarding the operation of the launch facilities at Europe's spaceport in Kourou, French Guiana. By making this move, the Federal Republic is helping to keep the door to space open for Europe.

- +++ CSG +++ subscribed 27/11/2019 +++ 13:00 CET +++ CIP – Ariane 6 Competitiveness Improvements +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:27 CET +++ CIP – Ariane 6 Future Upper Stage Preparation +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:31 CET +++ CIP – Vega-C Competitiveness Improvements +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:35 CET +++ CIP – Vega Evolution Preparation +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:39 CET +++ Additional Activities Vega +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:43 CET +++ FLPP – Core Element +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:47 CET +++ FLPP – Prometheus +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:51 CET +++ FLPP – Themis +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:55 CET +++ Space Rider +++ subscribed 28/11/2019 +++ 11:59 CET +++ CSTS – Commercial Space Transportation Services Element +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:03 CET +++ CSTS – Support to Participating States Element +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:07 CET +++ Ariane 6 & P120 C Transition – Step 2 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:11 CET +++ LEAP – Ariane 5 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:15 CET +++ LEAP – Ariane 6 +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:19 CET +++ LEAP – Vega C +++ subscribed 28/11/2019 +++ 12:23 CET +++

Die Ariane 6 ist Europas Antwort auf eine wachsende Konkurrenz im Markt der Trägerraketen: Neue Technologien, Materialien und Komponenten sollen die Starts günstiger und damit die Rakete wettbewerbsfähiger machen.
 Ariane 6 is Europe's response to the growing competition in the launcher market: new technologies, materials and components will make launches less expensive and increase the rocket's competitiveness.

BERTA – Europas erstes vollständig 3D-gedrucktes Raketentriebwerk

Damit die **Ariane 6** sich im anhaltenden globalen Wettbewerb behaupten kann, muss sie günstiger und gleichzeitig wiederzündbar werden. Beide Voraussetzungen erfüllt **BERTA (Bi-Ergöler Raumtransport-Antrieb)** – Europas erstes vollständig 3D-gedrucktes Raketentriebwerk, das bei ArianeGroup in Ottobrunn gefertigt wurde. 3D-Druck liefert für den Triebwerkbau verschiedene Vorteile. So lassen sich die Produktionszeiten signifikant verringern. Derzeit werden zum Beispiel Brennkammern in Europa zuerst gegossen und geschmiedet. Anschließend werden Kühlkanäle ausgefräst, die dann mittels galvanischer Prozesse abgedeckt werden. Übliche Lieferzeiten betragen bis zu einhalb Jahre. Mit additiver Fertigung können vollständige Triebwerke dagegen innerhalb weniger Wochen geliefert werden. Bei **BERTA** wurden im 3D-Druck-Verfahren sowohl der Einspritzkopf aus korrosionsbeständiger Nickelbasislegierung als auch die Brennkammer aus Edelstahl durch selektives Laserschmelzen hergestellt. Ein Laser schmilzt schichtweise den Werkstoff des finalen Bauteils in Pulverform auf eine Grundplatte. Außerdem hat **BERTA** ein komplexes, druckbares Design für die Kühlkanäle, das ein besseres Kühlverhalten der Brennkammer sicherstellt. Durch die optimierte Kühlung können Brennkammern künftig kompakter gebaut werden, was Material einspart. Antriebe dieser Art können sehr zuverlässig und mehrfach gezündet werden und eignen sich somit für längere Missionen. Die neue **Kick-Stufe** der **Ariane 6** soll mit **BERTA** angetrieben werden. Aber es kann nicht nur für den erdnahen Bereich eingesetzt werden, sondern auch für Missionen über den Erdborbit hinaus. Dafür wurde ein Demonstrator des Triebwerks auf dem **Prüfstand P8 am DLR-Standort in Lampoldshausen** erfolgreich getestet.

BERTA – Europe's first rocket engine that is completely 3D-printed

To ensure that **Ariane 6** can hold its own in a global market where competition is growing more and more acute, it must become cheaper and re-launchable. Both these conditions are met by **BERTA (Bi-propellant rocket engine)**, Europe's first-ever fully 3D-printed rocket engine, produced at ArianeGroup's Ottobrunn site. When it comes to building rocket engines, 3D printing has several advantages. Production times are significantly shorter. In Europe, combustion chambers are usually cast and forged. Cooling channels are cut out and surfaces are later coated in a series of galvanic processes. Typical delivery periods can be up to eighteen months. Additive manufacturing technology can produce a complete engine within a few weeks. In the case of **BERTA**, both the injector made of a corrosion-resistant nickel-base alloy and the stainless-steel combustion chamber were produced by selective laser melting in a 3D printing process, whereby a laser beam layer by layer melts and deposits the powdered material of the final component on a substrate plate. Moreover, **BERTA** features cooling channels of a complex printable design which ensure an enhanced cooling performance of the combustion chamber. Improved cooling means that future combustion chambers can be built in a smaller size, which reduces material consumption. Engines built in this way can be ignited very reliably and repeatedly, which makes them the obvious choice for longer missions. The new **kick stage** of **Ariane 6** will be propelled by **BERTA**. The system is not limited to missions close to Earth but can also go on missions beyond the Earth orbit. A demonstrator of this rocket engine was successfully tested on the **P8 testbed at DLR's Lampoldshausen site**.



Neues Programm macht Ariane wettbewerbsfähig

Seit der letzten Ministerratskonferenz 2016 in Luzern hat sich der Preiskampf im Trägermarkt weiter fortgesetzt. Die Startpreise auf dem kommerziellen Markt sind weiter gesunken. Damit die zukünftigen europäischen Träger Raketen **Ariane 6** und **Vega-C** in diesem Wettbewerb bestehen können, müssen sie möglichst kosteneffizient entwickelt und produziert werden. Daher richtet die ESA die Trägerprogramme neu aus und bündelt zukünftige Entwicklungen im **Competitiveness Improvement Programme (CIP)**, um bei beiden Raketen die Kosten in einem ersten Schritt um jeweils zehn Prozent zu senken. Die Aufträge hierfür werden erst dann vergeben, wenn zuvor das Erreichen der Kostenreduktionsziele verbindlich nachgewiesen wurde. Technologisch liegen die vielversprechendsten Wege zur Kostensenkung bei der **Ariane 6** vor allem in einer Erhöhung der Nutzlastkapazität bei der kleineren **Ariane 62** um 500 Kilogramm in die sogenannte geostationäre Transferbahn (GTO) und in der Entwicklung einer sogenannten **Kick-Stufe**. Sie soll die Missionsflexibilität der Rakete deutlich erhöhen und sie damit wettbewerbsfähiger machen.

Neben der Entwicklung der **Kick-Stufe** ist Deutschlands Industrie und Forschung besonders im Bereich der **Flüssigantriebe** – hier vor allem bei **BERTA** (siehe Kasten auf Seite 84) – und bei **Strukturen** und **Oberstufentechnologien** stark vertreten. Darüber hinaus sollen auch die Nutzung von Systemmargen und die Industrialisierung verbessert werden und so für weitere Kosteneinsparungen sorgen. Eine hohe deutsche Beteiligung von mehr als 91 Millionen Euro zum **CIP-Programm** hat die Weichen in Richtung einer marktfähigen **Ariane 6** gestellt und außerdem dazu geführt, dass Abnahmetests und Endmontage des **Vinci-Triebwerks** vom französischen Vernon zum **DLR nach Lampoldshausen** verlegt und damit die deutsche Wertschöpfung in der Produktion gesteigert werden kann. Mit ihrem Engagement sichert die Bundesregierung darüber hinaus den langjährigen industriellen Rückfluss während der Produktionsphase nach Deutschland und damit mehr als 1.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze in München, Augsburg, Lampoldshausen sowie Bremen. Deutschland ist nach Frankreich zweitgrößter Teilnehmer am **Ariane-Programm** und unterstützt damit signifikant die Sicherstellung des unabhängigen europäischen Zugangs zum Weltraum. Derzeit ist Deutschland mit ungefähr 17 Prozent an der Ariane-5-Produktion und mit circa 23 Prozent am Entwicklungsprogramm zu **Ariane 6** beteiligt.

Technologienachschub garantiert

Während im **CIP-Programm** produktbegleitende Verbesserungen stattfinden, werden im **Future Launchers Preparatory Programme (FLPP)** die Weichen in Richtung Zukunft gestellt, indem trägerübergreifende Technologien entwickelt und vorqualifiziert werden. Zahlreiche in **FLPP** entstandene Technologien, wie das **Vinci-Oberstufen-Triebwerk**, die Wiederzündung mit kryogenen Treibstoffen, additive Fertigung, Reib-Rühr-Schweißen und Vorentwicklungen zur **Kick-Stufe**, sind in das technische Konzept der aktuellen **Ariane 6** eingeflossen. Ohne die in diesem Programm entwickelten Technologien könnten die ambitionierten Kostenziele bei der Herstellung und für den Betrieb der **Ariane 6** nicht erreicht werden. **FLPP** sorgt aber auch für die fernere Zukunft vor. Mit dem **Prometheus-Demonstrator** wird ein wiederverwendbarer und extrem kostengünstiger Raketenmotor entwickelt, der mit Sauerstoff und Methan angetrieben werden soll. Diese kostengünstige Technologie neben Methan auch für Wasserstoff und damit für die bestehenden Ariane-Triebwerke **Vulcain** und **Vinci** einsetzbar zu machen, war ein Anliegen der deutschen Delegation, das erfolgreich umgesetzt werden konnte. Mit einer Beteiligung von 137 Millionen Euro in Sevilla hat die Bundesrepublik als Programmführer im **FLPP** die Weichen in diese Richtung gestellt und zusätzlich die Entwicklungskompetenz in Deutschland gefestigt.

New programme to shore up Ariane's competitiveness

Since the last conference of the Ministerial Council in Lucerne in 2016, the price war in the launcher market has been continuing, with launch prices on the commercial market constantly falling. To ensure that the future European launch vehicles **Ariane 6** and **Vega-C** can hold their own in this race, they need to be developed and produced as cost-efficiently as possible. For this reason, ESA is realigning its launcher programmes, pooling future developments under the **Competitiveness Improvement Programme (CIP)** whereby the cost of both rockets will be reduced by ten per cent each in a first step. Under the programme, contracts will be awarded only if it has been conclusively verified that the cost-reduction targets have been met. The technologically most promising ways of reducing the cost of **Ariane 6** are, above all, to add 500 kilogrammes to the payload capacity of the smaller **Ariane 62**, which will head into the geostationary transfer orbit (GTO), and to develop a so-called **kick stage**, which should markedly increase the rocket's mission flexibility and thereby render it more competitive.

Besides the development of the kick stage, German companies and science institutions are particularly active in the fields of liquid-fuel engines, especially **BERTA** (see box), as well as **structures** and **upper-stage technologies**. Moreover, the exploitation of system margins and industrial-scale manufacturing is intended to reduce costs yet further. Amounting to more than 91 million euros, Germany's high subscription to the **CIP programme** has put **Ariane 6** on course for greater competitiveness. It has also led to a relocation of the acceptance tests and final assembly of the **Vinci engine** from French Vernon to the **DLR site in Lampoldshausen**, thus increasing the proportion of added value created in Germany. The Federal Government's commitment secures the geographic return in the shape of long-term industrial contracts throughout the production phase and, by the same token, safeguards more than 1,000 highly skilled jobs in Munich, Augsburg, Lampoldshausen, and Bremen. The second most important participant in the **Ariane** programme after France, Germany significantly helps to maintain Europe's independent access to space. At the moment, Germany holds a share of about 17 per cent in the production of Ariane 5 and about 23 per cent in the **Ariane 6** development programme.

A guaranteed supply of fresh technology

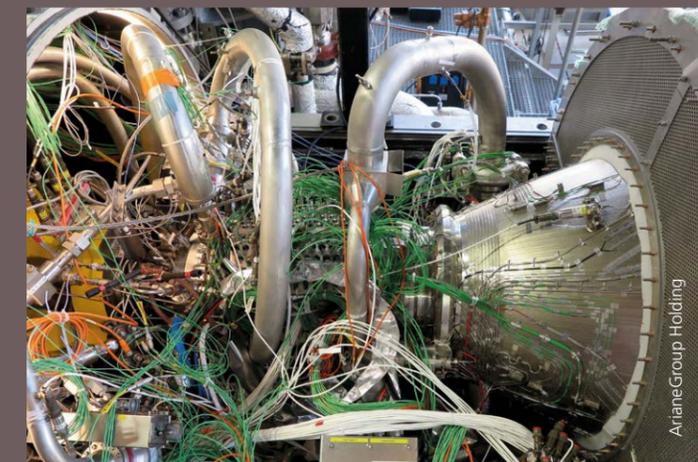
While the **CIP programme** is concerned with product-supporting improvements, the **Future Launchers Preparatory Programme (FLPP)** marks out a course for the future by developing and qualifying launcher-independent technologies. Numerous technologies developed under **FLPP**, such as the **Vinci** upper-stage engine, reignition with cryogenic fuels, additive manufacturing, friction stir welding, and preliminary developments relating to the **kick stage** have been incorporated into the technical concept of today's **Ariane 6**. Without the technologies developed under this programme, it would be impossible to reach the ambitious cost targets in the manufacture and operation of **Ariane 6**. However, **FLPP** also looks at the more remote future. The **Prometheus** demonstrator which is currently being developed is a reusable and extremely cost-efficient rocket engine that is to be fuelled with oxygen and methane. One of the requests of the German delegation which met with approval was to transfer this cost-efficient technology to the existing Ariane engines **Vulcain** and **Vinci** by enabling it to work not only with methane but also with hydrogen. By subscribing 137 million euros at Sevilla, the Federal Republic of Germany in its capacity as **FLPP** programme leader moved things in that direction, while additionally strengthening Germany's development competence.

ETID – höhere Leistung bei geringerem Gewicht

Nachdem das neue Triebwerkmodell **ETID (Expander-Cycle Technology Integrated Demonstrator)** auf dem **DLR-Prüfstand P3.2 in Lampoldshausen** unter Weltraumbedingungen erfolgreich getestet wurde, sollen **ETID**-Technologien zukünftig im **FLPP**-Rahmen weiterentwickelt werden, um sie in einem nächsten Schritt für Verbesserungen des **Vinci-Triebwerks** und der **Ariane-6-Oberstufe** einsetzen zu können. Durch neue Herstellungsverfahren und verbesserte Bauteile werden gleichzeitig die Leistungsdichte des Antriebs erhöht und die Produktionskosten gesenkt. Durch das eingesparte Gewicht des kompletten Antriebs kann die Rakete mehr Nutzlast transportieren, und durch den Einsatz kostengünstigerer Herstellungsverfahren und Materialien lassen sich die Startkosten reduzieren. Diese Vorteile können im harten Wettbewerb auf dem internationalen Trägermarkt entscheidend sein. Dabei gibt es von **ETID** drei verschiedene Konfigurationen. Sie unterscheiden sich in den Fertigungsverfahren von Schubkammer, Zündsystemen, Düsen und Ventilen, wobei die Anzahl der Bauteile immer weiter reduziert und so Prozessschritte, Kosten und Zeit eingespart werden. Hat die erste Konfiguration des **ETID-Einspritzkopfes** noch eine Grundplatte, die aus einem Block gefräst wurde und zudem bereits Teile der Einspritzelemente enthält, wird bei der zweiten Konfiguration die Grundplatte schon im 3D-Druckverfahren hergestellt. Hat man mit der Umstellung von herkömmlichen Verfahren auf Konfiguration eins schon 80 Prozent der Bauteile eingespart, so verringert die zweite noch einmal Fertigungsdauer, Anzahl der Fertigungsschritte und Gewicht. Ein dritter Einspritzkopf wird dann vollständig gedruckt, sodass das Bauteil aus einem Guss besteht. In diesem europäischen Projekt stammen das Triebwerkmodell, die Brennkammer und der Einspritzkopf von der Ariane-Group aus Deutschland.

ETID – more engine power and less weight

After successful testing under space conditions on the **P3.2 test bench at the DLR site in Lampoldshausen**, the new rocket engine model **ETID (Expander-Cycle Technology Integrated Demonstrator)** technology is to enter its next development step under **FLPP**, and will, in a next step, be employed to enhance the **Vinci engine** and the **upper stage of Ariane-6**. New manufacturing techniques and improved components will both increase the volume power density of the engine and at the same time bring down its manufacturing costs. With the weight of the engine reduced, the rocket can carry more payload, and the use of low-cost manufacturing techniques and materials will reduce the overall launch costs. In the harsh competitive climate prevailing on the international launcher market, these advantages can be a decisive factor. **ETID** comes in three configurations, which differ in terms of the manufacturing process of the thrust chamber, ignition system, nozzles and valves. In all three, the number of components is cut back, saving process steps, time and expenditure. While the first configuration of an **ETID injection head** still has a base plate, milled out of a single block, and already contains some of the injector elements, in the second configuration the base plate is 3D printed. Whereas the transition to Configuration 1 will already result in 80 per cent fewer individual components, the second version brings another reduction of manufacturing time, number of steps, and weight. A third version of the injection head will be entirely 3D-printed, and thus consist of only one solid piece. Under this European project, the engine model, combustion chamber and injection head are all made by ArianeGroup in Germany.



ArianeGroup Holding

Weichen in Richtung Zukunft gestellt

Kleinträger – die sogenannten **Microlauncher** – gewinnen in der kommerziellen Raumfahrt immer stärker an Bedeutung. Weltweit werden über 100 kommerzielle Projekte gezählt. Einige wenige dieser Systeme – vor allem amerikanische und chinesische – sind dabei bereits im Einsatz oder stehen kurz vor ihrem Jungfernflug. In Europa hinken die Firmen diesem Trend ein wenig hinterher. Erstflüge sind frühestens ab 2020 oder 2021 geplant. Mit dem neuen **CSTS-Programm (Commercial Space Transportation Services and Support to Member States)** der ESA soll sich das ändern. Hier werden – zurückgehend auf eine Initiative der deutschen Delegation – zukünftig kommerzielle Raumtransportdienste im Bereich der Kleinträger unterstützt. Die Bundesrepublik hat mit einer Beteiligung von 27,5 Millionen Euro die Führung vor dem Vereinigten Königreich in diesem Programm übernommen und damit den Grundstein gelegt, dass die **Microlauncher**-Aktivitäten gerade in Deutschland ausgebaut werden. Bislang drängen hier drei Unternehmen in diesen neuen Markt: die Isar Aerospace Technologies GmbH, die Hylmpulse Technologies GmbH und die zur OHB-Gruppe gehörende Rocket Factory Augsburg GmbH. Alle haben jeweils privates Kapital bis in den zweistelligen Millionenbereich akquiriert. Zudem hat die britisch-dänische Orbex mit der Orbital Express Launch UG ebenfalls eine Niederlassung in München. Falls ein deutsches **Kleinträger-Start-up** technisch und wirtschaftlich erfolgreich wäre, könnte es einen jährlichen Umsatz im zwei- bis niedrigen dreistelligen Millionenbereich „einfiegen“. Das aufgebaute Know-how könnte dann auch dazu geeignet sein, die „klassische“ europäische Trägerindustrie technisch und preislich herauszufordern und so zu einem kostengünstigeren institutionellen Zugang zum Weltraum führen.

Absicherung der Zukunft

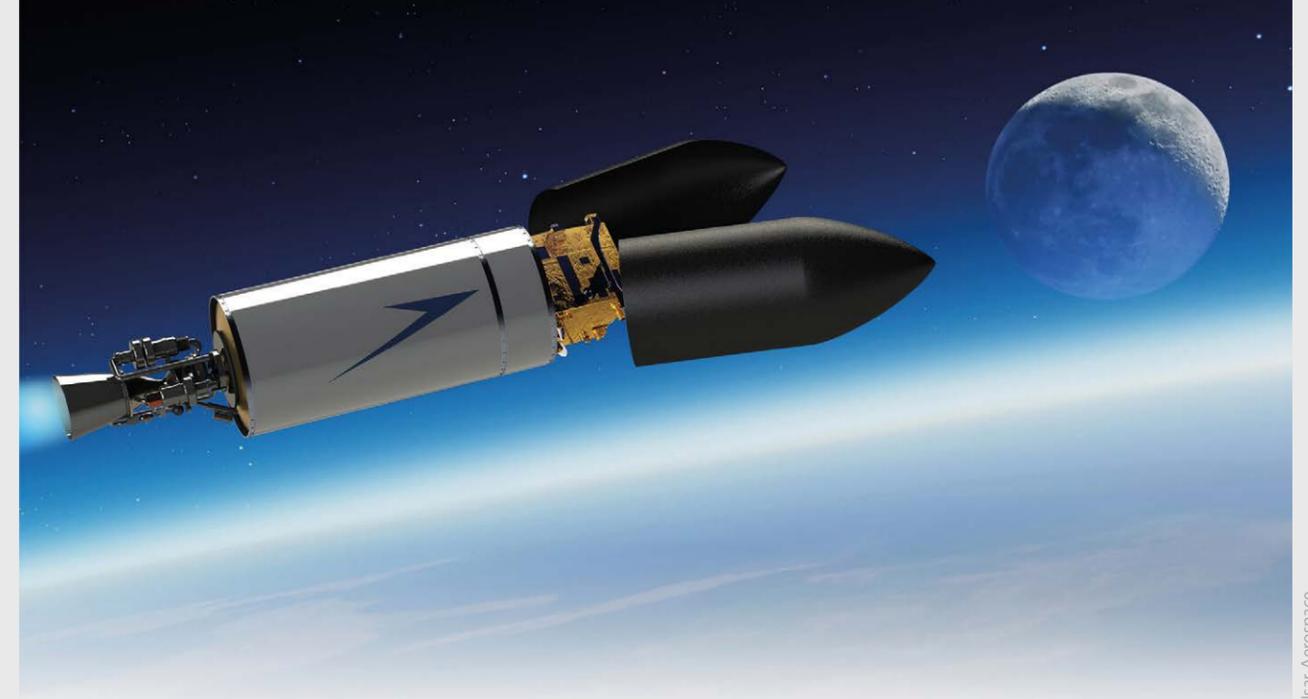
Die Absicherung des laufenden Trägerbetriebs durch die Programme **LEAP (Launchers Exploitation Accompaniment Programme)** und **CSG (Centre Spatial Guyanais)** ist ein wichtiger Grundpfeiler des europäischen Raumtransports, ohne den der Einsatz der europäischen Träger nicht möglich wäre. Ein für Deutschland überaus wichtiger Teil des **LEAP** für **Ariane 6** besteht in der **Modernisierung des Triebwerktestzentrums am DLR-Standort in Lampoldshausen**. Mit einer signifikanten Investition wird dieser Standort noch zukunftsfähiger gemacht und seine Position **als das europäische Testzentrum für Flüssigantriebe** weiter gestärkt. Teil der beschlossenen Finanzierungsphase für den Zeitraum 2020 bis 2024 für den **europäischen Raumfahrtbahnhof in Kourou (CSG)** ist neben den bisherigen Wartungs- und Betriebsaktivitäten auch die Programminitiative **Core Launch Range Renewal (CLRR)**. Damit werden das **CSG** modernisiert und damit die **Ariane-6**-Betriebskosten gesenkt sowie die Möglichkeit geschaffen, gezielter auf Kundenansprüche einzugehen. Der Startplatz in Französisch-Guayana stellt mit seiner Infrastruktur **Europas ungehinderten Zugang zum Weltraum** und damit auch die politische Souveränität sicher. Die Gesamtkosten des Betriebs werden zu zwei Dritteln von den ESA-Mitgliedsstaaten über dieses Pflichtprogramm und zu einem Drittel von Frankreich aus nationalen Mitteln getragen. Deutschland investiert 95 Millionen Euro in **CSG**.

Der Bau der Ariane-6-Startanlage ELA 4 am europäischen Weltraumbahnhof Kourou (Französisch-Guayana) schreitet voran.

The construction of the launch complex ELA 4 for Ariane 6 at Europe's spaceport in Kourou (French Guiana) is in progress.



ESA/CNES/Arianespace/Optique vidéo du CSG - P. Baudon



Isar Aerospace

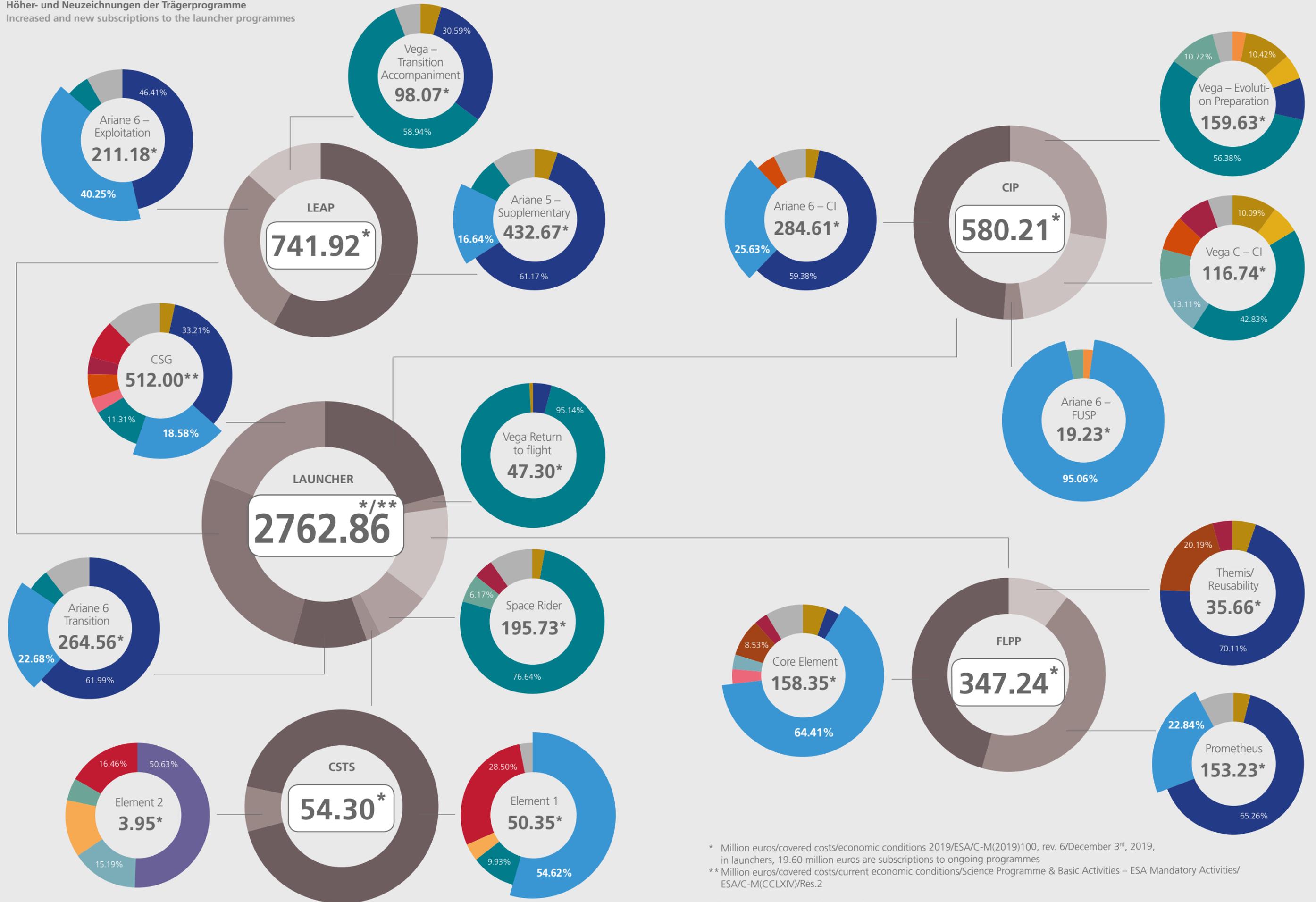
Getting ready for the future

In the commercial space sector, small rockets called **microlaunchers** are gaining steadily in importance. The worldwide count is currently over 100 commercial projects. A very small number of these systems, mainly of American or Chinese origin, are already operating, or are close to their maiden flight. European companies are still catching up with this trend. No maiden flights are scheduled until 2020 or 2021. It is hoped that the new **Commercial Space Transportation Services and Support to Member States (CSTS)** programme will change all that. Following an initiative by the German delegation, the programme will support future commercial space transport services involving **microlaunchers**. Accounting for a share of 27.5 million euros, Germany has taken the lead in the programme and is now ahead of the United Kingdom, preparing the ground for a future expansion of microlauncher activities with a focus on Germany. So far, only three companies have been pushing forward on the market, namely Isar Aerospace Technologies GmbH, Hylmpulse Technologies GmbH, and Rocket Factory Augsburg GmbH, which latter belongs to the OHB Group. Each of these has already acquired private capital in the double-digit million range. Moreover, the British-Danish Orbex company has a branch in Munich, the Orbital Express Launch UG. If a German **microlauncher start-up** were technologically and economically successful, it might 'bring home' annual business in the two to lower three-digit million range. The know-how accumulated in the process might also be useful in challenging the 'classic' European launcher industry in terms of technology and pricing, which might lead to greater cost-efficiency in the public-sector access to space.

Staying operational

As safeguards of ongoing launcher operations, the programmes **LEAP (Launchers Exploitation Accompaniment Programme)** and **CSG (Centre Spatial Guyanais)** are important pillars of European space transport, programmes without which the operation of European launchers would be impossible. An element of the **Ariane 6 LEAP** that is eminently important for Germany is the **modernisation of the engine test centre** at the **DLR site in Lampoldshausen**. A significant investment will make this facility even more future-ready, besides further strengthening its position **as the European centre for liquid-fuel engines**. As far as the **European spaceport in Kourou (CSG)** is concerned, the funding phase adopted for the period from 2020 to 2024 includes the **Core Launch Range Renewal (CLRR)** programme initiative besides the regular servicing and operation activities. The outcome will be a modernised **CSG**, lower cost of operating **Ariane 6**, and a way of catering more specifically to customer requirements. The launch site in French-Guiana and its infrastructure serves to **secure Europe's open access to space** and, by the same token, acts as an element of political sovereignty. Under this mandatory programme, two thirds of the overall cost of operation are borne by ESA member states, while one third is paid by France from its national budget. Germany's investment in **CSG** amounts to 95 million euros.

Höher- und Neuzeichnungen der Trägerprogramme
Increased and new subscriptions to the launcher programmes



* Million euros/covered costs/economic conditions 2019/ESA/C-M(2019)100, rev. 6/December 3rd, 2019, in launchers, 19.60 million euros are subscriptions to ongoing programmes
 ** Million euros/covered costs/current economic conditions/Science Programme & Basic Activities – ESA Mandatory Activities/ESA/C-M(CCLXIV)/Res.2

BUSINESS LAUNCH



Raum ist in der kleinsten Hütte: Diesen Spruch aus einem Gedicht von Friedrich Schiller nahm die deutsche Delegation in Sevilla wörtlich und besprach sich regelmäßig im Team.
Room is in the smallest dwellings: the German delegation took this quote from a Friedrich Schiller poem quite literally, squeezing into a tiny conference room for their regular meetings.



Für Dr. Gerd Kraft, ESA-Programmdirektor im DLR Raumfahrtmanagement in Bonn, war das europäische Gipfeltreffen in Sevilla die letzte Ministerratskonferenz, die er vorbereitet und begleitet hat. Ein schöner und spannender „Ausstand“ vor dem Ruhestand.
The Seville 'summit' was the last meeting at ministerial level organised by Dr Gerd Kraft, ESA Programme Director at the DLR Space Administration, who has now retired. It was an exciting conclusion of his career.



Die Spitze der deutschen Delegation in Sevilla, der Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt, Thomas Jarzombek, MdB (rechts) und Dr. Walther Pelzer, DLR-Vorstand für das Raumfahrtmanagement (Mitte), hier im Gespräch mit Daniel Neuenchwander, ESA-Direktor für Trägersysteme
The head of the German delegation in Seville, the aerospace coordinator, Thomas Jarzombek (right), and Dr Walther Pelzer, Member of the DLR Executive Board responsible for the Space Administration (centre), in talk with Daniel Neuenchwander, ESA Director of Space Transport



Hüterinnen der Zahlen: Karoline Marburger (links) und Vicky Hilgert haben in Sevilla den Überblick über alle Zeichnungen behalten.
Staying on top of all the numbers: in Seville, Karoline Marburger (left) and Vicky Hilgert acted as 'guardians' of the budgets.



Die deutsche Delegation bei der „Space19+“ in Sevilla mit Delegationsleiter und Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt, Thomas Jarzombek, MdB (Mitte), Vertretern der Bundesministerien BMWi und BMVI und dem Team des DLR Raumfahrtmanagements mit Vorstand Dr. Walther Pelzer (Mitte links)
The German delegation at 'Space19+' in Seville with its head Thomas Jarzombek as the Federal Government's aerospace coordinator (centre), representatives of the Federal Ministries BMWi and BMVI as well as the team of the DLR Space Administration including Executive Board Member Dr Walther Pelzer (centre left)

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
- Slowenien | Slovenia
- Tschechische Republik | Czech Republic
- Ungarn | Hungary
- Vereinigtes Königreich | United Kingdom
- Andere Mitgliedsländer | Other member states

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Es betreibt Forschung und Entwicklung in den Schwerpunkten Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr sowie in den Querschnittsbereichen Sicherheit und Digitalisierung. Das im DLR angesiedelte Raumfahrtmanagement erfüllt die Aufgabe der deutschen Raumfahrtagentur und setzt in dieser Funktion die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung um. Das Raumfahrtmanagement integriert die deutschen Raumfahrtaktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene und vertritt im Auftrag der Bundesregierung die deutschen Raumfahrtinteressen weltweit. Zu den Aufgaben gehören insbesondere die Konzeption und Umsetzung des nationalen Raumfahrtprogramms sowie die Steuerung der deutschen Beiträge für die Europäische Weltraumagentur ESA und die Europäische Organisation zur Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT).

DLR at a glance

The German Aerospace Center (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; DLR) is the Federal Republic of Germany's research centre for aeronautics and space. The organisation also completes research in the areas of energy, transport, security and digitalisation. The DLR Space Administration acts as Germany's space agency and, in this capacity, implements the Federal Government's space strategy. It has approximately 300 employees and is based in Bonn. The DLR Space Administration coordinates German space activities at national and European levels and represents German space interests worldwide on behalf of the Federal Government. Its tasks include the planning and implementation of the national space programme and the management of Germany's contributions to the European Space Agency (ESA) and the European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT).

DLR.de/rd

Impressum | Imprint

Newsletter COUNTDOWN – Aktuelles aus dem DLR Raumfahrtmanagement | Topics from the DLR Space Administration
Herausgeber | Publisher: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) | German Aerospace Center (DLR)

Redaktion | Editorial office: Paul Feddeck (ViSdP) (responsible according to the press law), Elisabeth Mittelbach (Teamleitung, Imprimatur) (Team Leader, imprimatur), Martin Fleischmann (Redaktionsleitung und Autor) (Editor in Chief and author)

Königswinterer Straße 522–524, 53227 Bonn
Telephone +49 (0) 228 447-120
Telefax +49 (0) 228 447-386
E-Mail countdown@dlr.de

Druck | Printing: AZ Druck und Datentechnik GmbH, 87437 Kempten, www.az-druck.de
Gestaltung | Design: CD Werbeagentur GmbH, 53842 Troisdorf, www.cdonline.de

ISSN 2190-7072

ClimatePartner[®]
klimaneutral
Druck | ID 53106-1610-1007



Gedruckt auf umweltfreundlichem,
chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed on recycled, chlorine-free
bleached paper.

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe. Alle Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Erscheinungsweise vierteljährlich, Abgabe kostenlos. Reprint with approval of publisher and with reference to source only. Copyright DLR for all imagery, unless otherwise noted. Articles marked by name do not necessarily reflect the opinion of the editorial staff. Published quarterly, distribution free of charge.

Titelbild | Cover image: Sevilla, Hauptstadt der gleichnamigen Provinz, war am 27. und 28. November 2019 Austragungsort der ESA-Ministerratskonferenz. Der Copernicus-Erdbeobachtungssatellit Sentinel-2A hat die Stadt am Fluss Guadalquivir aufgenommen. (contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed by ESA) Seville, capital of the region with the same name, hosted the ESA Ministerial Council on November 27 and 28, 2019. The Copernicus Earth observation satellite Sentinel-2A has made this picture of the city at the Guadalquivir river. (contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed by ESA)

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

