



COUNTDOWN

newsletter

Aktuelles aus dem
DLR Raumfahrtmanagement

Topics from
DLR Space Administration

2/2020 · Nr. 39

Ein Marktplatz im Orbit
Deutschlands Weg in die Kommerzialisierung
der Internationalen Raumstation

A marketplace in space
Germany's path to the commercialisation of
the International Space Station



COUNTDOWN

newsletter



18

DIE CORONA-KRISE UND DIE RAUMFAHRT

Interview mit Thomas Jarzombek und Walther Pelzer

THE CORONA CRISIS AND ITS IMPACT ON THE SPACE SECTOR

Interview with Thomas Jarzombek and Walther Pelzer 6

FEINES NÄSCHEN

Mit der Weltraumspürnase E-Nose Infektionen auf der Spur

SNIFFING OUT PATHOGENS

Tracking down infections with the space-derived E-Nose 10

EIN MARKTPLATZ IM ORBIT

Deutschlands Weg in die Kommerzialisierung der ISS

A MARKETPLACE IN SPACE

Germany's path to the commercialisation of the ISS..... 18

GERINGE LASTEN AUF VIELEN SCHULTERN

DLR Raumfahrtmanagement startet Mikrolauncher-Wettbewerb

MULTIPLE LAUNCHES WITH SMALL PAYLOADS

DLR Space Administration rolls out the microlauncher competition 30

TANZ AUF DEM DRAHTSEIL

Weltfunkkonferenz legt wichtige Regeln fest

WALKING THE TIGHTROPE

The radiocommunication conference set out important rules 38

GEMEINSAM IM WELTRAUM

Wie sich die UN für eine nachhaltige Raumfahrt einsetzen

TEAMWORK IN SPACE MATTERS

How the UN is working towards the sustainable use of space.... 46

NAVIGATION RETTET LEBEN

ANKommEn unterstützt Einsatzkräfte auf schwierigem Terrain

NAVIGATION SAVES LIVES

ANKommEn supports emergency forces in difficult terrain 60

GEFAHR AUS DER TIEFE

Satellitendaten helfen bei der Überwachung von Bergbaufolgen

DANGER FROM THE DEPTHS

Satellite data assist in monitoring mining damage 68

MEHR SICHERHEIT IM ALL

Interview mit Generalleutnant Klaus Habersetzer

SECURING SPACE OPERATIONS

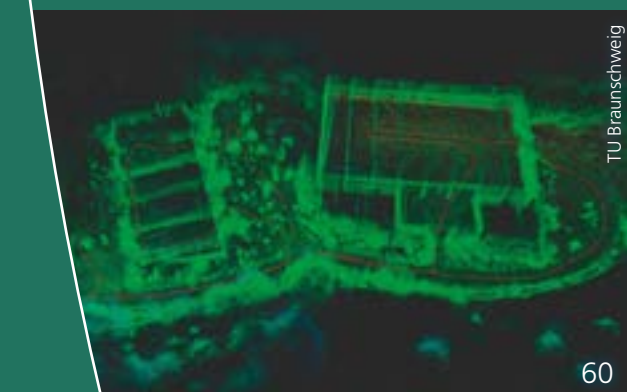
Interview with Lieutenant General Klaus Habersetzer 76



30



46



60



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,

vor einem halben Jahr wäre es für uns alle kaum vorstellbar gewesen: Eine globale Pandemie hält die ganze Welt in Atem, COVID-19 bestimmt unseren Alltag. Der „Lockdown“ trifft auch die nationale und internationale Raumfahrtindustrie – Projekte verzögern sich, Starts müssen verschoben werden, Aufträge können nicht fristgerecht erfüllt werden. Im DLR Raumfahrtmanagement haben wir in enger Abstimmung insbesondere mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unsere Prozesse an die außergewöhnliche Situation angepasst. Wir haben Maßnahmen in die Wege geleitet, um unseren Partnern in der Raumfahrtbranche zu ermöglichen, flexibler zu agieren, ihre Liquiditätssituation zu verbessern und dazu ein Maßnahmen-Benchmarking mit den großen europäischen Raumfahrtnationen durchgeführt. Auch mit der ESA stimmen wir uns sehr eng ab. Wir wollen in dieser Ausnahmesituation bestmöglich unterstützen und entlasten.

Gemeinsam mit Thomas Jarzombek, dem Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt, geben wir Ihnen in dieser COUNTDOWN (ab Seite 6) einen Überblick über die Auswirkungen von Corona auf die Raumfahrt, aber auch darauf, welchen Beitrag die Raumfahrt leisten kann, um einer Pandemie bestmöglich zu begegnen. Einen Überblick, was wir auf nationaler und europäischer Ebene, aber auch hausintern getan haben, finden Sie zudem auf unserer Homepage (<http://s.dlr.de/b2oq>).



Obwohl COVID-19 derzeit unseren Alltag prägt, beschäftigen uns auch andere Themen. Deshalb lade ich Sie ein, außerdem einen Blick auf die weiteren Inhalte dieses Heftes zu werfen. Mit einem Wettbewerb für Mikro-Launcher geht die Raumfahrtagentur einen großen Schritt. Wir beauftragen nicht, wir fördern nicht – wir schreiben einen Service im Wettbewerb aus und legen die Entwicklung der Lösungskonzepte in die Hände der Industrie. Ich nenne das „New Space“ in Umsetzung. Wir blicken zudem auf die kommerzielle Nutzung der Internationalen Raumstation am Beispiel der in Deutschland entwickelten neuen Außenplattform Bartolomeo. Die Förderung der branchenübergreifenden Zusammenarbeit Raumfahrt und Gesundheit beschreiben wir mit einem Beitrag über unsere neue „Space2Health“-Initiative. Und abschließend erläutert Generalleutnant Klaus Habersetzer im COUNTDOWN-Interview die strategische Zusammenarbeit zwischen Luftwaffe und Raumfahrtmanagement im Bereich der Weltraumlage.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und bleiben Sie gesund!

Ihr Walther Pelzer

Dear reader,

Six months ago, it would have been difficult for us all to imagine that a global pandemic would bring the world to a standstill – COVID-19 is dictating our everyday lives. The 'lockdown' is also affecting the space industry, both nationally and internationally. Projects are being delayed, launches have to be postponed, and orders cannot be fulfilled on time. At the DLR Space Administration, we have adapted our processes to this exceptional situation, in particularly close coordination with the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). We have initiated measures to enable our partners in the space industry to act more flexibly and improve their financial situation, and we have implemented a benchmarking scheme with the major European space nations. We are also coordinating very closely with ESA. We want to provide the best possible support and assistance in this exceptional situation.

In an interview with Thomas Jarzombek, the Federal Government Coordinator of German Aerospace Policy, this issue of COUNTDOWN (from page 6) discusses the impact of the Coronavirus outbreak on the space sector and examines the ways in which space science and engineering can contribute to countering a pandemic in the best possible way. An overview of our activities at national and European levels, and also in-house, can also be found on our website (German only, <http://s.dlr.de/b2oq>).

Although COVID-19 is currently shaping our everyday lives, we nonetheless remain interested in other topics. I therefore invite you to take a look at the many interesting articles included in this edition. With a competition for microlaunchers, the DLR Space Administration is taking a big step. We are not applying for funding, and we are not advertising – we have put a potential service out to competitive tender and placed the development of the solution concepts in the hands of industry. I refer to this as 'New Space' implementation. We are also looking at the commercial use of the International Space Station, using the example of the new Bartolomeo external payload platform that was developed and constructed in Germany. We are promoting cross-sectoral cooperation between the space and healthcare sectors with our new 'Space2Health' initiative. And last but not least, in a COUNTDOWN interview, Lieutenant General Klaus Habersetzer explains the strategic cooperation between the German Air Force and the DLR Space Administration.

I hope you enjoy reading this issue and stay healthy.

Yours, Walther Pelzer



<http://s.dlr.de/452j>

SPACE FACTS

+ + + Teleskop Hubble feiert seinen 30. Geburtstag

Vor 30 Jahren, genauer gesagt am 24. April 1990, startete Hubble vom Kennedy Space Center (Florida) in den Weltraum. Das Space Shuttle Discovery (Flug STS-31) brachte das Weltraumteleskop in eine Umlaufbahn 611 Kilometer über der Erde – der höchste Orbit, den ein Space Shuttle bis dahin angeflogen hatte. Das von der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA und der europäischen Weltraumorganisation ESA gemeinsam entwickelte Weltraumteleskop liefert uns seit seiner aufwändigen „Linsenkorrektur“ im Jahr 1993 einmalige Bilder von weit entfernten Galaxien wie der Großen Magellanschen Wolke im Jubiläumsbild „Cosmic Reef“. Hubble arbeitet im Bereich des elektromagnetischen Spektrums vom Infrarot über das sichtbare Licht bis in den Ultraviolettbereich und lässt uns so durch seinen 2,4-Meter-Spiegel das Universum mit anderen Augen sehen.

+ + + The Hubble Space Telescope turns 30

Thirty years ago, on 24 April 1990 to be precise, the Hubble Space Telescope was launched into space from Kennedy Space Center, Florida. The Space Shuttle Discovery (flight STS-31) brought the space telescope into an orbit 611 kilometres above Earth – the highest orbit a Space Shuttle had ever flown to at the time. Jointly developed by the US-American space agency, NASA, and the European Space Agency, ESA, Hubble has been providing us with unique images of distant galaxies since its complex 'lens correction' in 1993. One such example is its spectacular anniversary image 'Cosmic Reef', which reveals a star-forming region in the Large Magellanic Cloud. Hubble operates in the ultraviolet, visible, and near infrared regions of the electromagnetic spectrum, allowing us to see the universe through different eyes with its 2.4-metre diameter mirror.



<http://s.dlr.de/979j>

+ + + ICARUS beobachtet Tierwanderungen aus dem All

Welche Strecken legen Zugvögel und andere Wildtiere zurück? Diese und andere Fragen soll ICARUS (**I**nternational **C**ooperation for **A**nimal **R**esearch **U**sing **S**pace), das Kooperationsprojekt der russischen Raumfahrtbehörde Roskosmos und des DLR Raumfahrtmanagements unter wissenschaftlicher Leitung von Martin Wikelski vom Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie in Konstanz/Radolfzell beantworten. Am 10. März 2020 startete die Inbetriebnahme des Experiments an Bord der Internationalen Raumstation ISS. Zunächst werden die technischen Parameter des Systems getestet. Anschließend werden die Tiere mit Sendern versehen, die Bewegungsdaten zur ICARUS-Antenne an der Außenseite der ISS senden. Die Informationen sollen dazu genutzt werden, das Verhalten der Tiere zu erforschen und Arten zu schützen, aber auch global zu ermitteln, wie Pflanzensamen oder Krankheitskeime durch Wildtiere verbreitet werden.

+ + + ICARUS observes animal migrations from space

What routes are travelled by migratory birds and other wild animals? This is one of the questions that will be answered by ICARUS (**I**nternational **C**ooperation for **A**nimal **R**esearch **U**sing **S**pace), a collaborative project of the Russian space agency, Roscosmos, and the DLR Space Administration. The scientific lead of the project is in the hands of Martin Wikelski from the Max Planck Institute of Animal Behavior in Radolfzell. The experiment was put into operation on board the International Space Station (ISS) on 10 March 2020. The first step is to test the system's technical performance. The animals will then be equipped with transmitters, which will send movement data to the ICARUS antenna mounted on the exterior of the ISS. This information will be used to investigate the behaviour of animals, protect species, as well as determine how plant seeds and harmful germs might be spread by wild animals.

+ + + Traumberuf Astronaut: 12.000 Bewerbungen für die NASA

Wer möchte Astronaut werden? Die Reaktion auf diese Frage war überwältigend: Dem Aufruf der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA folgten rund 12.000 Menschen. Vom 2. bis zum 31. März 2020 konnten sich Kandidatinnen und Kandidaten aus den USA, die über einen Masterabschluss in Naturwissenschaften, Mathematik oder den Ingenieurwissenschaften verfügen, für eine rund zweijährige Astronauten-Ausbildung bewerben. Nach dem Training stehen Missionen zur Internationalen Raumstation ISS und zum Mond auf dem Plan – auch eine Langzeitmission zum Mars soll vorbereitet werden. Doch nun beginnt erst einmal der Auswahlprozess, der bis zum Sommer 2021 dauern soll.



<http://s.dlr.de/lsh6>

+ + + Be an Astronaut – NASA receives 12,000 applications

Do you want to be an astronaut? This question has received an overwhelming response. The 'Be an Astronaut' call for applications by the US space agency NASA has resulted in around 12,000 candidates. From 2 to 31 March 2020, US citizens with a master's degree in science, mathematics or engineering were able to apply for approximately two years of astronaut training. Such training is intended to make them eligible for missions to the International Space Station (ISS) and the Moon. Preparations are even underway for a long-term mission to Mars. The selection process is now underway and is expected to last until summer 2021.



<http://s.dlr.de/gfru>

+ + + Neue Koordinatorin des German Trainee Programme

Jungen Hochschulabsolventen mit einem ein- bis zweijährigen Einsatz bei der Europäischen Weltraumorganisation ESA eine fundierte Grundlage für eine Karriere im Raumfahrtsektor zu ermöglichen, ist das Ziel des German Trainee Programme (GTP). Ob Erdbeobachtung, Expeditionen oder Astronautentraining – die Stipendiaten arbeiten an faszinierenden Projekten, gewinnen Einblicke in die Arbeitsweise der ESA und können sich ein solides Netzwerk in der Raumfahrtbranche aufbauen. Zuständig für das im Raumfahrtmanagement angesiedelte Programm ist seit Anfang 2020 Jessica Gaitskell. „Ich freue mich über diese spannende neue Aufgabe“, so Gaitskell. „Wir fördern mit den jungen Talenten von heute die Experten der Zukunft.“

+ + + A new coordinator for the German Trainee Programme

The aim of the German Trainee Programme (GTP) is to provide young university graduates with a one-to-two-year appointment at the European Space Agency (ESA), during which they obtain a sound basis for a career in the space sector. The young scientists may find themselves working in fields such as Earth observation, space exploration or astronaut training, with fascinating projects that will give them an insight into how ESA works and allow them to establish a strong network within the space industry. Jessica Gaitskell has been responsible for the programme, which is overseen by the DLR Space Administration, since early 2020. "I am delighted to be taking on this exciting new role," says Gaitskell. "By fostering young talent, we are supporting the experts of the future."

+ + + Stippvisite von BepiColombo

Am Karfreitag, 10. April 2020, hat sich die ESA-Raumsonde BepiColombo der Erde bis auf eine Distanz von rund 12.700 Kilometern angenähert. Diese Gelegenheit nutzten die Wissenschaftler, um mit Hilfe des beim DLR gebauten Spektrometers MERTIS (**M**ercury **R**adiometer and **T**hermal **I**nfrared **S**pectrometer) die mineralogische Zusammensetzung der Mond-Vorderseite zu untersuchen. Grund für die Stippvisite der europäisch-japanischen Mission, die den Planeten Merkur erkunden soll, war ein sogenanntes Fly-by-Manöver: Hierbei wird die Raumsonde ohne den Einsatz von Treibstoff abgebremst und auf einen Kurs zur Venus gebracht. Nach zwei weiteren Fly-by-Manövern am Planeten soll BepiColombo schließlich die Umlaufbahn des Merkur erreichen.

+ + + BepiColombo's flyby

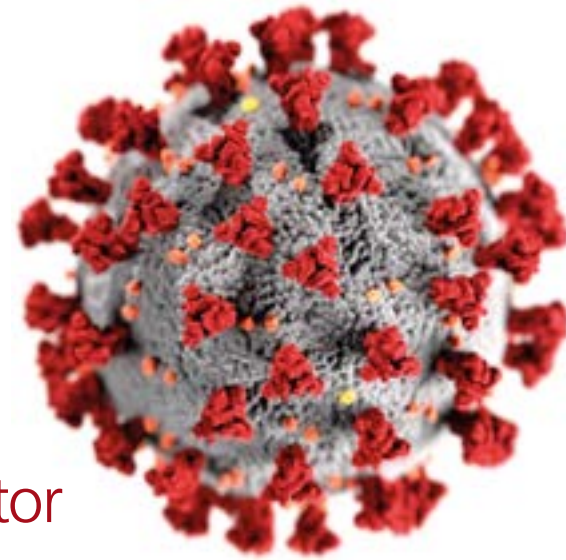
On 10 April 2020, ESA's BepiColombo spacecraft approached Earth, coming as close as approximately 12,700 kilometres from the surface. Scientists made the most of this opportunity by using BepiColombo to investigate the mineralogical composition of the Earth-facing side of the Moon with the help of the DLR **M**ercury **R**adiometer and **T**hermal **I**nfrared **S**pectrometer (MERTIS). The reason for this fleeting visit by the European-Japanese mission, which is intended to explore the planet Mercury, was to perform a flyby manoeuvre. This enabled the spacecraft to change its velocity without expending propellant, setting it on a course for Venus. After two further flyby manoeuvres near that planet, BepiColombo will eventually reach Mercury's orbit.



<http://s.dlr.de/znkx>

Die Corona-Krise und die Raumfahrt

The Corona crisis and its impact on the space sector



Center for Disease Control and Prevention
CDC/Aissa Eckert, MS; Dan Higgins, MAM

Wie wirkt sich die Corona-Krise auf die deutsche Raumfahrtbranche aus? Welche Maßnahmen ergreift die Bundesregierung und was tut das DLR Raumfahrtmanagement? Thomas Jarzombek (MdB), Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt und Beauftragter des BMWi für digitale Wirtschaft und Start-ups, und Dr. Walther Pelzer, Vorstand des DLR Raumfahrtmanagements, geben Antworten.

Herr Jarzombek, was tut die Bundesregierung und insbesondere das BMWi, um die Wirtschaft in der Corona-Krise zu entlasten und Perspektiven zu schaffen?

: Die Bundesregierung hat in der Corona-Pandemie schnell reagiert und eine Reihe von Maßnahmen getroffen. Erstens: Wir setzen wie in der Krise 2008 auf das Kurzarbeitergeld, um Unternehmen bei Personalkosten zu entlasten. Erstmals tragen wir dabei die vollen Sozialabgaben. Zweitens: Um Liquidität zu schaffen, sind die Finanzämter zu Steuerstundungen angewiesen und wir haben drittens mehrere KfW-Soforthilfeprogramme gestartet, zuletzt mit voller Risikoübernahme durch die KfW. Viertens: Hinzu kommen Soforthilfen für kleine Unternehmen und Selbstständige sowie fünftens der 600-Milliarden-Euro Wirtschaftsstabilisierungsfonds für größere Betriebe.

Besonders auch Start-ups liegen mir am Herzen, hier greifen einige der klassischen Programme eher nicht. Deshalb haben wir auch ein 2-Milliarden-Programm für Start-ups aufgesetzt. Das besteht aus zwei Modulen: Mit der „Corona Matching-Fazilität“ tritt der Staat als Co-Investor bei Finanzierungsrunden für Risikokapital auf. Wir setzen damit ein wichtiges Signal an die privaten Investoren und motivieren sie, ihre Investitionstätigkeit ebenfalls fortzusetzen. Denn klar ist: Wir brauchen auch in der Krise die privaten Akteure am Venture-Capital-Markt. Für Start-ups ohne VC-Fonds im Gesellschafterkreis wollen wir bis zu 800.000 Euro als Wagniskapital zur Verfügung stellen.

Herr Pelzer, wie hat das DLR Raumfahrtmanagement auf die Corona-Krise reagiert?

: Das DLR Raumfahrtmanagement in Bonn fungiert im Auftrag der Bundesregierung als nationale

How is the Coronavirus pandemic affecting the German space industry? What measures are being taken by the German government, and what is the DLR Space Administration doing? Thomas Jarzombek (MP), Federal Government Coordinator for German Aerospace Policy and Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) Commissioner for the Digital Industry and Start-ups, and Walther Pelzer, Member of the DLR Executive Board and Head of the DLR Space Administration, provide answers.

Mr Jarzombek, what is the Federal Government, in particular the BMWi, doing to alleviate the impact of the Coronavirus pandemic on the economy and to create new prospects for the future?

: The German government reacted quickly to the pandemic and introduced a number of measures. Firstly, as happened during the 2008 economic crisis, we are utilising the short-time allowance scheme to assist companies with their staffing costs. For the first time, we are covering the full cost of social security contributions. Secondly, in order to create liquidity, the tax authorities have been instructed to grant tax deferrals. Thirdly, we have launched several emergency aid programmes via KfW, the government-owned development bank, with the KfW recently assuming the entire risk. Fourthly, we are providing emergency aid to small businesses and freelancers. Fifthly, there is the 600-billion-euro Economic Stabilisation Fund for larger businesses.

Start-ups are particularly close to my heart, and some of the conventional programmes are not at their most effective in this area. That is why we have also set up a two-billion-euro programme for start-ups. It consists of two modules. The 'Corona Matching Facility' sees the state step in as a co-investor in financing rounds for venture capital. In doing so, we are sending an important signal to private investors and motivate them to continue investing as well. After all, it is clear that we need private stakeholders in the venture capital market, even in times of crisis. We want to provide up to 800,000 euros of venture capital to start-ups that do not have funds available from their existing shareholders.

Mr Pelzer, how has the DLR Space Administration responded to the Coronavirus pandemic?

: The DLR Space Administration in Bonn acts as the national space agency on behalf of the German federal government. In Germany, our



Tobias Koch

„Die Bundesregierung hat in der Corona-Pandemie schnell reagiert.“ Thomas Jarzombek (MdB), Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt.

‘The Federal Government reacted quickly in the Coronavirus pandemic.’ Thomas Jarzombek, Federal Government Coordinator for the German Aerospace Policy.



DLR

„Wir wollen die Auswirkungen der Krise auf die Raumfahrt möglichst gering halten.“ Dr. Walther Pelzer, DLR-Vorstand, zuständig für das Raumfahrtmanagement.

‘We want to reduce the impacts of the crisis on the space industry as much as possible.’ Walther Pelzer, DLR Executive Board Member responsible for the Space Administration.

Raumfahrtagentur. Unsere Partner in Deutschland sind die Raumfahrtindustrie – von den Systemhäusern bis zu den KMU – sowie Universitäten, Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen, die sich mit Raumfahrt befassen. Außerhalb Deutschlands ist die Europäische Raumfahrtagentur ESA unser engster Partner. Die Corona-Pandemie hat uns vor spezifische Herausforderungen gestellt, und ich bedanke mich insbesondere bei unseren Mitarbeitenden, dass sie in dieser schwierigen Situation die Leistungsfähigkeit des „RFM“ ermöglicht haben. Ziel ist es, die Auswirkungen der Krise auf die Raumfahrtindustrie möglichst gering zu halten, vor allem, um die Liquidität unserer Partner zu verbessern. Wir haben in den vergangenen Wochen unsere internen Prozesse angepasst, um zu gewährleisten, dass Zahlungen aus dem Nationalen Programm für Weltraum und Innovation möglichst ohne Zeitverzögerungen erfolgen. Um Zahlen zu nennen: Uns ist es gelungen, dass die Zahlungen aus dem Nationalen Programm an unsere Partner im März 2020 höher waren als im März 2019.

Was hat sich durch COVID-19 in Bezug auf das ESA-Geschäft verändert?

: Die ESA hat im Sinne ihrer Mitarbeitenden sehr früh auf die Pandemie reagiert. Bezogen auf die Programme und Projekte mit der ESA haben wir gemeinsam mit der französischen Raumfahrtagentur CNES am 18. März ein neues Vorgehen vorgeschlagen, um die Beschaffungsvorgänge innerhalb der ESA aufrechtzuerhalten. Am 23. März hat die ESA ein Maßnahmenpaket präsentiert, um die europäische Raumfahrtindustrie in den nächsten Monaten zu unterstützen, zum Beispiel ebenfalls durch verkürzte Zahlungsfristen. Ich bekomme von unseren Partnern sehr positive Rückmeldungen zu diesen Maßnahmen.

Herr Jarzombek, wie können insbesondere auch Raumfahrtfirmen von den Programmen der Bundesregierung profitieren?

: Die flächendeckende Einschränkung des wirtschaftlichen Lebens geht auch an der Raumfahrtindustrie nicht spurlos vorbei, wenngleich durch viele staatliche Aufträge hier ein Stück weit für Stabilität gesorgt wird.

partners are the space industry – ranging from systems houses to SMEs – and universities, colleges and other research institutions that deal with space. Outside Germany, our primary partner is the European Space Agency (ESA). The Coronavirus pandemic has posed a number of specific challenges, and I am particularly thankful to my colleagues for having been able to keep everything running while working remotely in this difficult situation. Our aim is to mitigate the impact of the crisis on the space industry as much as possible, and, above all, to safeguard the financial position of our partners. In recent weeks, we have adapted our internal processes to ensure that payments from the National Space and Innovation Programme continue to be made on time. To cite some figures, we have succeeded in ensuring that the amount of national programme funding that our partners received in March 2020 was higher than in March 2019.

Has the Coronavirus pandemic changed anything in terms of ESA-related business?

: ESA reacted very quickly to the pandemic in order to protect its staff and contractors. With regard to programmes and projects that involve ESA, on March 18, we proposed a new procedure, together with the French Space Agency, CNES, that would allow procurement processes within ESA to be continued. On March 23, ESA presented a range of measures to support the European space industry over the coming months, for example by bringing forward ESA's own payment deadlines. I am receiving very positive feedback from our partners on these measures.

Mr Jarzombek, how can space companies, in particular, benefit from the German federal government's programmes?

: While the widespread restrictions on business life in general are being felt in the space industry too, the many government contracts provide a certain degree of stability. I very much welcome the fact that ESA is providing active support and paying contractors faster than usual. With our record investments as the biggest contributor to ESA, we are



Ich begrüße es sehr, dass auch die ESA hier tatkräftig unterstützt und ihre Zahlungen an Auftragnehmer nun schneller als üblich leistet. Mit unseren Rekordinvestitionen als erstmals größter Zeichner der ESA leisten wir einen Beitrag, der gerade in der aktuellen Krise hilft. Das DLR Raumfahrtmanagement hat ebenfalls eigene Maßnahmen ergriffen, wie die Verlängerung von Projektlaufzeiten, einen früheren und unbürokratischeren Abruf von Fördermitteln sowie längere Zahlungsfristen. Dennoch ist die Herausforderung auch für viele Unternehmen in der Raumfahrt groß, hier helfen die oben beschriebenen Maßnahmen, und gerade für den NewSpace-Sektor auch die expliziten Start-up-Hilfen.

Herr Pelzer, können Sie den Maßnahmenkatalog des Raumfahrtmanagements konkretisieren?

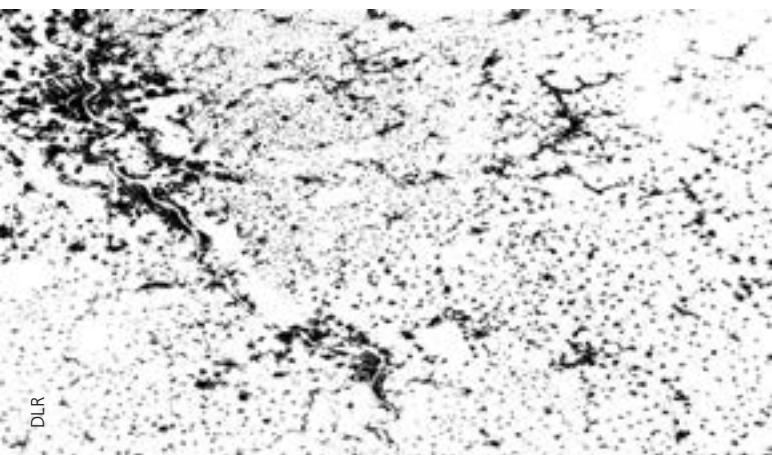
: Sehr gerne. Wir haben gemeinsam und in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) einen Maßnahmenkatalog erarbeitet, um Zuwendungsempfängern und Auftragnehmern größtmögliche Flexibilität bei Zahlungsfristen und Laufzeiten zu gewähren. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sollen schneller und unbürokratischer Projektmittel abrufen können. Das erfolgt jetzt monatlich statt wie sonst üblich quartalsweise. Insbesondere die KMU können darüber hinaus auch Mittel für einen Zeitraum von bis zu sechs Wochen im Voraus abrufen. Bei Fragen zu den Hilfsmaßnahmen des Bundes stehen wir ebenfalls zur Verfügung.

Welche Konsequenzen ziehen Sie aus der Corona-Krise und was kann Raumfahrt zur Bewältigung der Krise beitragen?

: Eine Pandemie wie COVID-19 wird unseren Umgang miteinander langfristig prägen, unser Bewusstsein für unsere Grundwerte und Grundfreiheiten wird sich ändern, wir werden diese Rechte neu zu schätzen lernen. Und die Digitalisierung des Arbeitsalltags wird einen großen Sprung nach vorne tun. In der Vergangenheit haben wir viel über Digitalisierung geschrieben und gesprochen, COVID-19 hat digitale Techniken über Telefon- und Videokonferenzen und Homeoffice großflächig in unsere Arbeitswelt katapultiert. Das wird bleiben, auch wenn wir COVID-19 im Griff haben werden. Ihr nächstes Level wird

Global Urban Footprint der Region Köln/Bonn: Die Wissenschaftler des Deutschen Fernerkundungsdaten-zentrums (DFD) des DLR haben mit den Radardaten der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X die urbanen Strukturen untersucht.

Global Urban Footprint of the Cologne/Bonn region: Scientists at DLR's German Remote Sensing Data Center (DFD) used radar data acquired by the TerraSAR-X and TanDEM-X satellites to study urban structures.



Das DLR-Assistenzrobotiksystem EDAN ermöglicht es körperlich eingeschränkten Menschen, wieder mobil im Alltag zu sein. Mit Hilfe von EMG-Signalen kann sowohl der Rollstuhl als auch der darauf montierte Roboterarm vom Menschen gesteuert werden.

The DLR assistive robotic system EDAN helps people with motor impairments to be mobile in everyday life again. Using EMG signals, both the wheelchair and the robotic arm mounted on it can be controlled by humans.

directly helping the sector withstand the current crisis. The DLR Space Administration has also taken some measures of its own, such as extending project durations and allowing funding to be accessed at an earlier stage, with less bureaucracy, and with longer payment periods. Nevertheless, many companies in the space industry are facing a major challenge, and the measures that I have mentioned can really help. The aid aimed at start-ups will particularly assist the NewSpace sector.

Mr Pelzer, could you please elaborate on the range of measures implemented by the DLR Space Administration?

: Absolutely. In close consultation with the BMWi, we have jointly developed a number of measures to give grant recipients and contractors as much flexibility as possible regarding payment terms and durations. Small and medium-sized enterprises (SMEs) should be able to access project funding more quickly and with less bureaucracy. This will now be done monthly, as opposed to quarterly, which is usually the case. It is also worth noting that SMEs can now apply for funding up to six weeks in advance of the period in question. We can also answer any questions that people may have about the government's assistance efforts.

What are the probable consequences of the pandemic and how can the space sector help to overcome them?

: A pandemic like COVID-19 will define the way we deal with one another in the long term. Awareness of our basic values and freedoms is bound to change, and we will gain a new appreciation of such rights. The digitalisation of everyday work will also make a massive leap forward. In the past, we wrote and talked a great deal about digitalisation, but COVID-19 has catapulted digital technology into our work sphere through the widespread adoption of home working and tele- and videoconferencing. This will continue even once COVID-19 is under control. The increasing use of robots and automation in our working environment and our private lives will then take digitalisation to the next level. Space robotics has a lot to offer in this area. The space sector is becoming increasingly important in providing decision-makers with the basic information that they need. To give one example, Earth observation satellites provide a wealth of data that can be evaluated using AI-based technologies to give a better understanding of

die Digitalisierung erreichen, wenn Roboter und Automatisierung noch stärker in unser Arbeitsumfeld und unser Privatleben einziehen. Die Raumfahrtrobotik bietet hier ein umfassendes und breites Portfolio. Raumfahrt erlangt auch eine immer größere Bedeutung dabei, Entscheidungsträgern die notwendigen Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen. Erdbeobachtungssatelliten liefern zum Beispiel eine Fülle von Daten, die mit auf künstlicher Intelligenz beruhenden Technologien ausgewertet werden, um die Auswirkungen der COVID-19-Krise besser zu verstehen und die Wirksamkeit von Maßnahmen zu überwachen. Dazu gibt es viele Konzepte, um direkt Wissenschaftler, Lagezentren und Hilfsorganisationen zu unterstützen. In Zusammenarbeit mit dem BMI und dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe werden die Einzugsgebiete von Krankenhäusern analysiert. Grundlage dafür ist der Global Urban Footprint. Auch die Überwachung des globalen Waren- und Güterverkehrs durch gezieltes Monitoring der Lieferketten kann so unterstützt werden.

Herr Jarzombek, wie haben Sie selbst die Corona-Krise erlebt in Ihrer Rolle als Koordinator für die Luft- und Raumfahrt und die Digitalisierung und wie bleibt Ihnen diese Zeit in Erinnerung?

: Ich empfinde es als großes Privileg, in dieser ausgesprochen komplizierten Ausnahmesituation bei vielen Entscheidungen dabei sein zu dürfen. Ich habe großen Respekt vor dieser Aufgabe, alle Mitarbeitenden im Ministerium sind sich der Tragweite ihrer Entscheidungen bewusst. Diese Krise bietet aber auch eine Chance. Eine Chance für neue Ideen, für neue Unternehmen, für neue Technologien. So haben wir die Möglichkeit, den ökologischen Fußabdruck im Flugverkehr deutlich zu reduzieren und mehr in neue Technologien wie das hybrid-elektrische Fliegen zu investieren.

Herr Pelzer, können Raumfahrttechnologien bei Krisen wie COVID-19 auch in der Medizin helfen?

: Ja, auf jeden Fall. Medizinische Experimente stellen den größten Bereich der astronautischen Forschung auf der Internationalen Raumstation dar. Vor dem Hintergrund von COVID-19 sei exemplarisch die E-Nose genannt. Ob diese Technologie eingesetzt werden könnte, um eine bakterielle von einer viralen Infektion des Atemsystems zu unterscheiden, wird gerade an der LMU München untersucht. Haben die Forscher Erfolg, könnte die E-Nose vielleicht auch COVID-19-Patienten an einem spezifischen „Geruchsmuster“ erkennen (siehe hierzu auch den Beitrag ab Seite 10). Außerdem soll eine weiterentwickelte E-Nose ab 2021 den Atem von Kosmonauten auf der ISS analysieren. Dafür misst die elektronische Nase die Zusammensetzung bestimmter der über 3.000 sogenannten „Flüchtigen Organischen Stoffe“, um einen Rückschluss auf die Gesundheit der Raumfahrer ziehen zu können.

Das Gespräch führte Elisabeth Mittelbach, Teamleiterin Kommunikation im DLR Raumfahrtmanagement.

Auch der europäische Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guayana) ist von dem Shutdown betroffen. Alle Startkampagnen wurden während der Corona-Pandemie ausgesetzt.

The European spaceport in French Guiana has also been affected by the shutdown. All launch campaigns have been suspended during the Coronavirus pandemic.

the effects of the Coronavirus pandemic, and allow us to monitor the effectiveness of certain measures. In addition, there are many concepts aimed specifically at supporting scientists, situation centres and aid organisations. In conjunction with the German Federal Ministry of the Interior (BMI) and the Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance (BBK), scientists are analysing the catchment areas of hospitals using the Global Urban Footprint. This can also be used to support the monitoring of the global movement of goods and commodities through targeted analysis of supply chains.

Mr Jarzombek, how have you experienced the crisis in your role as Coordinator for German Aerospace Policy and Digitalisation, and how do you think you will look back on this period?

: I consider it an immense privilege to be able to play a role in decision-making during this incredibly complicated and exceptional situation. I am very much aware of the enormity of this task, and all the staff at the Ministry are conscious of the consequences of their decisions. However, this crisis also represents an opportunity. It is a chance for new ideas, new businesses and new technologies to emerge. We have an opportunity to significantly reduce the environmental footprint of air transport and invest more heavily in technologies, such as hybrid-electric flight.

Mr Pelzer, during pandemics such as COVID-19, can space technologies also prove useful in the field of medicine?

: Yes, they certainly can. Medical experiments represent the single largest focus of astronautical research on the International Space Station (ISS). When viewed against the backdrop of COVID-19, the E-Nose is a good example. Whether this technology could be used to distinguish between a bacterial and a viral infection of the respiratory system is currently being investigated at the University of Munich. If the researchers are successful, E-Nose could perhaps also be able to recognise COVID-19 patients by a specific 'smell pattern' (see the article on page 10). In addition, a more refined E-Nose is to analyse the breath of cosmonauts on the ISS from 2021. For this purpose, the electronic nose will measure the composition of some of the more than 3000 so-called 'volatile organic compounds' in order to be able to draw conclusions about the health of the cosmonauts.

The interview was conducted by Elisabeth Mittelbach, Communications Team Leader at the DLR Space Administration.



FEINES NÄSCHEN

Mit der Weltraumspürnase E-Nose Infektionen auf der Spur

Von Prof. Alexander Choukér und Vanja Sebastian Zander

Unsere Nase ist das reinste Chemielabor. Sie zerlegt Gerüche – nichts weiter als chemische Substanzen – in ihre Einzelteile und meldet das Ergebnis dann unserem Gehirn. Hier werden den einzelnen Duftstoffkombinationen bestimmte Eigenschaften von „sauber“ über „angenehm“ bis hin zu „unrein“ oder „eklig“ zugewiesen. So vermittelt uns das Gehirn Emotionen und warnt gleichzeitig vor möglichen Gefahren. Einer aktuellen Studie zufolge soll der Mensch über eine Billion Gerüche unterscheiden können. Ähnlich wie die menschliche Nase funktioniert auch eine elektronische Spürnase, die auf der ISS eingesetzt wird. Die E-Nose kann sogenannte flüchtige organische Stoffe riechen und ihnen bestimmte Eigenschaften zuordnen. Auf der Internationalen Raumstation wurde die E-Nose dazu eingesetzt, Herde mikrobieller Belastung zu finden. Denn diese eingeschleppten Bakterien und Pilze sind im ISS-Habitat eine Gefahr für die Gesundheit der Astronauten. Allerdings unterscheiden sich diese winzigen Bewohner ganz entscheidend von Viren. Denn Bakterien und Pilze sind Lebewesen und haben im Gegensatz zu Viren einen eigenen Stoffwechsel und damit auch einen eigenen Geruch. Viren sind die „Untoten“ im Kreislauf des Lebens und somit auch geruchlos. Sie können nicht alleine überleben und profitieren vom Stoffwechsel ihrer Wirtszellen. Dieser Stoffwechsel verändert sich nach dem Befall und damit auch den Geruch der Wirtszellen. Weiß die E-Nose, wie diese Veränderung riecht und erkennt dieses Muster, dann könnte sie auch SARS-CoV-2 – auch bekannt als das neue Coronavirus – aufspüren. Der Idee, Bakterien von Viren zu unterscheiden, gehen Forscher am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität in München gemeinsam mit Airbus nach. Gefördert wird das Projekt vom DLR Raumfahrtmanagement im Rahmen des INNOspace®-Netzwerks Space2Health. Hat E-Nose^{BAKT} Erfolg, dann könnte eine Entwicklung für die Raumfahrt die Diagnose von Infekten in Zukunft sinnvoll ergänzen und damit im medizinischen Alltag die Antibiotika-Übertherapie reduzieren.

SNIFFING OUT PATHOGENS

Tracking down infections with the space-derived E-Nose

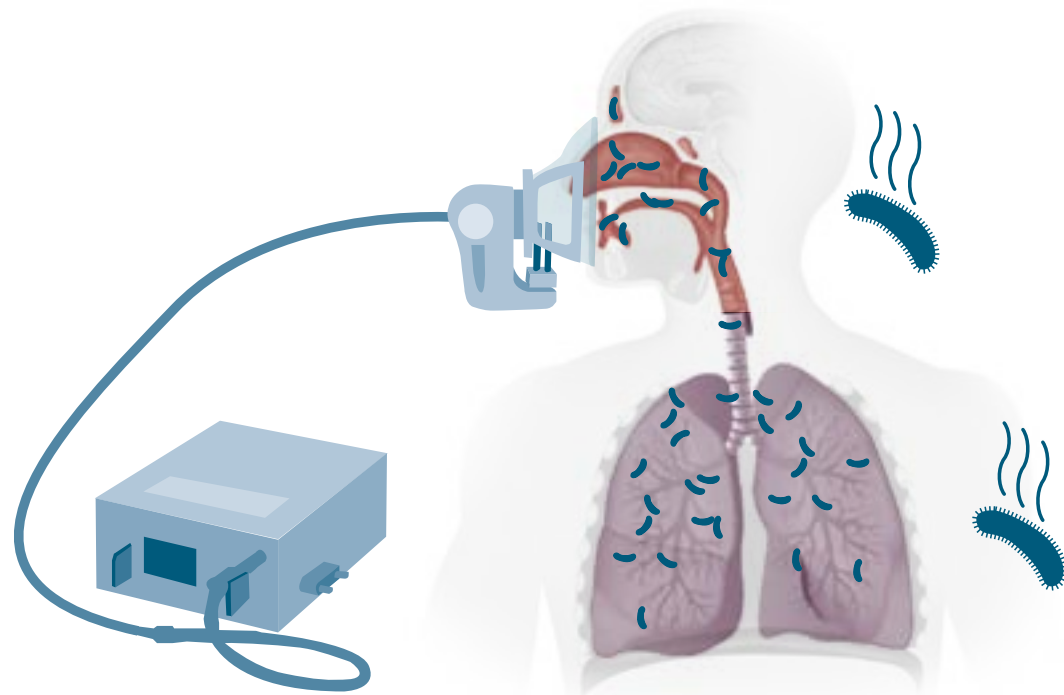
By Professor Alexander Choukér and Vanja Sebastian Zander

The human nose is a most elaborate chemistry laboratory. It breaks down odours, which are nothing more than chemical substances, into their individual components and reports the results to the brain. There, the separate scent combinations are assigned specific properties like ‘clean’, ‘pleasant’, and perhaps ‘dirty’ or ‘disgusting’. The brain uses smell to help shape our emotions, while at the same time warning of potential dangers. According to a recent study, humans can distinguish between over a trillion different smells. The electronic nose (E-Nose) works similarly to the human nose. It can detect volatile organic compounds (VOCs) and assign specific properties to them. The E-Nose has been used on the International Space Station (ISS) to track down microbial contamination. Bacteria and fungi introduced into the ISS habitat can pose a real danger to the health of astronauts. Of course, these tiny inhabitants are very different to a virus. After all, bacteria and fungi are alive and, unlike viruses, have their own metabolism and thus their own odour. Viruses are the ‘undead’, in the traditional sense of a lifecycle, and are thus odourless. However, they cannot survive alone and rely on the metabolism of their host’s cells. When a virus, for example SARS Cov-2 (Corona), infects a host, it alters this metabolism, causing the odour emitted by the host cells to change as a result. Researchers at the Medical Centre of the University of Munich are pursuing this idea of diagnosis of infection together with Airbus. The project is funded by the DLR Space Administration as part of the Space2Health INNOspace® network. If E-Nose^{BAKT} proves successful, this space-derived technology could be used to differentiate between bacterial and viral infections, thereby helping to do away with the overuse of antibiotics in everyday medicine.



Eine Erweiterung der E-Nose soll ab 2021 auf der ISS eingesetzt werden, um über das Atemgas der Kosmonauten Daten zu ihrem Gesundheitszustand mittels sogenanntem „oxidativen Stress“ abzuleiten. Die Hardware dafür befindet sich gerade in der ISS-Qualifikationsphase.

In 2021, an extension of the E-Nose should be used on the ISS to derive data on the cosmonauts' state of health from their breathing gas via what is known as 'oxidative stress'. The hardware is currently in the qualification process for the ISS.



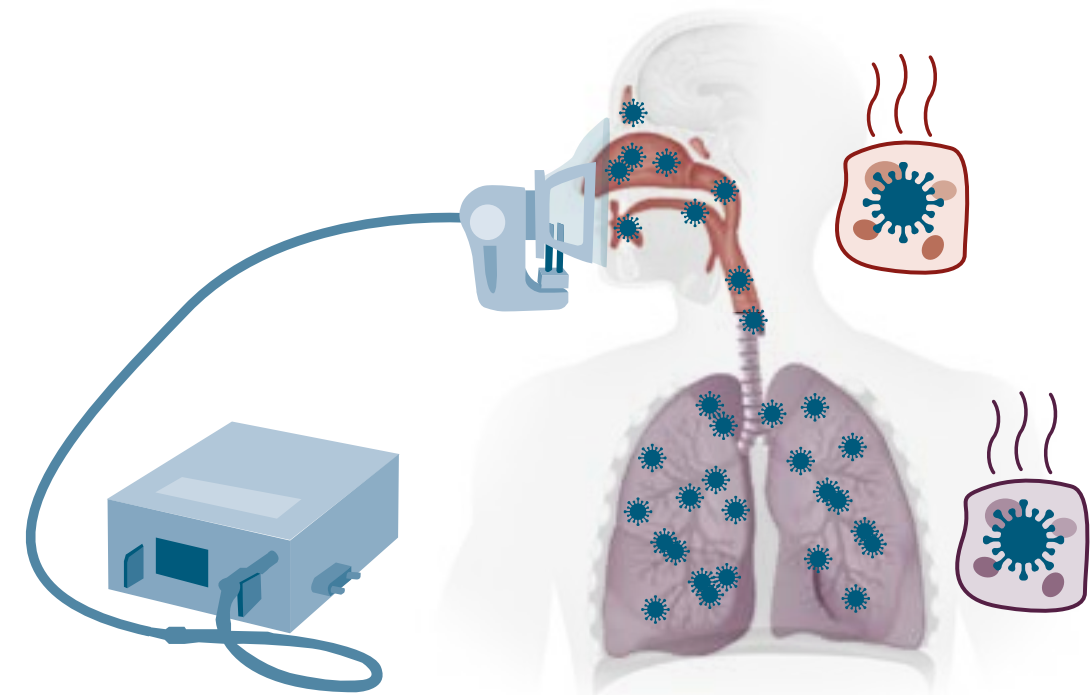
1

Bakterien (1) und Viren (2) lassen sich nicht nach gleichen Mustern aufspüren. Während Bakterien einen eigenen Stoffwechsel und dadurch auch eine eigene „Duftnote“ haben, sind Viren wie SARS-CoV-2 oder Influenza stoffwechsel- und damit auch geruchlos. Sie greifen allerdings in den Metabolismus ihrer Wirtszelle ein und verändern so auch den Geruch ihres „Opfers“. Wenn die E-Nose diese „Duftnote“ entdeckt, könnte sie Viren aufspüren. Wenn die Forscher zudem noch erkennen könnten, ob Viren noch in den oberen Atemwegen sitzen und wann sie in die unteren weiterziehen, könnten die E-Nose^{BAKT}-Untersuchungen dazu beitragen, die „Wanderwege“ des Virus im Körper nachzuvollziehen. Kennt man diese Route und dazu noch den Zeitplan der Wanderung, dann könnten Ärzte möglicherweise erkennen, wann das Virus von „harmlos“ auf „gefährlich“ umschaltet.

Bacteria (1) and viruses (2) cannot be detected according to the same patterns. While bacteria have their own metabolism and therefore also their own 'scent', viruses such as SARS-CoV-2 or Influenza have no metabolism and are odourless. However, they intervene in the metabolism of their host cell and thus also change the smell of their 'victim'. By identifying this scent, E-Nose can detect viruses. If the researchers could know whether the viruses are still in the upper airways and when they move on to the lower ones, the E-Nose^{BAKT} investigations could help to trace the 'migration paths' of the virus in the body. Knowing this route and the timing of the migration could help doctors identify when the virus goes from being 'harmless' to 'dangerous'.

Lungenentzündung – ein „Freund des alten Menschen“

Die Lungenentzündung (medizinisch: Pneumonie) wurde von dem New Yorker Facharzt William Osler schon 1914 „Freund des alten Menschen“ genannt. Damals wie heute in Corona-Zeiten erkranken sehr häufig alte Menschen an Pneumonie. Zu Oslers Zeiten war mit der Lungenentzündung ein schneller und schmerzloser Tod verbunden. Heute versucht man, Atemwegsinfektionen rechtzeitig zu erkennen und richtig zu behandeln, um eine Lungenentzündung und gleichzeitig eine nicht-indizierte Antibiotikabehandlung zu vermeiden. Denn Episoden einer akuten Atemwegsinfektion kommen sehr oft vor. Sie werden von Erwachsenen circa zwei- bis viermal und von Kindern sechs- bis achtmal pro Jahr durchlaufen – und SARS-CoV-2 (Corona) lässt diese Fallzahlen stark steigen. Der häufigste Auslöser solcher Atemwegserkrankungen sind virale Erreger, gegen die Antibiotika nichts ausrichten können. Weil man aber häufig den zugrunde liegenden Erreger nicht kennt, werden dennoch zu oft Antibiotika verschrieben. Studien legen nahe, dass rund die Hälfte der 40 Millionen ambulanten Antibiotikaverordnungen in den USA zur Therapie von Atemwegsinfektionen unnötig sind. Trotz dieser hohen Fallzahlen gibt es bislang keine Möglichkeit, die Erreger der Pneumonie schnell und zuverlässig zu bestimmen.



2

Pneumonia – ‘the friend of the aged’

In 1914, New York physician William Osler dubbed pneumonia ‘the friend of the aged’. Back then, it often ‘visited’ older people – just as it is doing during the current Coronavirus pandemic. In Osler’s time, the ‘gift’ was a quick and painless death. Today, we attempt to diagnose and treat respiratory infections as early as possible to both prevent pneumonia and avoid the unnecessary overprescription of antibiotics. Acute respiratory infections are very common; the average for adults is two to four cases per year, with the average for children being six to eight. SARS-CoV-2 (Coronavirus) is causing these numbers to rise significantly. The most common triggers for such respiratory diseases are viral pathogens. These cannot be treated with antibiotics. However, as the underlying pathogen is often unknown, antibiotics are still prescribed too frequently. Studies suggest that roughly half of the 40 million antibiotic prescriptions in the United States aimed at treating respiratory infections are actually ineffective. Despite the large number of cases, there has never been a quick and reliable means of determining the pathogens that cause pneumonia.



Der erste E-Nose^{BAKT}-Patient wurde Anfang Mai 2020 am Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München mit der elektronischen Spürnase getestet.

The first E-Nose^{BAKT} patient was tested with the electronic tracking nose at the beginning of May 2020 at the Medical Centre of the University of Munich.

E-Nose^{BAKT} – Einsatz an einer fiktiven Patientin

Eine 65 Jahre alte fiktive Patientin aus München, nennen wir sie Frau Meyer, stellt sich an einem Samstagvormittag in der Notaufnahme des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität vor. Sie berichtet über seit Anfang der Woche bestehenden Husten, leichten Schnupfen und Abgeschlagenheit. Die Symptome hatten im Verlauf der Woche leicht zugenommen und wurden von der Patientin als Erscheinungen des bei ihr vorliegenden Heuschnupfens interpretiert. Am Vorabend trat jedoch zusätzlich Fieber auf, das sich im Laufe der Nacht bis auf 38,9 Grad Celsius erhöht hatte. Außer dem Heuschnupfen sind bei Frau Meyer noch eine Schilddrüsenunterfunktion sowie Bluthochdruck bekannt. Beide Erkrankungen werden bereits medikamentös behandelt und regelmäßig durch den Hausarzt kontrolliert. Bei der körperlichen Untersuchung stellt der Arzt in der Notaufnahme einen erhöhten Puls von 97 Schlägen pro Minute bei normalem Blutdruck von 122/63 und eine erhöhte Atemfrequenz von 24 Atemzügen pro Minute fest. Die Körpertemperatur beträgt 38,6 °C. Beim Abhören der Lunge fallen Rasselgeräusche in beiden Lungenflügeln auf. Die am Finger gemessene Sauerstoffsättigung liegt mit 89 Prozent unter dem Normalwert. Bei der weiteren körperlichen Untersuchung zeigen sich keine Auffälligkeiten.

Die Rasselgeräusche in der Lunge zusammen mit der erhöhten Körpertemperatur und verminderten Sauerstoffsättigung deuten auf eine Lungenentzündung hin. Um diese klinische Verdachtsdiagnose zu bestätigen, wird ein Rachenabstrich entnommen. Auch etwas Sekret aus den Atemwegen, das die Patientin abhustet, wird zur Analyse in das Labor geschickt. Während Frau Meyer für acht Minuten über die ReCiva[®]-Maske atmet, werden zusätzlich Blutproben genommen. Im Anschluss erhält die Patientin eine Röntgenaufnahme des Brustkorbs.

E-Nose^{BAKT} – hypothetical use case

The hypothetical, 65-year-old female patient from Munich, referred to as Mrs Meyer, arrives at the emergency room of the Medical Centre of the University of Munich on a Saturday afternoon. She reports that she has been suffering from a cough, a slightly runny nose and fatigue since the beginning of the week. Her symptoms have worsened slightly over the course of the week. She believes them to be the familiar symptoms of hay fever. However, the previous evening she came down with a fever, which rose to 38.9 degrees Celsius overnight. In addition to hay fever, Mrs Meyer is known to suffer from an underactive thyroid and high blood pressure. She already treats both conditions with medication and gets regular checkups from her family doctor. During the physical examination, the emergency room doctor notes that the patient's pulse and breathing rate are high, at 97 beats and 24 breaths per minute respectively, while her blood pressure is normal at 122/63 millimetres of mercury. Her body temperature is 38.6 degrees Celsius. While listening to her lungs, the doctor hears rales in the lobes of both lungs. Oxygen saturation measured at the patient's finger is 89 percent, below the normal level. No further abnormalities are detected during the rest of the physical examination.

The rales in the patient's lungs, coupled with her high temperature and reduced oxygen saturation, indicate pneumonia. A throat swab is taken to confirm this suspected clinical diagnosis. The secretions coughed up by the patient are also sent to the laboratory for analysis. Additional blood samples are taken while Mrs Meyer breathes through a ReCIVA[®] maske. She is then given a chest X-ray.

≈ 40.000.000*

verordnete Antibiotika in den USA zur Bekämpfung von Atemwegsinfektionen
antibiotic prescriptions to treat respiratory infections in the United States

davon|of which ≈ 20.000.000*

ineffektiv
ineffective

*Shapiro et al. (2014). "Antibiotic prescribing for adults in ambulatory care in the USA, 2007-09." J Antimicrob Chemother 69(1): 234–240.

Als Frau Meyer nach 15 Minuten von der Röntgenuntersuchung zurückkehrt, liegt bereits die Auswertung der E-Nose-Untersuchung vor: Es wurden erhöhte Werte von Cyanwasserstoff, Thiocyan säuremethylester und Phenol gemessen, was auf eine Infektion mit dem Bakterium *Pseudomonas aeruginosa* hindeutet. Dieser Keim kommt zwar bei in der Klinik erworbenen Lungenentzündungen häufig vor, jedoch nur sehr selten bei ambulanten Pneumonien. Aufgrund dieses Befunds kann bereits mit der Gabe eines geeigneten, das heißt gegen den Keim wirkamen Antibiotikums, begonnen werden. Die meisten ambulant verschriebenen Antibiotika decken diesen Erreger nicht ab. Zwei Stunden später liegen die Ergebnisse der Blutanalyse vor: Die Entzündungswerte sowie die weißen Blutkörperchen sind erhöht, ebenfalls ein Hinweis auf eine Infektion. Im Röntgenbild zeigen sich beidseits Verschattungen der Lunge, die zwar auch auf eine Lungenentzündung hinweisen, jedoch keinen Rückschluss auf den Erreger erlauben. Die Patientin wird für die weitere Behandlung stationär aufgenommen. Am Montag, 48 Stunden nach der Aufnahme, bekommt der behandelnde Arzt die Rückmeldung der mikrobiologischen Diagnostik: Im Rachenabstrich konnten keine relevanten Viren gefunden, in der Sekretprobe jedoch auch der Erreger *P. aeruginosa* nachgewiesen werden. Zu diesem Zeitpunkt ist Frau Meyer bereits fieberfrei und fühlt sich deutlich besser. Zwei weitere Tage später kann sie schon wieder nach Hause entlassen werden. Durch die E-Nose-Technologie konnte im Vergleich zu konventioneller Diagnostik 48 Stunden früher ein wirksames Antibiotikum gewählt werden. So wurde das Bakterium früher bekämpft und eine weitere Verschlechterung des Gesundheitszustands verhindert. Die Patientin konnte früher nach Hause entlassen und eine Corona-Quarantäne vermieden werden.

When Mrs Meyer returns from getting the X-ray 15 minutes later, the results of the E-Nose examination are already available. They reveal elevated levels of hydrogen cyanide, methyl thiocyanate and phenol, indicating an infection caused by the bacterium *Pseudomonas aeruginosa*. Although this bacterium is common in hospital-acquired pneumonia, it is very rare in outpatient cases. On the basis of these findings, a suitable antibiotic against this pathogen can be administered. Most antibiotics prescribed for outpatient cases would not be useful in addressing this pathogen. The results of the blood test are ready two hours later. They show increased levels of inflammatory markers and a high white blood cell count, which also indicate an infection. The X-ray shows opacity in both lungs, another indication of pneumonia, but it does not allow any conclusions to be drawn about the pathogen. The patient is admitted to the hospital for further treatment. On Monday, 48 hours after being admitted, the attending doctor receives the microbiological diagnostics report. No relevant viruses were detected from the throat swab, but the secretion sample was also found to contain the *Pseudomonas aeruginosa* pathogen. By this stage, Mrs Meyer no longer has a fever and is feeling much better. Two days later, she is ready to be discharged. The E-Nose technology allowed an effective antibiotic to be selected 48 hours earlier than would have been the case using conventional diagnostic techniques. This means the bacteria could be combated sooner, thus preventing the patient's condition from deteriorating further. The patient could be discharged earlier, without having to be quarantined for suspected Coronavirus infection.





Die Internationale Raumstation ISS ist ein abgeschotteter Lebensraum. Die mikrobielle Verunreinigung durch eingeschleppte Pilze, Keime und Sporen ist für die Gesundheit der Astronauten und für die Hardware eine große Gefahr. Das Moskauer Institut für Biomedizinische Probleme (IBMP) konnte bisher bis zu 300 verschiedene Organismen über die aufwändige Wischmethode auf der ISS bestimmen. Im Februar 2013 ging der russische Kosmonaut Roman Romanenko mit der E-Nose in der Raumstation auf „Sporensuche“. Das Gerät misst elektronisch die mikrobielle Belastung über sein Gassensorsystem.

The International Space Station ISS is an isolated habitat. The microbial contamination caused by introduced fungi, germs and spores poses a great danger to the health of the astronauts and the hardware. The Moscow Institute of Biomedical Problems (IBMP) has identified up to 300 different organisms so far using meticulous swab tests on the ISS. In February 2013, Russian cosmonaut Roman Romanenko went on a 'spore search' using the E-Nose. The device electronically measures the microbial load via its gas sensor system.

Von der ISS in den klinischen Alltag?

Eine Erfindung aus der Raumfahrt könnte die Unterscheidung von bakteriellen und viralen Erkrankungen der Lunge in Kliniken sinnvoll ergänzen. Mit Hilfe der elektronischen Spürnase E-Nose haben Astronauten an verschiedenen Stellen auf der Internationalen Raumstation ISS die mikrobielle Belastung gemessen. In einem zweiten Schritt sollen auch voraussichtlich ab dem Jahr 2021 die Atemgase von Raumfahrern nach sogenanntem „oxidativen Stress“ untersucht werden, um deren Gesundheit und Arbeitsfähigkeit schnell und vor allem nicht-invasiv feststellen zu können. Denn normalerweise werden hierfür Blutproben entnommen, die an Bord der ISS eingefroren und nach der Rückkehr auf der Erde analysiert werden müssen. Um aber Informationen über den Gesundheitsstatus von Astronauten aktuell und schnell zu erhalten, wurde auch deren Atem mit der E-Nose untersucht. In der Atemluft können über 3.000 sogenannte flüchtige organische Stoffe (VOCs) mit der E-Nose gemessen und durch deren Zusammensetzung Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand gezogen werden. Was auf der ISS funktioniert, kann auch bei Patienten auf der Erde angewendet werden. Denn eine für den medizinischen Gebrauch veränderte Atemgasanalyse mittels E-Nose^{BAKT}-Technologie soll im Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität in München für eine schnelle und nichtinvasive Diagnosestellung sorgen. Ob die E-Nose auch künftig dabei helfen könnte, sogar Viren voneinander zu unterscheiden, bleibt ebenfalls zu erforschen. Sollte das gelingen, könnte die E-Nose Einzug in den klinischen Alltag erhalten.

From the ISS to everyday clinical practice?

A new invention derived from space technology could differentiate between bacteria from virus elements and significantly improve testing procedures in clinics. Astronauts used the electronic E-Nose detector to measure microbial contamination at various locations on board the International Space Station ISS. In the second stage of the project, which is expected to start in 2021, the astronauts' respiratory gases will also be analysed for what is known as 'oxidative stress' in order to quickly and non-invasively determine their level of health and fitness for work. For this purpose, blood samples would normally have to be taken and frozen on board the ISS, and then be analysed upon their return to Earth. In this case, however, the E-Nose was used to obtain up-to-date information about the astronauts' health condition quickly using only their breath. The 'electronic nose' draws conclusions about the subject's state of health by measuring the concentrations of over 3000 possible volatile organic compounds (VOCs). Solutions developed for astronauts on the ISS can also be applied to patients on Earth. Respiratory gas analysis using E-Nose^{BAKT} technology adapted for medical applications is to be deployed at the Medical Centre of the University of Munich to help provide quick and non-invasive diagnoses. In future, the E-Nose may also be able to assist with distinguishing bacteria from viral patients. If successful, the E-Nose could become part of everyday clinical practice.

Raumfahrt und Gesundheit – Space2Health

Der Gesundheitssektor zählt zu den systemrelevanten Branchen unserer Gesellschaft. Seine Kernaufgabe ist es, Krankheiten vorzubeugen beziehungsweise diese schnell, effizient und kostenwirksam zu behandeln. In dieser Dekade stehen dem Gesundheitswesen tiefgreifende Veränderungen bevor: Die Digitalisierung, der Einsatz künstlicher Intelligenz und Robotik, wachsende Mobilität sowie der demografische Wandel werden den Gesundheitssektor maßgeblich beeinflussen. Sie werden die Effizienz von Prävention und Versorgung weiter steigern. Gleichzeitig ist das Gesundheitswesen durch die Häufung gesundheitsgefährdender Situationen, hervorgerufen durch den anthropogenen Klimawandel, die Ausbreitung von neuartigen Krankheitserregern sowie die Urbanisierung besonders stark herausgefordert. Diese Entwicklung konfrontiert Menschen in Europa sowie auf der ganzen Welt mit erheblichen gesundheitlichen und ökonomischen Risiken. Das DLR Raumfahrtmanagement etabliert daher den Themenschwerpunkt **„Raumfahrt und Gesundheit“**, um Innovationen zu fördern und die Problemstellungen im Gesundheitswesen mit Ansätzen aus der Raumfahrt zu lösen. Raumfahrtdienste wie satellitengestützte Kommunikation, Erdbeobachtung und Navigation können als Infrastruktur für die Digitalisierung und Modernisierung des Gesundheitssektors stärker als bisher genutzt werden. Neben Dienstleistungen aus der Raumfahrt sind auch Wissens- und Technologietransfers relevant wie etwa in den Bereichen Sensorik, Telemedizin sowie in der Wirk- und Werkstoffforschung. Das neue **INNOspace®-Netzwerk Space2Health** eröffnet seit 2020 eine Kommunikationsplattform für einen intensiven Wissens- und Ideenaustausch zwischen Raumfahrt und Gesundheitsbranche. Das Netzwerk baut die branchenübergreifende Vernetzung auf, bahnt Synergien an und verfestigt sie. Neue Kommerzialisierungspotenziale sollen erkannt, Technologiekooperationen aufgebaut und gemeinsame Fördervorhaben eingeleitet werden. Denn der Austausch mit anderen Branchen erleichtert den Blick für Neues und ermöglicht durch einen aktiv betriebenen Technologietransfer Produkt- und Prozessinnovationen. **Space2Health** spricht die gesamte Wertschöpfungskette des Gesundheitssektors an: Mediziner, Forscher, Medizintechnikhersteller, Softwareentwickler, Zulieferer, Nahrungsergänzungsmittelhersteller, Pharmaindustrie, Krankenkassen sowie Hochschulen und Universitäten. E-Nose^{BAKT} ist ein Beispiel dieser Kooperationen aus angewandter Forschung, Raumfahrttechnologie (Airbus) und Unternehmen aus der Medizintechnik (unter anderem Bosch Diagnostics). Seitens der Raumfahrt besteht das Netzwerk sowohl aus Vertretern der Upstream-Raumfahrt wie dem Satellitenbau als auch aus Mitgliedern des Downstream-Segments wie etwa Informationsprodukte und Softwareentwicklung der Navigation. Durch Vernetzung und Einbeziehung zusätzlicher Akteure wird das Netzwerk weiter ausgebaut und steht neuen Partnern aus anderen Hightech-Branchen offen.



Space travel and health – Space2Health

The healthcare sector is one of society's systemically important sectors. Its core task is to prevent diseases and to treat them quickly, efficiently and cost-effectively. In this decade, the healthcare sector is facing far-reaching changes: digitalisation, the use of artificial intelligence and robotics, growing mobility and demographic change will all have a major impact. They will challenge the healthcare sector and thus further increase the efficiency of prevention and care. At the same time, this sector is particularly affected by the accumulation of health-threatening situations caused by anthropogenic climate change, the spread of new types of pathogens, and urbanisation. This development is giving rise to considerable health and economic risks in Europe and around the world. The DLR Space Administration is therefore establishing the **'Space and health'** focus area to promote innovations that address healthcare problems. Space services such as satellite-based communications, Earth observation and navigation can be used more than ever before as infrastructure for the digitalisation and modernisation of the healthcare sector. In addition to services from space travel, knowledge and technology transfers are also relevant, for example in the fields of sensor technology, telemedicine and in the field of drug and materials research. Since 2020, the new **INNOspace® network Space2Health** has opened up a communication platform for an intensive exchange of knowledge and ideas between the space and healthcare sectors. The network builds up cross-sectoral networking and initiates and harnesses synergies. New commercialisation potentials are to be recognised, technology cooperations established and joint funding projects initiated. The exchange with other sectors makes it easier to see new things and enables product and process innovations through actively pursued technology transfer. **Space2Health** addresses the entire value chain of the healthcare sector: physicians, researchers, medical technology manufacturers, software developers, suppliers, food supplement manufacturers, the pharmaceutical industry, health insurance companies, as well as colleges and universities. E-Nose^{BAKT} is an example of this kind of cooperation between applied science, space technology (Airbus) and the medicine tech sector (for example Bosch Diagnostics). On the space side, the network consists of representatives of both upstream space travel such as satellite construction, and members of the downstream segment such as information products and software development for navigation. By networking and involving additional players, the network is further expanded and is open to new partners from other high-tech sectors.



Autoren: Prof. Alexander Choukér (links) leitet an der Klinik für Anästhesiologie der Ludwig-Maximilians-Universität München das Forschungslabor „Stress und Immunsystem“. Um die Abwehrreaktionen unseres Körpers besser zu verstehen, hat er schon viele Experimente auf der Internationalen Raumstation ISS durchgeführt. Vanja Sebastian Zander arbeitet in der Abteilung Innovation & Neue Märkte des DLR Raumfahrtmanagements. Hier ist er auch für das INNOspace-Netzwerk Space2Health zuständig.

Authors: Professor Alexander Choukér (left) heads the research laboratory 'Stress and the Immune System' at the Department of Anaesthesiology of the University of Munich. He has carried out many experiments on the International Space Station ISS to better understand the human body's defence reactions. Vanja Sebastian Zander works at the Innovation & New Markets department of the DLR Space Administration. Here, he is also responsible for the INNOspace network Space2Health.



Im Haus der Wirtschaft in Stuttgart fand am 5. Februar 2020 die INNOspace-Konferenz „Raumfahrttechnologien und -dienstleistungen für die Gesundheitswirtschaft“ statt. Im Bild (v. l.): Klaus Mayer, Ministerialrat und Leiter des Referats 33 Automobil- und Produktionsindustrie, Logistik, Jennifer Frei, Referentin im Referat 33 Automobil- und Produktionsindustrie, Logistik, Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut MdL, Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg, Dr. Walther Pelzer, DLR-Vorstand zuständig für das Raumfahrtmanagement, Franziska Zeitler, Leiterin der Abteilung Innovation & Neue Märkte im DLR Raumfahrtmanagement, und Vanja Sebastian Zander, Referent in der Abteilung Innovation & Neue Märkte

The INNOspace conference 'Space technologies and services for the healthcare industry' took place at the Haus der Wirtschaft in Stuttgart on February 5, 2020. In the image (from left): Klaus Mayer, Ministerial Councillor and Head of Department 33 Automotive and Production Industry, Logistics; Jennifer Frei, Speaker in Department 33 Automotive and Production Industry, Logistics; Dr Nicole Hoffmeister-Kraut MdL, Minister of Economic Affairs, Labour and Housing for the state of Baden-Württemberg; Dr Walther Pelzer, DLR Executive Board member responsible for the Space Administration; Franziska Zeitler, Head of the Innovation & New Markets Department at the DLR Space Administration; and Vanja Sebastian Zander, Speaker in the Innovation & New Markets Department.

EIN MARKTPLATZ IM ORBIT

Die Kommerzialisierung der Internationalen Raumstation schreitet weiter voran

Von Dr. Julianna Schmitz und Martin Fleischmann

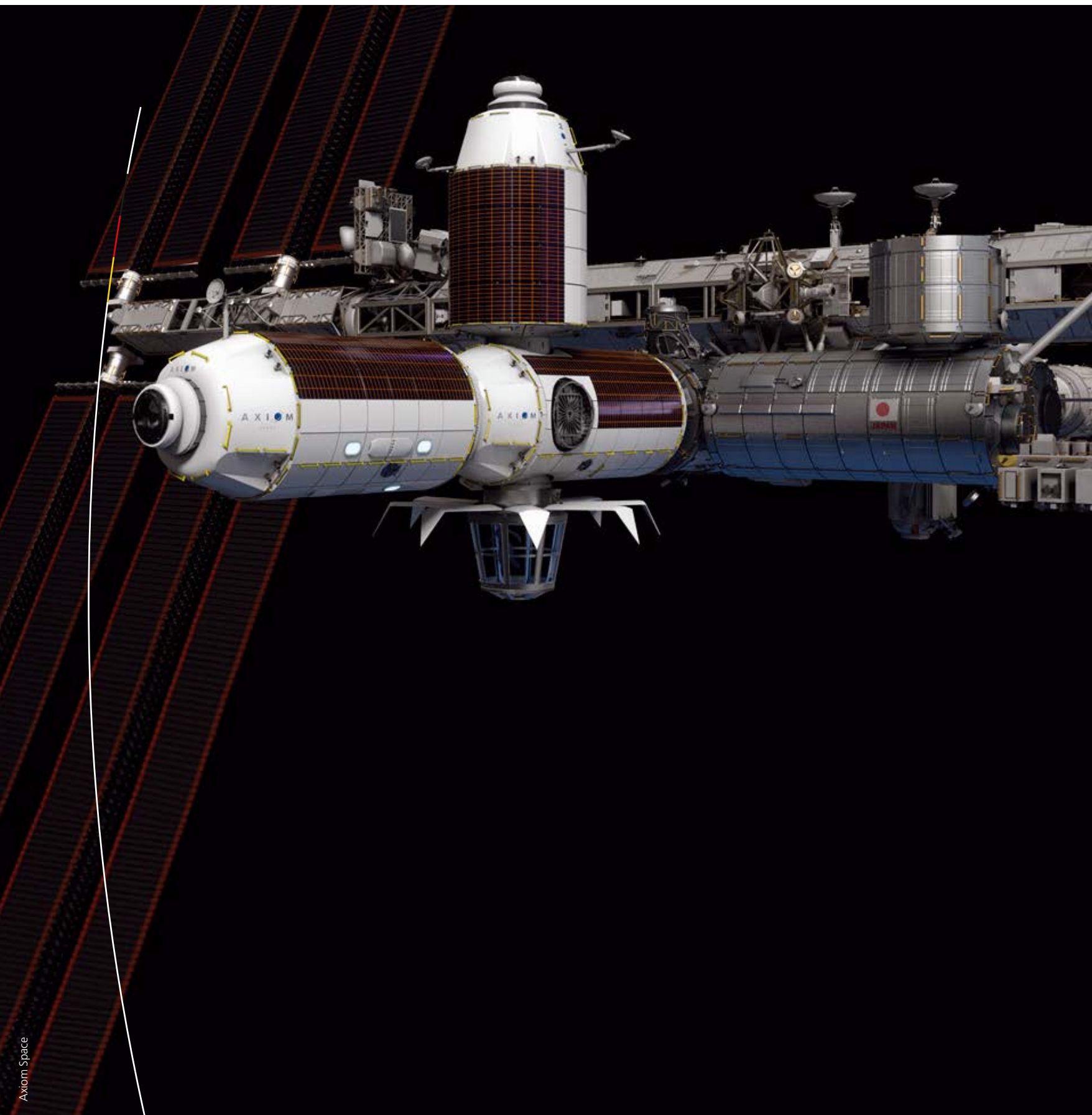
Um die nationalen Budgets zu entlasten, hat die US-amerikanische Raumfahrtbehörde durch den „NASA Authorization Act“ schon vor 15 Jahren begonnen, die irdische Ökonomie auf den niedrigen Erdorbit auszuweiten. Dafür hat sie ihre ISS-Labore für die einheimische, kommerzielle Forschung geöffnet. Im Januar 2006 kam dann der ISS-Transport hinzu: Dazu beauftragt die NASA im Rahmen der Programme „Commercial Orbital Transportation Services“ (COTS) und „Commercial Resupply Services“ (CRS) US-Firmen, Technologien und Transportmöglichkeiten für die Versorgung der Internationalen Raumstation zu entwickeln oder zu betreiben. So versorgen die Dragon- (SpaceX) und Cygnus-Raumkapseln (Northrop Grumman) seit Oktober 2012 die ISS regelmäßig mit Nachschub. Der „Dream Chaser“ von Sierra Nevada und „New Glenn“ von Blue Origin sollen ab 2021 folgen. Mit dem Aufbruch von Bob Behnken und Doug Hurley in „Crew Dragon“ (SpaceX) zur Raumstation, hat am 30. Mai 2020 mit dem ersten bemannten kommerziellen Flug im „Commercial Crew Program“ ein neues ISS-Zeitalter begonnen. Boeing will mit dem „Starliner“ zeitnah nachziehen. Damit wird auch die Crew-Kapazität der ISS von aktuell sechs auf maximal sieben Raumfahrer aufgestockt. Doch nicht nur Forschung und Transport werden privatisiert: Mit dem entfaltbaren „Bigelow Expandable Activity Module“ (BEAM) ist bereits seit April 2016 das erste kommerzielle Modul an der ISS angedockt. Weitere sollen ab 2024 folgen, denn im Januar 2020 gewann das US-Unternehmen Axiom Space eine entsprechende NASA-Ausschreibung. Der Start der Luftschleuse „Bishop Airlock“ von Nanoracks ist für August 2020 geplant. Die Firma stellt außerdem Technologie zur Umsetzung von Experimenten und zum Aussetzen von Kleinsatelliten auf der Raumstation. Und die kommerzielle ISS-Nutzung soll weiter Fahrt aufnehmen: Im Juni 2019 verabschiedete die NASA eine Verordnung, die bis zu zwölf kommerzielle Astronauten im Jahr zulässt – samt ISS-Ressourcen, Crew-Zeit und Werbung. Wie Deutschland und Europa sich an der ISS-Kommerzialisierung beteiligen, erfahren Sie auf den nächsten Seiten in dieser COUNTDOWN.

A MARKETPLACE IN SPACE

The commercialisation of the International Space Station continues

By Dr Julianna Schmitz and Martin Fleischmann

To ease the pressure on its national budget, the United States began expanding the world's economy into Low Earth Orbit (LEO) in 2005 under the NASA Authorization Act. To this end, its ISS laboratories were made available for domestic research. Transport to the ISS was added in January 2006, with NASA contracting US companies to develop and operate technologies and transport solutions to supply the International Space Station as part of its 'Commercial Orbital Transportation Services' (COTS) and 'Commercial Resupply Services' (CRS) programmes. As a result, the 'Dragon' (SpaceX) and 'Cygnus' (Northrop Grumman) space capsules have been regularly carrying supplies to the ISS since October 2012. Sierra Nevada's 'Dream Chaser' and Blue Origin's 'New Glenn' are set to join them in 2021. When Bob Behnken and Doug Hurley set off for the ISS with Crew Dragon (SpaceX) on May 30, 2020, a new chapter has begun for the ISS, with the first commercial crew flight to take place within the 'Commercial Crew Program'. Boeing plans to soon follow with its 'Starliner'. This will also increase the crew capacity of the ISS from six to a total of seven astronauts. Yet efforts at privatisation go beyond research and transport. The first private module, the 'Bigelow Expandable Activity Module' (BEAM), has been docked with the ISS since April 2016. More will follow in 2024. The company Axiom Space won a corresponding NASA tender in January 2020, and the launch of the 'Bishop Airlock' by Nanoracks is planned for August 2020. Nanoracks also operates technology for implementing experiments and launching small satellites from the Space Station. Commercial usage of the ISS is expected to continue to gain momentum. In June 2019, NASA passed a regulation permitting up to 12 private astronauts on board the ISS every year, allowing them to make use of the station's resources and even crew time and expertise for commercial and marketing purposes. Find out how Germany and Europe are involved in the commercialisation of the ISS on the following pages.



Private Raumfahrtunternehmen werden auch das Aussehen der ISS verändern. So hat das US-amerikanische Unternehmen Axiom Space den Auftrag erhalten, neue Module für die Raumstation zu bauen. Zum Team gehören zudem Boeing, Thales Alenia Space Italy, Intuitive Machines und Maxar Technologies.

Private space companies will also change the appearance of the ISS. The US company Axiom Space, for example, has been commissioned to build new modules for the Space Station. The team also includes Boeing, Thales Alenia Space Italy, Intuitive Machines and Maxar Technologies.



Deutschlands und Europas Beitrag zur Kommerzialisierung

Das DLR Raumfahrtmanagement bringt über das Nationale Raumfahrtprogramm immer wieder kommerziell relevante Forschung zur Raumstation, weil 30 Prozent der ISS-Ressourcen der europäischen Weltraumorganisation ESA für nationale und kommerzielle Projekte bereitgehalten werden. Während der „Blue Dot“-Mission von Alexander Gerst im Jahr 2014 profitierten zum Beispiel die Experimente WiSe-Net und SPACETEX von dieser Regelung – und damit auch von diesem einzigartigen Labor. SPACETEX-2 führte während der deutschen Folgemission „horizons“ im Jahr 2018 die Untersuchungen fort und wurde effizient mit dem ebenfalls industriell motivierten Experiment Metabolic Space kombiniert. Eine Weltpremiere bei der horizons-Mission war der erste Einsatz des Crew-Assistenzsystems CIMON, eine Art fliegendes Gehirn mit künstlicher Intelligenz, das Astronauten bei ihrer täglichen Arbeit an Bord unterstützt. CIMON wurde im Auftrag des DLR Raumfahrtmanagements mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gebaut und auch mit Eigenmitteln von Airbus und IBM umgesetzt. Die Ergebnisse aller Experimente lassen sich von den beteiligten Firmen wirtschaftlich verwerten. Neben dieser direkten kommerziellen Forschung auf der Raumstation unterstützt das DLR den Transfer wissenschaftlicher und DLR-eigener Forschungsergebnisse – mit wirtschaftlichem Nutzen auf der Erde.

Neben der Förderung zur wirtschaftlichen Verwertung von Daten oder Anwendungen aus der Raumfahrt strebt die ESA eine direkte kommerzielle Nutzung der ISS an. So fördert ihr Business Applications & Space Solutions (BASS)-Programm auf verschiedenen Wegen diesen Technologietransfer zur Nutzung auf der Erde. Start-ups mit Raumfahrtbezug werden durch lokale Business Incubation Centres (BICs) bei der Unternehmensentwicklung finanziell gefördert und unterstützt. Außerdem wird in diesem Jahr das Business in Space Growth Network (BSGN) neu gegründet, das die Vorteile der Forschung im All an zukünftige Nutzer weitergeben und beim Schritt zur Forschung im All Hilfestellung anbieten wird. Daraus soll ein Ökosystem entstehen, in dem Kunden, Investoren, Förderprogramme und Anbieter kommerzieller Plattformen zusammengebracht werden. Mit einem Ideenaufruf im Jahr 2015 ist zudem das Partnerschaftsprogramm der ESA gestartet, das auch vom DLR unterstützt wird. Mehrere aussichtsreiche Projekte sind in Vorbereitung. Das Erste ging 2018 an Bord der ISS in Betrieb: Der „ICE Cubes Service“ des Unternehmens SAS bringt in kleinen Experimentcontainern mit Normgröße individuelle Experimente nach Nutzeranforderung unter. Die von Airbus gebaute Außenplattform Bartolomeo ist der nächste europäische Schritt.

German and European contributions to ISS commercialisation

The DLR Space Administration performs commercially relevant research on the ISS through its national space programme, which is made possible by the allocation of 30 percent of the European Space Agency's (ESA) ISS resources to national and commercial projects. During Alexander Gerst's 'Blue Dot' mission, for instance, the WiSe-Net and SPACETEX experiments benefited from this arrangement and the capabilities of this unique laboratory. SPACETEX-2 continued its investigations during the German follow-up mission, 'horizons', and was effectively combined with another industry-driven experiment, Metabolic Space. The use of the CIMON astronaut assistant, a type of floating brain powered by artificial intelligence that supports astronauts with their daily tasks on board the ISS, during the horizons mission marked a world first. CIMON was built by Airbus on behalf of the DLR Space Administration with funding from the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy and implemented with funds from Airbus and IBM. As such, the companies involved can commercially utilise the results of all the experiments. In addition to this commercial research on the ISS, DLR also supports the exchange of scientific research and DLR's own findings that have the potential to provide real economic benefits on Earth.

In addition to promoting the commercial use of data or applications from space, ESA is also looking to more directly use the ISS itself for commercial purposes. Its Business Applications and Space Solutions (BASS) programme supports technology transfer for use on Earth in various ways. Local Business Incubation Centres (BICs) offer financial support and development assistance to space-related start-ups. This year will also see the founding of the Business in Space Growth Network (BSGN), which will publicise the benefits of conducting research in space and offer assistance to help potential users take their next steps. The aim is to bring customers, investors, funding programmes and commercial platform providers together. The ESA Industry Partnership Programme, which is supported by DLR, was launched with a call for ideas in 2015. Several promising projects are now underway. The first of these – the 'ICE Cubes service' from the company SAS – began operation on board the ISS in 2018. The service accommodates individual standard-sized experiments in small, cube-shaped containers that are tailored to individual user requirements. The Bartolomeo external platform from Airbus marks the next step for Europe.



Autoren: Dr. Julianna Schmitz ist in der Abteilung Forschung unter Weltraumbedingungen im DLR Raumfahrtmanagement für die Kommerzialisierung der Raumstation zuständig. Martin Fleischmann ist Chefredakteur der COUNTDOWN in der Abteilung Strategie und Kommunikation.

Authors: Dr Julianna Schmitz is responsible for ISS commercialisation in the Microgravity Research department of the DLR Space Administration. Martin Fleischmann works in the Strategy and Communications department and is Editor in Chief of COUNTDOWN.

Außenplattform Bartolomeo – Kommerzialisierung der ISS bekommt neuen Schub aus Deutschland

Einfach im Weltraum forschen

Nachdem NASA-Astronaut Ricky Arnold im Juni 2018 mit der „ICE Cubes Facility“ die erste kommerzielle ISS-Forschungs-Möglichkeit Europas im European Physiology Module des Columbus-Labors installiert hatte, ist am 9. März 2020 die erste private Außenplattform Europas an der Raumstation angekommen. Mit der Nutzlastplattform Bartolomeo startet die ISS in ein neues Zeitalter. Benannt nach dem jüngeren Bruder von Christoph Columbus – Entdecker und Namensgeber des europäischen ISS-Labors – wurde Bartolomeo zwischen dem 31. März und 2. April 2020 in drei anspruchsvollen, mehrstündigen Einsätzen mit dem Roboterarm Canadarm2 und der Roboterhand Dextre aus dem äußeren Laderaum des Raumfrachters Dragon CRS-2 geholt und außen an Columbus montiert. Die insgesamt drei Mal sieben Stunden andauernden Installationsarbeiten wurden von der Erde aus ferngesteuert. Dabei erwiesen sich alle Planungen und Berechnungen als korrekt. Die komplexen Mechanismen funktionierten reibungslos und Bartolomeo passte auf den Millimeter genau an das Columbus-Modul. Wenn im Juni 2020 zwei Astronauten in einem Außenbordeneinsatz die Plattform noch elektrisch mit dem europäischen Labor verbinden werden, wird das Projekt „made in Germany“ bereit sein, die Kommerzialisierung der Raumstation spürbar voranzutreiben. Bartolomeo – entwickelt und gebaut von Airbus-Ingenieuren aus Bremen und Houston – bietet Firmen und Forschungseinrichtungen die einmalige Chance, ihr Projekt einfach und schnell in den Weltraum zu bringen. Dafür können sich Interessenten mit ihrem Projekt direkt bei dem Raumfahrtunternehmen melden – ein Paradigmenwechsel in der europäischen ISS-Geschichte. Denn lange lief der Kontakt zur Raumstationsnutzung immer über Raumfahrtagenturen. Nun können die Kunden entweder telefonisch, per Mail oder auf der Bartolomeo-Internetplattform ihre Anfrage ab- und erste Daten direkt beim Betreiber angeben: Wie möchten sie Bartolomeo nutzen? Wann soll es ausgehen? Wie lange soll das Experiment auf der Plattform verweilen? Soll die Hardware zur Erde zurückkehren oder im Weltraum entsorgt werden? Welche Maße sind geplant? Wie viel wird die Hardware wiegen? Wie viel Strom wird benötigt? Direkt nach dem Absenden der Anfrage stehen den Interessenten ISS-Experten des Raumfahrtkonzerns für einen direkten Austausch zur Verfügung. Sind sich Kunde und das Bartolomeo-Team einig, kann das Projekt in die Entwicklung gehen.

Facilitating research in space

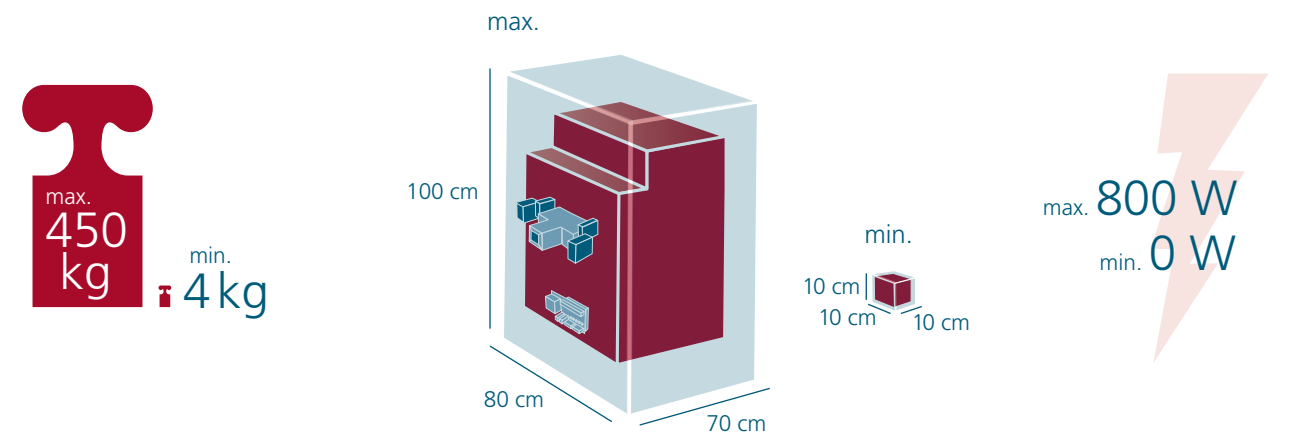
June 2018, NASA astronaut Ricky Arnold successfully installed the International Commercial Experiments service (ICE Cubes) – the first European facility for commercial research on the International Space Station ISS – in the European Physiology Module of the Columbus Laboratory. The Bartolomeo platform – Europe's first private external platform on the ISS – followed, arriving at the ISS on 9 March 2020. With the Bartolomeo payload platform, the ISS is entering a new era. Named after Christopher Columbus's younger brother, Bartolomeo was carefully extracted from the trunk of the Dragon CRS-20 resupply ship and mounted on the exterior of Columbus between 31 March and 2 April 2020. In a sequence of complex operations controlled from the ground, the Canadarm2 robotic arm and the Dextre robotic hand installed Bartolomeo over the course of three demanding seven-hour operations. The preliminary planning and calculations led to a smooth installation. All complex mechanisms performed as expected as Bartolomeo was fitted onto the Columbus module with millimetre precision. During an extravehicular activity planned for June 2020, two astronauts will connect the platform's electronics with the European laboratory, completing the setup of this project 'made in Germany' and opening up the ISS for commercialisation. Developed and built by engineers at Airbus in Bremen and Houston, Bartolomeo offers companies and research institutions a unique opportunity to bring their projects to space quickly and easily. Interested parties can request a slot directly with Airbus – a paradigm shift in the history of European involvement with the ISS. Until now, institutions wishing to make use of the ISS had to make their requests via space agencies. Now, potential customers can submit their request and provide the necessary information by telephone, e-mail or using the Bartolomeo online platform. How do they intend to use Bartolomeo? When would they like to start? How long do they expect the experiment to be on the platform? Upon completion, should the equipment be returned to Earth, or be disposed of in space? What are the dimensions of the experiment? How much will the equipment weigh? What are the power requirements? Upon submission of their request, clients will be able to communicate directly with the aerospace company's ISS experts. If the customer and the Bartolomeo team reach an agreement, the project can enter development.

Entwicklung leicht gemacht

gal ob Strahlenbiologen, Astro- und Sonnenphysiker, Erdb Beobachter, Atmosphären- oder Klimaforscher – alle können ihre Ideen mit Bartolomeo verwirklichen. Vor allem Technologieentwickler werden von dem neuen „Forschungsbalkon“ profitieren, weil er ihnen einzigartige Möglichkeiten bietet, optische Sensoren, Materialien, Robotikkomponenten und Antennen in direkter Weltraumumgebung zu testen und so die Reife ihrer Technologie – den sogenannten Technology Readiness Level (TRL) – zu erhöhen. Die ISS bietet auch eine kostengünstigste Möglichkeit für Atmosphären- und Erdbbeobachtung aus niedriger Orbithöhe. Die Bodenspur der ISS überstreicht zwischen 51,6 Grad nördlicher und südlicher Breite etwa 90 Prozent der bevölkerten Landmasse der Erde. Der Bau und die Entwicklung der Hardware liegen in der Hand des Kunden. Dennoch müssen die von den ISS-Partnern geforderten Qualitätsstandards eingehalten werden. Damit dieser Spagat aus geforderter Eigeninitiative und hohen Anforderungen keine Nutzer abschreckt, sollte der Weg von der Idee bis zum fertig gebauten Instrument möglichst einfach sein. Deswegen verwenden alle Experimente die gleichen Schnittstellen für elektrische Verbindung, Datenaustausch und Befestigung an Bartolomeo – das General-purpose Oceanering Latching Device 2 (GOLD-2). Dadurch sind die Experimente mit der ISS verbunden und können die Infrastruktur der Raumstation nutzen. Außerdem begleiten Bremer und Houstoner Raumfahrtingenieure die Teams während der gesamten Entwicklung und darüber hinaus: Pläne und Konfigurationen der einheitlichen Bartolomeo-Schnittstellen werden angeboten, beim Erreichen der Missionsmeilensteine unterstützt, gemeinsam an den Software-Paketen gearbeitet und zusammen eine Bodenkonsole zum Abruf der Missionsdaten beim Auftraggeber eingerichtet. Auf diese Weise kann in zwölf Monaten eine flugtaugliche Hardware entstehen – im Vergleich zu anderen Raumfahrtmissionen sind Bartolomeo-Projekte also eichte und schneller zu realisieren.

Development made easy

diagnostic biologists, astrophysicists, solar physicists, atmospheric and climate researchers and Earth observers alike can all make their ideas a reality with Bartolomeo. Those developing new technologies will especially benefit from the new external research platform, as it offers a unique opportunity to test optical sensors, materials, robotics components and antennas in a real space environment, and thus achieve a higher Technology Readiness Level (TRL). The ISS also offers an economical way of observing Earth and its atmosphere from low orbit. The ground track of the ISS sweeps between the latitude band 51.6 degrees north and 51.6 south latitude, passing over 90 percent of Earth's inhabited surface. The construction and development of the experiment's hardware remain the responsibility of the customer, but they must comply with the quality standards required by ISS partners. To ensure that this balancing act of the required initiative and high demands does not deter users, the path from the idea to the finished instrument should be as simple as possible. As such, all experiments use the same interface for electrical connection, data exchange and attachment to Bartolomeo – the General-purpose Oceanengineering Latching Device 2 (GOLD-2). This allows experiments to make use of the space station's infrastructure. Aerospace engineers from Bremen and Houston will also support the teams during the development stage and beyond. The plans and configurations of the standard Bartolomeo interfaces will be made available, and experts will help teams reach the mission milestones, with the use of necessary software packages and with the joint creation of a ground console to retrieve the mission data from the customer. This will make it possible to produce flight-capable hardware in 12 months. In comparison with other space missions, Bartolomeo projects are truly fast-tracked.



Bartolomeo external platform – ISS commercialisation gets a new boost from Germany

Auf Herz und Nieren getestet

Sobald die Flughardware fertig entwickelt ist, geht es mit den Tests weiter. Denn eine Nutzlast kann nur zur ISS aufbrechen, wenn sie alle Prüfungen bestanden hat. So wirken beim Raketenstart und beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre extreme Kräfte, die Raumtransporter – und damit auch ihren Inhalt – kräftig durchschütteln. Übersteht die Hardware den Rütteltest auf dem sogenannten Shaker, wird sie auch den Raumflug überleben – und danach auch funktionieren. Nutzlasten, die der rauen Umgebung des Weltraums mit Vakuum, Weltraumstrahlung und extremer Hitze ausgesetzt werden, müssen zuvor in der Thermal-Vakuum-Kammer beweisen, dass sie auch diesen Bedingungen trotzen können. Damit die Elektronik während der Mission nicht versagt, durchläuft die Hardware außerdem elektromagnetische Tests. Die Sicherheitszertifizierung erfolgt durch die an der ISS beteiligten Raumfahrtagenturen ESA, NASA und JAXA. Wenn die Nutzlast diese Prüfungen bestanden hat, wird sie eingepackt und zu den entsprechenden Startanlagen gebracht. Bartolomeo-Nutzlasten können mit vielen verschiedenen Raumtransportern zur ISS gebracht werden: Aus den USA starten sie entweder von Cape Canaveral (Florida) mit Dragon (SpaceX und NASA) oder von Wallops Island (Virginia) mit Cygnus (Northrop Grumman Space Systems und NASA). Von Japan aus ist ein Flug auf dem Raumfrachter HTV-X (JAXA) vom Weltraumbahnhof Tanegashima möglich. Die Nutzlast wird hierzu in die Raumtransporter verladen und diese Frachter wiederum in die Nutzlastverkleidung auf der Spitze der Rakete eingeschlossen. Jetzt besteht dem Flug zur ISS nichts mehr im Wege.

Tested to the limit

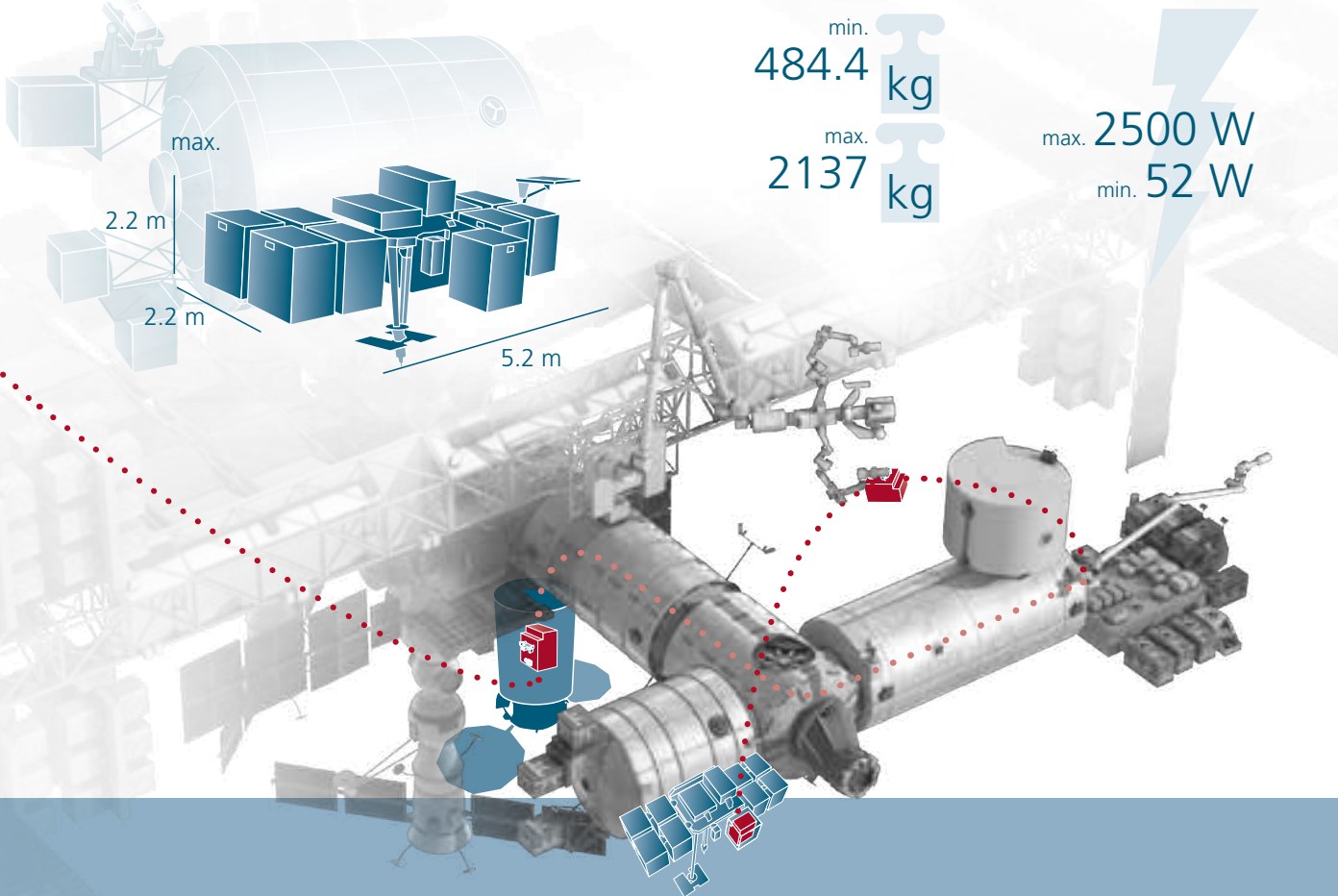
Once the flight hardware is fully developed, testing continues. The payload can only go to the ISS if it passes a series of tests. During rocket launches and re-entry into Earth's atmosphere, space transporters and their contents are subjected to extreme forces that cause them to vibrate vigorously. Testing on a shaker here on Earth confirms whether the experimental hardware will be able to survive a launch and continue to function as intended upon arrival at the Space Station. Payloads that will be directly exposed to the harsh environment of space, its vacuum, space radiation and extreme heat, must first prove their resilience to such conditions in a thermal vacuum chamber. To ensure that the electronics do not fail during the mission, the hardware must also undergo electromagnetic tests. The payload safety certification is done by the space agencies participating in the ISS programme — ESA, NASA and JAXA. If the payload passes these tests, it will be packed up and transported to the appropriate launch facility. Bartolomeo payloads can be carried to the ISS by different ISS transport vehicles. From the United States, they can be launched either from Cape Canaveral in Florida with Dragon (SpaceX and NASA) or from Wallops Island in Virginia with Cygnus (Northrop Grumman Space Systems and NASA). From Japan, payloads can make the flight on board the HTV-X (JAXA) from Tanegashima Space Center. Finally, the payload is loaded into the space transporter, which in turn is enclosed in the payload fairing at the tip of the rocket. At that point, nothing else stands in the way of the flight to the ISS.

In den Weltraum und wieder zurück

Angekommen an der Raumstation, wird der Raumtransporter von der Crew an Bord entladen. Die Nutzlasten werden ausgespuckt und in einen der beiden möglichen Luftschleusen – eine am japanischen Kibo-Modul – die andere am US-amerikanischen Tranquility-Knoten – verfrachtet. Nachdem die Schotts zum Weltraum hin geöffnet wurden, nimmt der von der Erde aus gesteuerte Roboterarm Canadarm2 die Nutzlasten entgegen und montiert sie direkt an der Bartolomeo-Plattform. Wenn Strom- und Datenverbindung sichergestellt sind, gehen sie in den ISS-Betrieb über, der von Airbus Bremen gemeinsam mit dem Columbus-Kontrollzentrum am DLR-Standort Oberpfaffenhofen erfolgt. Die Nutzlast-Telemetrie und Missionsdaten kommen von der ISS mit zum Nutztenzentrum der NASA in Huntsville (Alabama), werden an Airbus weitergeleitet und in der Cloud gespeichert, auf die der Kunde über die zuvor eingerichtete Bodenkonsole Zugriff hat. Zukünftig bietet Bartolomeo auch breitbandige Datenübertragung mit dem OSIRISv3-Laserterminal. Damit hat die kommerzielle ISS-Mission für den Kunden richtig begonnen. Allerdings tickt ab diesem Moment auch die Uhr, denn die genaue Missionsdauer ist Verhandlungssache. Eine Nutzlast kann bis zu sieben Jahre auf einem der insgesamt zwölf Bartolomeo-Slots installiert werden. Doch das kostet Geld. Die Preise verhalten sich hier wie auf dem irdischen Immobilienmarkt: Je länger ein Platz gemietet wird, je mehr „Gewerbefläche“ die Nutzlast in Anspruch nimmt, desto mehr muss man auch dafür bezahlen. Eine „ISS-Immobilie“ auf Bartolomeo kostet zwischen 326.000 Euro und 5,5 Millionen Euro pro Jahr. „Nebenkosten“ wie Strom- und Datenverbrauch sind schon für den gesamten Nutzungszeitraum „entrichtet“ und sogar der „Umzug“ zur ISS und alle damit verbundenen Kosten im Preis enthalten. Damit ist eine Bartolomeo-Mission inklusive Ticketphase, Boardingphase und Flugphase ein Komplettset, bei dem der Kunde von seiner Projektkoordi- nator bis zum möglichen Rückkehr seines Experiments zur Erde betreut wird.

To space and back

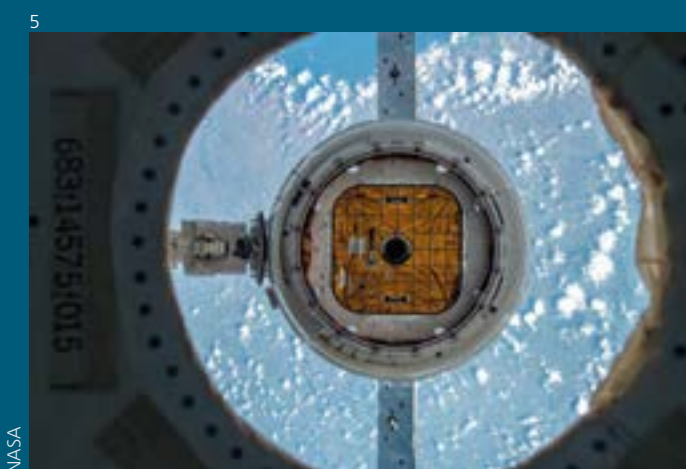
Once it arrives at the ISS, the space transporter is unloaded by the crew. The payloads are unpacked and loaded into one of two possible airlocks – one at the Japanese Kibo module, the other at the Tranquility module. When the airlock opens up to space, the robotic Canadarm2, which is controlled from Earth, picks up the payloads and mounts them directly onto the Bartolomeo platform. Once the power and data connections are up and running, the payloads are transferred to ISS operation, jointly performed by Airbus Bremen and the Columbus Control Centre at DLR's site in Oberpfaffenhofen. The payload telemetry and mission data are transmitted from the ISS to NASA's Payload Operations Integration Center in Huntsville, Alabama. From there, they are forwarded to Airbus and stored in the Cloud, which the customer can access through the previously installed ground console. In future, Bartolomeo will also offer broadband data transmission via the OSIRIS/3 laser terminal. The customer's commercial ISS mission is now really underway. The clock is already ticking, as the exact duration of the mission must be negotiated. A payload can remain installed in one of the 12 Bartolomeo slots for up to seven years. But that costs money. The prices behave in a similar way to the property market: the longer a slot is rented for, the more 'commercial space' the payload takes up and the more the customer must pay for it. An 'ISS slot' on Bartolomeo costs between 326,000 and 5.5 million euro per year. This price includes ancillary costs such as power and data consumption for the entire period of use, and also the costs associated with the 'move' to the ISS. Comprising a ticket phase, a boarding phase and a flight phase, a Bartolomeo mission is an end-to-end service, during which the customer is supported from the initial project concept through to the payload's ultimate return to Earth.





Oben: Bartolomeo wurde beim DLR in Göttingen (1) und am Kennedy Space Center in Florida (2) getestet und im Raumtransporter Dragon CRS-20 verstaut, bevor die europäische Außenplattform dann von Cape Canaveral am 7. März 2020 zur ISS gestartet ist. Dort wurde sie dann am 31. März 2020 angebracht (3). Kommen- de Nutzlasten für Bartolomeo sind zum Beispiel die Exobiology Facility (4) der ESA.

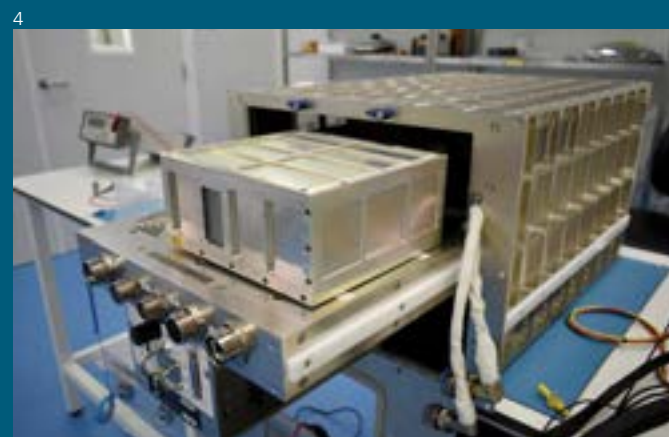
Above: The European external payload platform Bartolomeo was tested at the DLR site in Göttingen (1) and at the Kennedy Space Center in Florida (2) and stowed in the Dragon CRS-20 resupply ship before being launched from Cape Canaveral to the ISS on 7 March 2020. Bartolomeo has been installed at the Space Station (3) on 31 March 2020. Upcoming payloads for Bartolomeo include ESA's Exobiology Facility (4).



NASA



Airbus



ESA

Unten: Die beiden privaten Raumtransporter Dragon (5) von SpaceX und Cygnus (6) von Northrop Grumman versorgen seit Ende 2010 die Astronauten auf der ISS mit Nachschub und Experimenten.

Below: The two private space transporters Dragon (5) from SpaceX and Cygnus (6) from Northrop Grumman have been supplying the astronauts on the ISS with supplies and experiments since the end of 2010.



NASA



NASA



Nanoracks

Oben: Mit der kommerziellen Raumfahrt ändert sich auch das Gesicht der Raumstation. Die US-amerikanische Außenplattform MUSES (7) der Firma Teledyne Brown Engineering ist die erste ihrer Art. Das DLR-Erdbeobachtungsinstrument DESIS ist hier untergebracht. Das BEAM (8) der US-Firma Bigelow ist das erste private, entfaltbare Raumstationsmodul. Hier können Astronauten wie Alexander Gerst (hinten links) Material verstauen. Ab Juni 2020 kommt mit dem Bishop Airlock (9) der US-Firma Nanoracks die erste kommerzielle Luftschleuse hinzu. Ab 2024 werden neue Großmodule der US-Firma Axiom Space die ISS erweitern. Die Module werden später in eine eigene Raumstation (10) umgewandelt, die von der ISS losgelöst alleine um die Erde kreisen wird.

Above: With commercial space flight, the appearance of the Space Station is also changing. The US-American exterior platform MUSES (7) of Teledyne Brown Engineering is the first of its kind. The DLR Earth observation instrument DESIS is housed here. The BEAM (8) from the US company Bigelow is the first private, deployable space station module. Astronauts like Alexander Gerst (back left) can store material here. From June 2020, the Bishop Airlock (9) from the US company Nanoracks will be the first commercial airlock. From 2024, new large modules from the US company Axiom Space will be added to the ISS. The modules will later be converted into a space station of its own (10), which will be detached from the ISS and orbit the Earth independently.



Joel Kowsky/NASA



NASA



Axiom Space

Unten: Astronauten starten nun auch mit Raumkapseln privater Unternehmen zur Raumstation. Crew Dragon (11) von SpaceX brachte am 30. Mai 2020 um 15:22 Uhr Ortszeit (21:22 Uhr MESZ) die beiden US-Astronauten Bob Behnken und Doug Hurley vom Weltraumbahnhof Cape Canaveral zur Raumstation – der erste Crew-Start mit kommerziellen Anbietern in der ISS-Geschichte. Die von den beiden Astronauten auf den Namen „Endeavour“ getaufte Raumkapsel dockte nach ihrem 20 stündigen Flug am 31. Mai um 16:16 Uhr (MESZ) an der Raumstation an. Der Starliner (12) von Boeing wird später folgen. Mit den kommerziellen Raumkapseln wird auch die Crewkapazität der ISS auf insgesamt sieben Raumfahrer aufgestockt. Matthias Maurer wird der erste deutsche ESA-Astronaut sein, der mit den kommerziellen Kapseln zur ISS aufbricht.

Below: Below: Astronauts are now being launched to the ISS in capsules from private companies. On 30 May 2020 at 15:22 local time (21:22 CEST) Crew Dragon (11) from SpaceX took the two US astronauts Bob Behnken and Doug Hurley from Kennedy Space Center in Space Canaveral to the ISS – the first crew launch with commercial providers in ISS history. The space capsule, named 'Endeavour' by the two astronauts, docked with the ISS on 31 May at 16:16 (CEST) after a 20-hour flight. The Boeing Starliner (12) will follow. Commercial space capsules will also increase the crew capacity of the ISS to a total of seven astronauts. Matthias Maurer will be the first German ESA astronaut to leave for the ISS with the commercial capsules.



Joel Kowsky/NASA



Solar Orbiter – der Sonne ganz nah

Am 10. Februar 2020 ist die ESA-Mission Solar Orbiter auf ihre lange Reise ins All gestartet: Etwas mehr als eineinhalb Jahre dauert ihr Weg zur Sonne, wobei sie mehrfach an Venus und Erde Schwung holen wird, um in den eigentlichen Zielorbit einzuschwenken. Dort angekommen, soll die Sonde grundlegende Fragen zur Sonnenphysik sowie zur Entstehung von Sonnenwind und -magnetfeld klären und die umgebende Heliosphäre erforschen. Erstmals werden bei dieser Mission auch hochauflösende optische Aufnahmen von den Polregionen der Sonne erstellt. Zwischenzeitlich wurde mit dem Einschalten und der Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der zehn Instrumente an Bord der Sonde begonnen. Im Mai erfolgte dann schrittweise die wissenschaftliche Inbetriebnahme der In-situ-Instrumente. Erst wenn sich Solar Orbiter der Sonne weiter angenähert hat, werden dann auch die Fernerkundungsinstrumente, im Wesentlichen Teleskope, mit ihren wissenschaftlichen Messungen beginnen. Ab diesem Zeitpunkt werden die mit Spannung erwarteten Ergebnisse der Sonnenprozesse unser Wissen über die Funktionsweise unseres Sonnensystems abrunden. An sechs der zehn Instrumente auf Solar Orbiter sind deutsche Forschungseinrichtungen und Institute beteiligt.

Solar Orbiter – getting close to the Sun

The ESA mission Solar Orbiter began its long journey on 10 February 2020. It will take the space probe just over one-and-a-half years to approach the Sun, travelling around Venus and Earth multiple times to acquire the momentum required to reach its operational orbit. Once there, it is intended to clarify key questions about solar physics and the formation of the solar wind and the Sun's magnetic field. It will also explore the surrounding heliosphere. For the first time, the mission will also acquire high-resolution optical images of the Sun's polar regions. In the meantime, the 10 instruments on board the spacecraft have begun to be switched on and have their functionality checked. The step-by-step scientific commissioning of the in-situ instruments will also take place in May 2020. The remote sensing instruments, which are essentially telescopes, will begin their scientific measurements once Solar Orbiter is closer to the Sun. From that point on, eagerly awaited results about processes in and on the Sun will start increasing our knowledge about how the Solar System works. German research facilities and institutes are involved in six of the 10 instruments on Solar Orbiter.

GERINGE LASTEN AUF VIELEN SCHULTERN

Das DLR Raumfahrtmanagement startet den Mikrolauncher-Wettbewerb

Von COUNTDOWN-Chefredakteur Martin Fleischmann und
Holger Burkhardt aus der Abteilung Trägerraketen des DLR Raumfahrtmanagements

Der Markt für Trägerraketen steht vor epochalen Herausforderungen – „New Space“ heißt auch hier das Stichwort: Bis in die 2010-er Jahre hinein waren die Nutzlasten von Trägerraketen, zumeist Satelliten unterschiedlichster Couleur, noch groß und schwer. Sie sollten möglichst viele unterschiedliche Instrumente beherbergen und eine breite Vielfalt an Datenprodukten und Informationen generieren. Die Aufträge kamen meist von staatlichen Auftraggebern. Dementsprechend spielte der Startpreis eher eine untergeordnete Rolle. Heute kommen fast immer mehr Satelliten von privaten Raumfahrtunternehmen. Für sie stehen die aus den Satellitendaten erzeugten Anwendungen und Dienstleistungen stärker im Vordergrund. Dafür benötigen sie eine hohe zeitliche und räumliche Abdeckung – also ein Netz von häufig baugleichen Satelliten. Um sie kostengünstig zu starten, werden sie immer kleiner und leichter. Doch die Miniaturisierung bringt auch ein Problem für die Betreiber dieser „Smallsats“ mit sich: Sie fliegen oft „Huckepack“ mit anderen, größeren Modellen und sind deren Startfenster unterworfen. Verzögern die Großen den Start, müssen auch die Kleinen warten – und damit auch ihr Geschäftsmodell. Weil sich viele Unternehmen damit nicht abfinden können oder wollen, ist ein potenzieller Markt für Kleinträger (Mikrolauncher) entstanden – und der scheint vielversprechend. Denn rund drei Viertel der jährlich gestarteten Satelliten wiegen weniger als 500 Kilogramm. Deswegen bieten immer mehr Unternehmen rund um den Globus Launchservices für Nutzlasten in dieser Größenordnung an. Dabei muss der Startpreis möglichst gering und gleichzeitig die Flexibilität möglichst groß sein. Neue Produktionsmöglichkeiten wie 3D-Druck und Serienfertigung von wichtigen Bauteilen, Zulieferung von Komponenten aus anderen Branchen wie zum Beispiel der Automobilindustrie, alternative Treibstoffkombinationen sowie eine große Auswahl an Startplätzen spielen den Newcomern dabei in die Hände. Firmen aus den USA und China haben als Erste auf diesen neuen Markt reagiert. Wie Deutschland und Europa Schritt halten wollen, lesen Sie auf den folgenden Seiten der COUNTDOWN.

MULTIPLE LAUNCHES WITH SMALL PAYLOADS

The DLR Space Administration rolls out the microlauncher competition

By Martin Fleischmann, Editor in Chief of COUNTDOWN, and
Holger Burkhardt from the launcher department of the DLR Space Administration

The launcher market is facing epochal challenges. A key term here is ‘NewSpace’. Until the 2010s, launcher payloads – mainly satellites – were large and heavy to be able to accommodate as many different instruments as possible, and thus obtain a wide range of data. Most of these were commissioned by government agencies and the launch cost was not a major consideration. Today, more and more satellites are being constructed by private space companies. For them, the applications and services generated using the satellite data are more important. To achieve their goals, they need high temporal and spatial coverage – in other words, a network of mostly identical satellites. To make their launches more economical, they are becoming smaller and lighter. However, advancing miniaturisation also poses a problem for the operators of these ‘smallsats’. They often fly ‘piggyback’ with other, larger payloads and are subject to their launch schedule and constraints. If the launch of large payloads is delayed, the small ones also have to wait – and so does their business model. Since many companies cannot or will not accept this, a potential market for small launchers has emerged – and it could be promising. About three quarters of the satellites launched each year weigh less than 500 kilograms. This is why more and more companies around the world are offering launch services for small payloads. The launch price must be as low as possible while having as much flexibility as possible. New manufacturing possibilities, such as 3D printing and the mass production of important components, the supply of parts from other sectors such as the automotive industry, alternative propellants and a large selection of launch sites, are playing into the hands of the newcomers. Companies from the USA and China were the first to respond to this new market. On the following pages of COUNTDOWN, you can read how Germany and Europe want to keep pace.

Rocket Lab gibt bei den Kleinträgern den Takt vor. Bislang gehen elf Starts auf das Konto des US-amerikanisch-neuseeländischen Unternehmens. Am 17. Dezember 2018 brachte eine Electron-Rakete mit der Educational Launch of Nanosatellites (ELaNa) 19-Mission der NASA 13 Cubesats ins All. Rocket Lab is setting the pace for small launchers. The US-New Zealand company has 11 launches under its belt. On 17 December 2018, an Electron launch vehicle carrying NASA's Educational Launch of Nanosatellites 19 (ELaNa-19) mission carried 13 cubesats into space.



Testen für den Weg ins All: Das deutsche Unternehmen Isar Aerospace hat ein Gasgenerator-Triebwerk selbst entwickelt, das auf der firmeneigenen Spectrum-Rakete ab 2021 ins All starten soll. In der Nähe des Firmensitzes in Ottobrunn bei München wird die Zündung geprüft.

Testing for the path to space: The German company Isar Aerospace has independently developed a gas generator rocket engine, which is scheduled to be launched into space on the company's Spectrum rocket in 2021. The ignition system is being tested near the company's headquarters in Ottobrunn, near Munich.



Die Rocket Factory Augsburg will mit der RFA One ab 2021 ins All und zunächst zwölf Raketen pro Jahr starten. Später soll die Frequenz dann auf 52 ausgeweitet werden. Im Bild: die zweite Stufe der RFA One.

The Rocket Factory Augsburg intends to launch its RFA One into space in 2021, initially anticipating 12 launches per year. Later, the launch frequency will be increased to 52 per year. This image shows the second stage of the RFA One.



Test von HyImpulse: Die Firma aus Neuenstadt am Kocher will ab 2022 ins All starten und nutzt für ihren HyImpulse Mini-Launcher ein Hybridtriebwerk aus Flüssigsauerstoff (LOX) und Kerzenwachs (Paraffin).

Test by HyImpulse: The company from Neuenstadt am Kocher wants to launch to space from 2022 onward and uses a hybrid engine made of LOX and candle wax (paraffin) for its HyImpulse Mini Launcher.

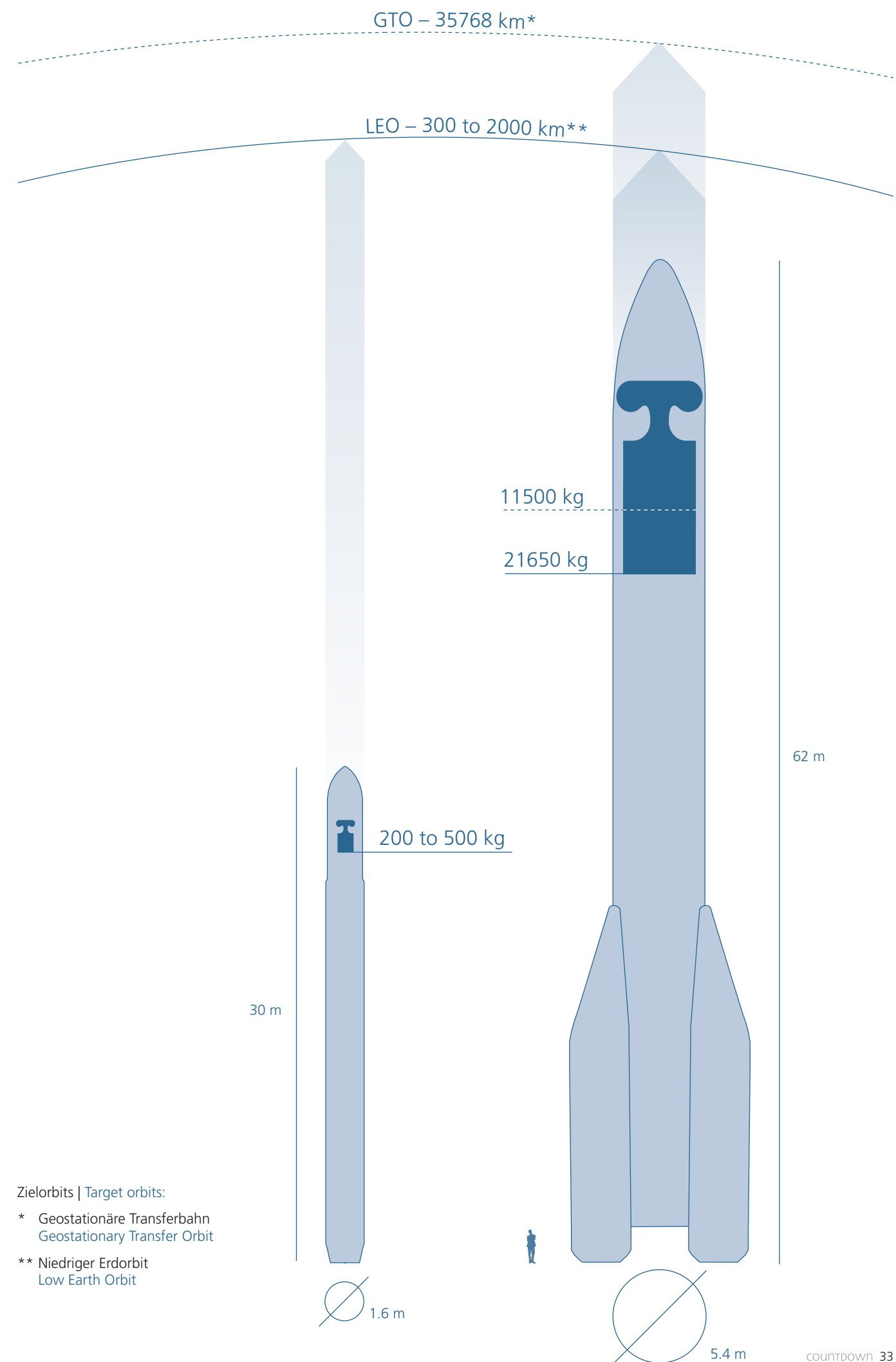
Der DLR Mikrolauncher-Wettbewerb – einen guten Start in den Markt möglich machen

Der Kleinträgermarkt ist hart umkämpft. Mehr als 100 Raketenprojekte weltweit möchten sich Aufträge in diesem Geschäftsbereich sichern – und es werden täglich mehr. Die größten und aussichtsreichsten Unternehmen kommen bislang aus den USA und aus China. Damit auch deutsche Start-ups auf diesem Markt konkurrenzfähig sind, brauchen sie im wahrsten Sinne des Wortes einen erfolgreichen Start. Das DLR Raumfahrtmanagement hat deshalb im Mai 2020 den Mikrolauncher-Wettbewerb ins Leben gerufen. Der dreistufige Wettbewerb soll in den Jahren 2022 bis 2023 zwei Demonstrationsflüge von zwei deutschen Start-ups möglich machen, die ihre Mikrolauncher eigenständig entwickeln und kommerziell betreiben wollen. Zudem müssen sie vom DLR ausgewählte nichtkommerzielle Nutzlasten von Hochschulen oder Forschungseinrichtungen mit jeweils maximal 150 Kilogramm Gesamtmasse auf ihren Qualifizierungsflügen kostenfrei ins All bringen. Dafür sollen sich die Jungunternehmen bis zum 20. Juni 2020 beim DLR Raumfahrtmanagement mit einem überzeugenden Konzept bewerben. In der Vorrunde werden dann maximal fünf Start-ups von einer Expertenjury ausgewählt, die jeweils 500.000 Euro Ko-Finanzierung erhalten. Den Vorsitz der Jury wird Thomas Jarzombek (MdB), Koordinator der Bundesregierung für die Luft- und Raumfahrt, innehaben. Im Verlauf der Hauptrunde soll Ende April 2021 der Sieger des Wettbewerbs ermittelt werden, der eine Förderung von elf Millionen Euro erhalten wird. In der dritten Phase soll Ende April 2022 der zweite Platz vergeben werden, der ebenfalls mit elf Millionen Euro dotiert ist. Die praktische Umsetzung erfolgt im Rahmen des Commercial Space Transportation Services and Support (C-STs)-Programms der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Entscheidend für die Auswahl der Teams in allen drei Wettbewerbsphasen sind jeweils technische, wirtschaftliche und operationelle Kriterien. Das Ergebnis der Bewertung einer jeden Wettbewerbsrunde erhalten die Interessenten schriftlich innerhalb von vier Wochen nach dem jeweiligen Teilnahmeschluss. Den ausgewählten Firmen wird ein Unterstützungsschreiben – ein sogenannter Letter of Support – überreicht, das für die ESA-Angebote erforderlich ist.

DLR microlauncher competition – successfully entering the market

The small launcher market is highly competitive. More than 100 projects around the world are seeking to secure orders in this sector – and this number is increasing rapidly. The largest and most promising companies to date are based in the USA and China. To be able to compete with them, German start-ups need a successful start. This is why the DLR Space Administration launched its Microlauncher Competition in May 2020. From 2022 to 2023, a three-stage competition will enable two demonstration flights by two German start-ups that intend to develop and commercially operate their small launchers. They will also be required to launch non-commercial payloads selected by DLR free of charge during the qualification flights. The payloads will be provided by universities and research institutions and will have a maximum total mass of 150 kilograms. The interested companies must submit a convincing concept to the DLR Space Administration by 20 June 2020. In the preliminary round, a jury of experts will then select a maximum of five start-ups, each of which will receive 500,000 euros in co-financing. The chairman of the jury will be Thomas Jarzombek (MP), the Coordinator of German Aerospace Policy. The winner of the competition will be selected in the course of the main round, at the end of April 2021. They will receive funding of 11 million euro. Second place will be awarded in the third phase, at the end of April 2022. That recipient will also be awarded 11 million euro. The practical implementation will take place within the framework of the Commercial Space Transportation Services and Support Programme (C-STs) of the European Space Agency (ESA). Technical, economic and operational criteria are decisive for the selection of the teams in all three competition phases. The result of the evaluation of each competition round will be sent to the participants in writing within four weeks from the relevant entry deadline. The selected companies will be presented with a letter of support, which is required for ESA proposals.

Weiterführende Informationen | More information: <http://s.dlr.de/hpk5>



Unternehmen Company	Orbex	Skyrora	PLD Space
Gründungsjahr Founded in	2015	2017	2011
Hauptsitz Headquarters	Forres	Edinburgh	Elche
Kunden Clients	Surrey Satellite Technology Ltd., Spaceflight Inc., TriSept, Space Elecnor Deimos, astrocast, Innovative Space Logistics, In-Space Missions	keine Angabe not specified	Hispasat
Investoren/Partner Investors/Partners	Sunstone Technology Ventures (Heartcore), HighTech Gründerfonds, UK Space Agency, European Space Agency, EU, Elecnor Deimos	Volodymyr Levykin, Seraphim Capital, UK Space Agency, Advanced Forming Research Center, Airborne Engineering, Scottish Space Leadership Council, European Astrotech, CST, Highlands and Islands Enterprise, Catapult Transport Systems, Qinetiq, NS&RC, Space Port 1, Shetland Space Centre, WVP, University of Strathclyde, Scottish Enterprise, Kenard, Kepston Limited, Richard Slipper Planning Consultancy	Centre for the Development of Industrial Technology, EU, ESA, GMV, Innovation Solutions, ACITURRI, JME Venture Capital, ALZIS Group, ENISA, Gobierno de Aragon, Fundación UMH, SUMA Teruel, Institut Valencia de Finances, Caixa Capital Risc
Rakete Rocket	Prime	Skylark XL	MIURA 5
Erstflug Maiden flight	2021 (geplant scheduled)	2022 (geplant scheduled)	2023 (geplant scheduled)
Länge Height	19 m	24 m	21 m
Treibmittel Propellant	LOX / bioLPG	HTP / Kerosene	LOX / Kerosene
Stufen Stages	2	3	2
Nutzlastgewicht Payload mass	max. 500 kg	max. 315 kg	max. 300 kg
Starts Launches	0	0	0

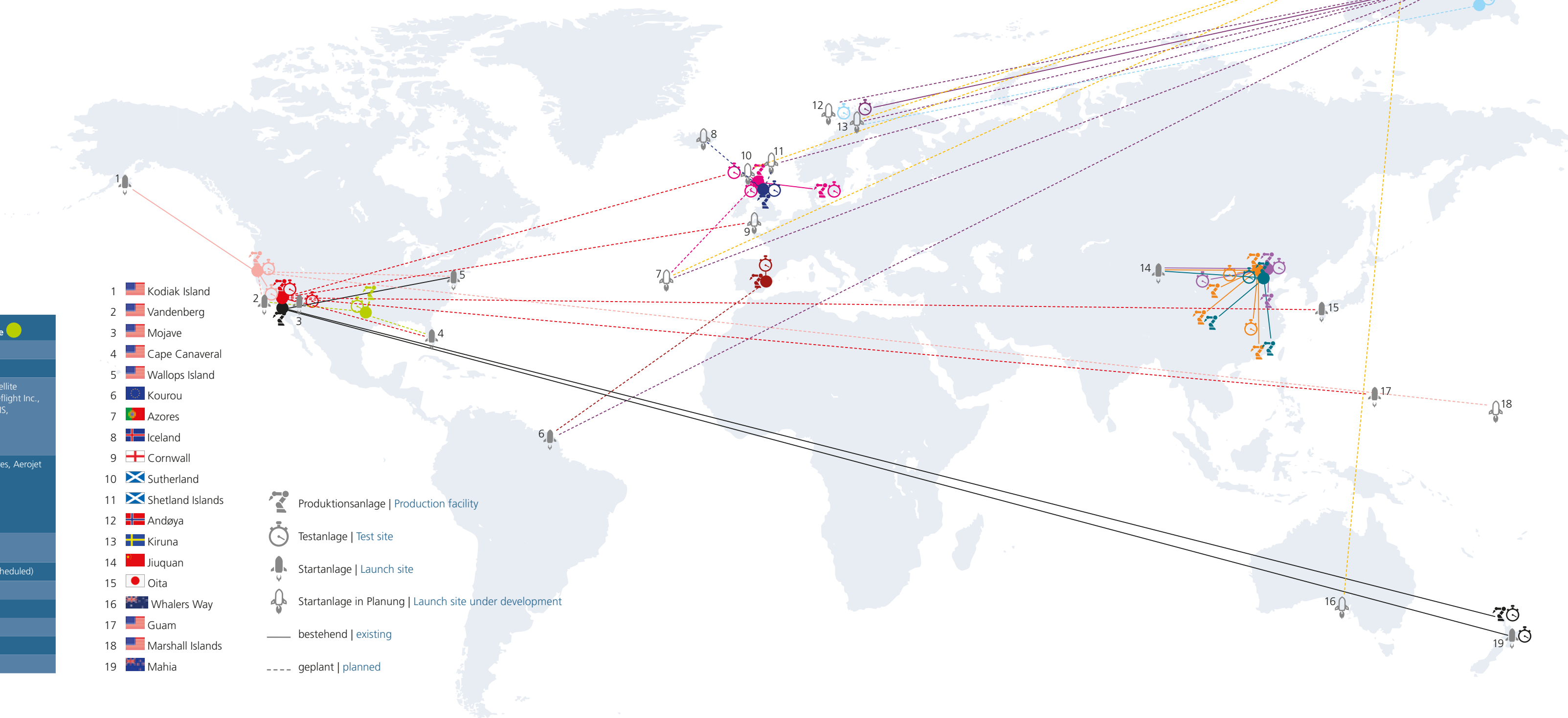
Unternehmen Company	Rocket Lab	Astra	Virgin Orbit	Firefly Aerospace
Gründungsjahr Founded in	2006	2016	2017	2017
Hauptsitz Headquarters	Long Beach	Alameda	Long Beach	Cedar Park Austin
Kunden Clients	NASA, DARPA, US Air Force, United States National Reconnaissance Office (NRO), Spaceflight Inc., BlackSky, Alba Orbital, ALE, Astro Digital	Spaceflight Inc.	United States Space Force, NASA, GomSpace, SITAEL, Swarm Technologies	Airbus, Surrey Satellite Technology, Spaceflight Inc., D-Orbit, SATLANTIS, ISILAUNCH
Investoren/Partner Investors/Partners	futurefund, khosla ventures, Bessemer Venture Partners, DCVC Data Collective, Greenspring Associates, ACC, promusventures, K1W1, Lockheed Martin	Innovation Endeavors, Airbus Ventures, Canann Partners, Salesforce	Virgin, Aabar Investments PJS, Abu Dhabi's sovereign wealth funds, LionTree Advisors, UK Space Agency, Cornwall & Isles of Scilly Local Enterprise Partnership	Noosphere Ventures, Aerojet Rocketdyne
Rakete Rocket	Electron	Rocket 3.0	LauncherOne from Cosmic Girl (Boeing 747-400)	Alpha
Erstflug Maiden flight	25.05.2017	2020 (geplant scheduled)	25.05.2020	2020 (geplant scheduled)
Länge Height	17 m	12 m	16 m	29 m
Treibmittel Propellant	LOX / Kerosene	LOX / Kerosene	LOX / Kerosene	LOX / Kerosene
Stufen Stages	2 + Kick Stage	2	2	2
Nutzlastgewicht Payload mass	max. 225 kg	max. 200 kg	max. 500 kg	max. 1000 kg
Starts Launches	11	0	1*	0

Die große Welt der kleinen Träger

Die Welt der kleinen Träger ist groß. Mehr als hundert Projekte, von denen wir aus Platzgründen nur eine kleine Auswahl präsentieren, versuchen, sich auf dem globalen Trägermarkt zu behaupten. Sehr viele davon kommen aus den USA. Dort haben sich vor allem die Unternehmen Rocket Lab und Virgin Orbit schon lukrative Aufträge gesichert. So hat Rocket Lab im Rahmen des Venture Class Launch Services (VCLS)-Programms der NASA bereits frühzeitig einen Startvertrag geschlossen und den Start dann Ende 2018 durchgeführt. Das Unternehmen hat außerdem schon den Ritterschlag erhalten: Genau wie Virgin Orbit dürfen sie für das US-Militär starten. Während Rocket Lab seine Electron klassisch von einem Launchpad abheben lässt, soll LauncherOne von Virgin Orbit vom linken Flügel des Cosmic Girl – einer Boeing 747-400 – starten. Auch in China gibt es dutzende Firmen, die versuchen, im Kleinträgergeschäft Fuß zu fassen. Ein erster erfolgreicher kommerzieller Start gelang am 25. Juli 2019 der Firma iSpace – ein Meilenstein in Chinas privater Raumfahrtgeschichte. In Europa sind unter anderem die Firmen Orbex, PLD Space und Skyrora „heiße“ Kandidaten für einen Markterfolg. In Deutschland wollen Isar Aerospace, Rocket Factory Augsburg und HyImpulse den Durchbruch schaffen.

The big world of small launchers

The world of small launchers is a big one. More than 100 projects, of which we can only present a small selection here due to the limited space provided, are trying to establish themselves in the global launcher market. Many of them originate in the United States. The companies Rocket Lab and Virgin Orbit in particular have already secured lucrative contracts there. Rocket Lab, for example, signed a launch contract early on as part of NASA's Venture Class Launch Services (VCLS) programme, and carried out the launch at the end of 2018. The company has also received a prestigious accolade: like Virgin Orbit, they are authorised to launch for the US military. While Rocket Lab's Electron lifts off from a conventional launch pad, Virgin Orbit's LauncherOne will launch from the left wing of Cosmic Girl – a Boeing 747-400. There are also dozens of companies in China trying to gain a foothold in the small launcher business. A first successful commercial launch was achieved on July 25, 2019, by the company iSpace – a milestone in China's private aerospace history. In Europe, companies such as Orbex, PLD Space and Skyrora are 'hot' candidates for market success. In Germany, Isar Aerospace, Rocket Factory Augsburg and HyImpulse hope to make the breakthrough.



- Produktionsanlage | Production facility
- Testanlage | Test site
- Startanlage | Launch site
- Startanlage in Planung | Launch site under development
- bestehend | existing
- geplant | planned

Unternehmen Company	Rocket Factory Augsburg	Isar Aerospace	HyImpulse
Gründungsjahr Founded in	2018	2018	2018
Hauptsitz Headquarters	Augsburg	Ottobrunn	Neuenstadt am Kocher
Kunden Clients	OHB SE	Airbus, ORIGINS Excellence Cluster	keine Angaben not specified
Investoren/Partner Investors/Partners	MT Aerospace Holding GmbH	Airbus Ventures, Earlybird, Vito Ventures, UVC Partners, Apeiron Investment Group, Bulent Altan	Schwarz-Holding (IABG), EU, ESA, DLR, SSC, Astos Solutions, ADAMANT Composites, ANSYS, GAIA Aerospace, Universität Patras
Rakete Rocket	RFA One	Spectrum	HyImpulse Mini-Launcher
Erstflug Maiden flight	2021 (geplant scheduled)	2021 (geplant scheduled)	2022 (geplant scheduled)
Länge Height	30 m	27 m	26 m
Treibmittel Propellant	LOX / Hydrocarbon	LOX / Light Hydrocarbons	LOX / Paraffin
Stufen Stages	3	2	3
Nutzlastgewicht Payload mass	300-500 kg	max. 1.000 kg	max. 500 kg
Starts Launches	0	0	0

Unternehmen Company	LandSpace	OneSpace	iSpace
Gründungsjahr Founded in	2016	2015	2016
Hauptsitz Headquarters	Peking Beijing	Peking Beijing	Peking Beijing
Kunden Clients	China Central Television, Spaceflight Inc., Open Cosmos, D-Orbit	ZeroG Labs, Magpie Remote Sensing Constellation	Spaceflight Inc., CAMSAT, Beijing University of Technology
Investoren/Partner Investors/Partners	Tsinghua University, China Aerospace Science and Technology Corporation, Spacety	CICC Jiatal Equity Investment Fund, Hong Tai Fund, China Merchants Venture, Qianhai Wutong Mergers and Acquisition Funds, Legend Star, Zhengxuan Capital, Hit Robot Group, Liang Jiang Aviation Industry Investment Group, FinTrek Capital, Qianhai Wande Fund	Venture Capital Fund of New England, Shunwei Capital, Shuairan Investment Management, Matrix Partners China, Fosun International, Didi Chuxing, CITIC Juxin Capital Management, Baidu, Boyucheng Investment, Long Tai Blue Mountain Investment Management, CDH Investments
Rakete Rocket	LandSpace ZQ-1	OS-M (Z/4)	Hyperbola-1
Erstflug Maiden flight	27.10.2018	27.03.2019	25.07.2019
Länge Height	19 m	19 m	21 m
Treibmittel Propellant	HTPB-4	Solid	LOX / Methane
Stufen Stages	3	4	4
Nutzlastgewicht Payload mass in LEO	max. 400 kg	205-748 kg	max. 520 kg
Starts Launches	1*	1*	1

Alle Angaben in Text und Bild ohne Gewähr | All information in text and graphs is without warranty
* Fehlstart | * unsuccessful launch



TANZ AUF DEM DRAHTSEIL

Die Weltfunkkonferenz in Ägypten legte wichtige Regeln für Megakonstellationen, Kleinsatelliten und Breitband-Internet fest

Von Dr. Ralf Ewald

In der „Vor-Corona-Zeit“ war Scharm El-Scheich eher als ägyptischer Urlaubsort mit seinen geschützten Sandstränden, seinem kristallklaren Wasser und den Korallenriffen bekannt. Auf dem „Alten Markt“ in der Altstadt Old Sharm wurde traditionell um Waren gefeilscht. So passte es dann auch, dass die 38. Weltfunkkonferenz der Internationalen Fernmeldeunion ITU (International Telecommunication Union) vom 28. Oktober bis zum 22. November 2019 in dieser Region am Südsinai stattfand. Denn im Sharm El Sheikh International Congress Center „feilschten“ aus diesem Anlass die nationalen Verwaltungen, unterstützt von Mobilfunkanbietern, Fernseh- und Rundfunkanstalten sowie Raumfahrtagenturen, um Frequenzen und Bandbreiten. Außerdem stellten sie neue Regeln für den Umgang mit dieser kostbaren Ressource auf. Da bei der ITU das Einstimmigkeitsprinzip der Vereinten Nationen gilt, müssen sich alle Mitgliedsstaaten bei jedem verhandelten Meilenstein einig sein. Die Folge: Auf den Konferenzen, die in der Regel alle vier Jahre stattfinden, geht es wie auf einem Basar zu. 3.400 Delegierte verhandelten in Scharm El-Scheich mehr als zwanzig Tagesordnungspunkte, bis nach vier Wochen tatsächlich überall Einigkeit herrschte – ein Tanz auf dem Drahtseil. Doch diese Geschlossenheit ist auch für die Raumfahrt wichtig: Bevor neue Missionen starten können, brauchen sie erst einmal ausreichend Frequenzspektrum, mit dem zum Beispiel Daten zur Erde übertragen werden können. Für diese rar gesäten und umkämpften Frequenzen braucht es international verbindliche Regeln, die Planungssicherheit erlauben. Bei der letzten Konferenz standen hier vor allem die „heißen Eisen“ Megakonstellationen, Kleinsatelliten und 5G im Fokus. Doch diese Themen waren nur ein Teil des umfangreichen „Sortiments“, mit dem sich die Mitgliedsstaaten der ITU befassen haben. So hat die vergangene Weltfunkkonferenz insgesamt 568 Seiten an überarbeitetem Regeltext verabschiedet und damit die Weichen für die Zukunft der Telekommunikation weltweit gestellt. Nun ist es an Behörden, Herstellern und Betreibern, diese Zukunft wahr werden zu lassen.

WALKING THE TIGHTROPE

The World Radiocommunication Conference in Egypt set out important rules for megaconstellations, small satellites and broadband Internet

By Dr Ralf Ewald

The Egyptian city of Sharm El-Sheikh is well known as a resort with protected, sandy beaches, crystal clear waters and coral reefs. And before the Coronavirus pandemic, at the Old Sharm bazaar in the Old Town of Sharm, the haggling over goods was the order of the day. It is fitting then that the 38th World Radiocommunication Conference (WRC-19), organised by the International Telecommunication Union (ITU), which was held from 28 October to 22 November 2019, took place in this region of South Sinai. In the Sharm El-Sheikh International Congress Center, national administrations, supported by mobile telephone operators, television and radio stations as well as space agencies, ‘haggled’ over frequencies and bandwidth. They also established new rules for dealing with these valuable resources. Since the ITU is governed by United Nations principle of unanimity, every member state had to agree each negotiated milestone. As a result, the conference which takes place regularly every four years feel like a bazaar. 3400 delegates worked through more than 20 agenda items until, after four weeks of walking a tightrope, agreement was reached on all issues. This unity is also important for space exploration and utilisation. Before new missions can be launched, they first need to secure sufficient frequency spectrum with which data can be transmitted to and from Earth. For these scarce and contested frequencies, there is a need for internationally binding rules that allow for certainty during mission planning. WRC-19 focused on the hot topics of megaconstellations, small satellites and 5G. However, these matters were only part of the extensive range of issues that ITU member states had to deal with. In total, WRC-19 adopted 568 pages of revised regulatory text, thus setting the course for the future of telecommunications worldwide. It is now up to governments, manufacturers and operators to make this future a reality.

Megakonstellationen werden die Anzahl von Satelliten im erdnahen Orbit in kürzester Zeit vervielfachen und auch den „Funkverkehr“ im Weltraum stark verändern. Die Internationale Fernmeldeunion ITU hat hierfür nun Regeln geschaffen. Megaconstellations will multiply the number of satellites in low Earth orbit within a very short time and will greatly change ‘radio communications’ in space. The International Telecommunication Union (ITU) has now established rules for this.

Megakonstellationen – ein Trend schafft Herausforderungen

Spätestens seit OneWeb-Gründer Greg Wyler im Jahr 2012 als Erster angekündigt hat, die ganze Welt mit Internet zu versorgen, sind Megakonstellationen Teil der Raumfahrtwelt. Viele kleine und damit günstige Satelliten sollen in einer Konstellation ein dichtes Netz aufspannen, um jeden Flecken der Erde permanent im Blick zu haben. Das Konstellationsprinzip gab es zwar mit dem US-amerikanischen Satellitenkommunikationssystem Iridium und dem internationalen Kommunikationsnetz Globalstar schon vor Wylers Vision. Seit Kleinsatelliten immer leistungsfähiger und durch den NewSpace-Gedanken Raumfahrtmissionen scheinbar immer günstiger werden, ist jedoch ein neuer Hype entstanden, Megakonstellationen mit Hunderten oder sogar Tausenden von Satelliten aufzubauen. Alles mit dem Ziel, die Weltbevölkerung mit Breitband und 5G zu versorgen, wenn erdgebundene Netze nicht vorhanden sind. Damit sind drei Begriffe eng miteinander verwoben: Kleinsatelliten als Technologie, Megakonstellationen als Betriebskonzept und 5G/Breitband als Anwendung. Jedoch verschärfen sich durch diesen Trend Herausforderungen wie Weltraummüll, Kollisionsgefahr und Verknappung von Frequenzressourcen. Letzteren hat sich die Weltgemeinschaft bei der Weltfunkkonferenz 2019 angenommen und sich auf Lösungssuche begeben.

Ein Herz für Kleinsatelliten

Kleinsatelliten bereiten den Weg für einen kommerziell erfolgreichen Betrieb von Megakonstellationen. Da sie an Universitäten und Forschungseinrichtungen entwickelt werden, sorgen sie für eine hohe Innovationskraft. Dementsprechend wächst ihr Leistungspotenzial schnell an. Viele dieser Entwicklungen basieren auf Standardbauteilen, die in terrestrischen Anwendungen üblich und daher günstig verfügbar sind. Durch die kompakte Bauweise können zudem viele Satelliten mit einer Rakete geflogen und damit die Startkosten pro Satellit gering gehalten werden. Um diesen Forschungsdrang zu unterstützen, wollte die Staatengemeinschaft Entwicklern den Zugang zum All erleichtern. Es musste jedoch dabei sichergestellt werden, dass die Frequenznutzung von Infrastrukturen und Raumfahrtprogrammen nicht gestört wird. Da die Zahl der von Forschungsinstitutionen betriebenen Kleinsatelliten von Jahr zu Jahr stark steigt, befürchteten die Teilnehmerstaaten eine Überlastung von Frequenzbereichen, die wissenschaftliche Satellitenmissionen nutzen. Ein sinnvoller Betrieb wäre dann nicht mehr störungsfrei möglich. Aber auch Betreiber terrestrischer Infrastrukturen sorgten sich vor empfindlichen Beeinträchtigungen durch die wachsende Anzahl von Kleinsatelliten. Dementsprechend schwierig gestaltete sich die Suche nach geeigneten Frequenzbereichen. Nach vier Jahren Vorbereitung und weiteren vier Wochen intensiver Debatten auf der Weltfunkkonferenz konnten sich die Staaten auf zwei Bereiche (137,025 bis 138 MHz und 148 bis 149,9 MHz) im Hochfrequenzband Very High Frequency (VHF) für den Betrieb von Entwicklungskleinsatelliten mit einer Missionsdauer von weniger als drei Jahren einigen. Außerdem wurde eine Resolution verabschiedet, die für Kleinsatelliten mit einer Missionsdauer von unter drei Jahren ein verein-

Die Teilnehmer der letzten Weltfunkkonferenz tagten vom 22. Oktober bis zum 28. November 2019 im ägyptischen Sharm El-Sheich.

The participants of the World Radiocommunication Conference met from 22 October to 28 November 2019 in Sharm El-Sheikh, Egypt.



Mit der Starlink-Konstellation will der US-amerikanische Raumfahrtkonzern SpaceX mit insgesamt 42.000 Kleinsatelliten im erdnahen Orbit die ganze Welt mit schnellem Internet versorgen. Unter welchen Bedingungen diese Megakonstellationen aufgespannt werden müssen, hat die Weltfunkkonferenz Ende 2019 entschieden.

With the Starlink constellation, the US company SpaceX intends to use a total of 42,000 small satellites in low Earth orbit to supply the entire world with fast Internet. The conditions under which these megaconstellations will have to be deployed were decided at the World Radiocommunication Conference in the end of 2019.

Megaconstellations – a challenging trend

Megaconstellations have been an important part of the space scene since at least 2012, when OneWeb founder Greg Wyler announced his intention to supply the entire world with satellite internet. In such systems, many small and thus inexpensive satellites are arranged in a constellation to create a dense network that keeps the majority of Earth's surface constantly in view. The constellation principle precedes Wyler's vision, having previously been implemented by Iridium and Globalstar. However, as small satellites become increasingly powerful and cost-effective thanks to missions that follow the NewSpace concept, the idea of constructing megaconstellations comprising hundreds or even thousands of satellites is generating a newfound hype. The aim of such ventures is to supply the world's entire population with broadband and 5G where terrestrial networks are not available. Three concepts are closely intertwined – microsatellites as the technology, megaconstellations as the operational concept and 5G/broadband as the application. However, this trend also brings with it challenges such as space debris, the risk of collisions and the scarcity of communications frequencies. The international community addressed the latter issue at the World Radiocommunication Conference in 2019 and began working on solutions.

Enthusiasm for small satellites

Small satellites are paving the way for the commercially successful operation of megaconstellations. As they are often developed at universities and research institutions, small satellites represent important opportunities for driving innovation. As a result, their performance potential is growing rapidly. Many of these developments are based on standard components that are



fachtes Anmelde- und Koordinierungsverfahren ihrer Funkfrequenzen erlauben soll. Beide Beschlüsse waren jeweils der bestmögliche Kompromiss, zu dem sich die Mitgliedsstaaten durchringen konnten. Es muss sich aber noch zeigen, ob diese Regeln in der Praxis greifen. Denn der VHF-Bereich ist aufgrund der benötigten Antennengrößen für Kleinsatelliten eher ungünstig. Zudem haben zumindest deutsche Kleinsatellitenmissionen normalerweise eine Missionsdauer, die drei Jahre überschreitet.

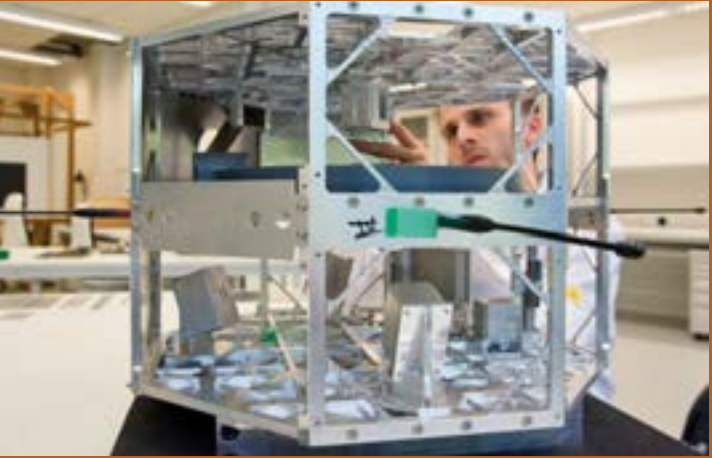
Schutz von geostationären Satellitensystemen

Neue Frequenzanmeldungen für Megakonstellationen werden inzwischen monatlich von der Internationalen Fernmeldeunion ITU veröffentlicht. Die Attraktivität kostengünstiger Kleinsatelliten sorgt für eine Anmeldeflut, mit der neue Unternehmen sich Frequenzressourcen für Anwendungen wie „Internet der Dinge“ oder Telekommunikation sichern wollen. Um seine Ansprüche auf Frequenzbereiche über Jahrzehnte geltend zu machen, reichte bisher ein Satellitenstart – auch wenn es der einzige bleiben sollte. Diesem Vorgehen haben die Mitgliedsstaaten der ITU nun einen Riegel vorgeschoben. Betreiber von Megakonstellationen müssen zu bestimmten Zeitpunkten einen festgelegten Prozentanteil ihrer Konstellationen in Betrieb genommen haben. Starten sie weniger Satelliten als für entsprechende Meilensteine festgelegt, wird die Gesamtzahl der angemeldeten Satelliten in dieser Konstellation reduziert. Starten in einer Konstellation von 1.000 Satelliten bis zum zweiten Meilenstein weniger als 50 Prozent, wird der gesamte Verbund entsprechend geschrumpft. Erreichen zum Beispiel nur 300 anstatt der geforderten 500 Satelliten ihren Zielorbit, dann werden die tatsächlich gestarteten Satelliten als 50 Prozent der Gesamtkonstellation gewertet. Die Zahl der angemeldeten Satelliten sinkt dann von 1.000 auf 600 Satelliten und schränkt damit das Geschäftsmodell stark ein. Diese Entscheidung soll Druck auf Betreiber ausüben, Konstellationen zügig aufzubauen. Firmen, die ernsthaftes Interesse an ihrer Konstellation haben, werden also in Zukunft ihre Pläne zeitnah umsetzen. Allerdings wird diese Regelung kaum Anmeldungen verhindern, bei denen es gar nicht um die Konstellation, sondern nur um die Reservierung von Funkfrequenzen geht.

Durch die wachsende Anzahl von angemeldeten Megakonstellationen gerät das Geschäftsfeld geostationärer Satellitensysteme zunehmend in Bedrängnis. Hier wird gerade das Fehlen von harten Koordinierungsregeln zwischen geostationären und umlaufenden Satellitensystemen im Q/V-Band (37,5 bis 51,4 GHz) von den Konstellationsbetreibern ausgenutzt. Sie interpretieren das häufig als Möglichkeit, sich vor dem Start auf keine technischen Diskussionen einzulassen, sondern Koordinierungen erst bei aufgetretenen Störfällen durchzuführen. Das verstößt gegen die Interessen der etablierten Betreiber geostationärer Satellitensysteme, die einen kontinuierlichen Betrieb sicherstellen wollen. Die Weltgemeinschaft hat sich dieses Problems angenommen. In Zukunft ist eine Koordinierung strikt vorgeschrieben, womit die Position geostationärer Satellitensysteme gestärkt wurde.



TU Berlin



Ulrich Dahl/TU Berlin



Noak/PRVTU Berlin



Ulrich Dahl/TU Berlin

Satelliten werden stetig kleiner und ergänzen große Plattformen. Die sogenannte Pico-Klasse wiegt sogar weniger als ein Kilogramm. Das macht die Starts dieser Satelliten sehr günstig und gibt auch kleinen Firmen, Branchen-neulingen und Universitäten die Möglichkeit, eigene Weltraummissionen zu starten. Daher kreisen immer mehr dieser Kleinsatelliten um unsere Erde. Deswegen hat die ITU auch für diese „Winzlinge“ neue Regeln aufgestellt. In Deutschland gilt die Technische Universität Berlin bei Kleinsatelliten als Vorreiter. Bereits im Juli 1991 kreiste mit TUBSAT-A der erste von 21 Berliner Kleinsatelliten um unsere Erde – weitere sechs sind für dieses Jahr noch geplant. Seit dem ersten Start Anfang der 1990er-Jahre kamen Kleinsatelliten zahlreicher anderer deutscher Universitäten sowie von Forschungsinstitutionen hinzu. So haben die deutschen Forschungseinrichtungen ihr Know-how stetig ausgebaut und auch eigene Kontrollzentren für ihre Kleinsatelliten geschaffen.

Satellites are becoming increasingly smaller and supplement large platforms. The so-called pico class weighs less than one kilogram. Launching these satellites is thus very economical and gives small companies, industry newcomers and universities the opportunity to launch their own missions to space. This is why more and more of these small satellites are orbiting Earth and why the ITU has also drawn up new rules for these tiny satellites. In Germany, the Technical University of Berlin is considered a pioneer in small satellites. Already in July 1991, TUBSAT-A was the first of 21 Berlin small satellites to orbit Earth – six more are planned for this year. Since the first launch at the beginning of the 1990s, small satellites from numerous other German universities and research institutions have been added. In this way, German research institutions have steadily expanded their know-how and also created their own control centres for their small satellites.

commonly found in terrestrial applications and are thus available at low cost. Compact designs mean that many satellites can be carried into orbit using a single rocket, minimising the launch cost per satellite. To support this research drive, the international community is seeking to facilitate access to space for developers. However, it is essential to ensure that the communications frequencies used by infrastructure and space programmes are not disrupted as a result. As the number of small satellites operated by research institutions is growing rapidly, the participating countries have begun to fear that the frequency ranges used by scientific satellite missions may become overloaded. This would make interference-free operation impossible. Operators of terrestrial infrastructure are also concerned about interference due to the growing number of small satellites. All of these factors have made searching for suitable frequency ranges especially difficult. After four years of preparation followed by four weeks of intensive discussions at the World Radiocommunication Conference, the states were able to agree on two ranges (137.025–138 MHz and 148–149.9 MHz) in the Very High Frequency (VHF) band for the operation of small satellites with missions lasting less than three years. A resolution was also passed to permit a simplified registration and coordination process for the allocation of radio communications frequencies for such satellites. These decisions represent the best possible compromise on which the member states were able to agree. However, it remains to be seen whether these rules will prove effective in practice. The VHF range tends to be rather unsuitable for small satellites due to the size of the antennas that are needed. In addition, many small satellite missions, including those designed in Germany, normally last longer than three years.

Protecting geostationary satellite systems

New frequency registrations for megaconstellations are now published on a monthly basis by the International Telecommunication Union (ITU). The appeal of small, cost-effective satellites has led to a flood of registrations, as new companies seek to secure valuable frequencies for applications relating to the ‘Internet of Things’ or telecommunications. Until recently, a single satellite launch was sufficient to assert a decades-long claim to frequency ranges, even for missions that ended up only ever including that single satellite. The ITU member states have now put a stop to this practice. Operators of megaconstellations must ensure that certain percentages of their constellations are in operation by specified deadlines. If they launch fewer satellites than required by these milestones, the overall number of registered satellites allowed in the constellation will be reduced. If fewer than 50 per cent are launched before the second milestone, the registered number of satellites permitted for the constellation is reduced accordingly. If, for instance, for a planned constellation of 1000 satellites, only 300 of the required 500 satellites reach their target orbit in time, then the satellites that have actually been launched are counted as 50 percent of the final constellation. In this case, the number of registered satellites drops from 1000 to 600, thus severely affecting the business model. This decision is intended to put pressure on operators to set up constellations quickly. Companies that have a serious interest in their constellations will therefore implement their plans promptly. However, this regulation is unlikely to prevent any registrations aimed exclusively at reserving specific radio frequencies rather than establishing constellations.

Unterschiedliche Horizonte in einer 5G-Welt

5G soll neue Standards in der Telekommunikation setzen und Downloadraten im Bereich von Gigabits pro Sekunde für Mobilfunknutzer ermöglichen. Hohe Datenraten benötigen aber entsprechend hohe Frequenzbandbreiten. Die Weltgemeinschaft hat daher bei der Welfunk-konferenz zusätzliche Frequenzbänder mit Bandbreiten von insgesamt 14,75 GHz für 5G-Anwendungen weltweit zugänglich gemacht. Diese Frequenzen sind hauptsächlich für lokale Anwendungen vorgesehen, die hohe Kapazitäten benötigen. Beispiele wären Fußball-stadien oder Messegelände, wo die Nutzerdichte sehr hoch ist. Insgesamt fiel es schwer, die Rolle von Satelliten in diesem Themenfeld zu finden. Zum einen möchten vor allem kommer-zielle Satellitenbetreiber Teil der 5G-Welt werden. Jedoch lag während der Welfunkkonferenz ausschließlich der Schutz der eigenen genutzten Frequenzen in ihrem Interesse. Zumindest Letzteres gelang teilweise. In den Frequenzbereichen 37 bis 43,5 GHz und 66 bis 71 GHz konnten Regelungen gefunden werden, um Satellitensysteme vor 5G-Anwendungen zu bewah-ren. Im Bereich 24,25 bis 27,5 GHz hingegen wurden Werte zum Schutz von Wetterbeobach-tungssatelliten festgesetzt, die deren Datenqualität gefährden. In den Verhandlungen zeigte sich, wie schwer sich die Horizonte von Satelliten- und Mobilfunkbetreibern miteinander zu einer „5G-Welt“ verbinden lassen. Immer noch suchen der Satelliten- und der Mobilfunk eigene Lösungen anstatt gemeinsame zu finden. Damit Satelliten Teil der 5G-Welt werden, müssen in Zukunft noch viele Hürden genommen werden. Projekte wie dorf.digital, bei dem ein ganzes Dorf mit Breitband-Internet aus dem All versorgt werden soll, könnten die notwen-digen Brücken zwischen der Raumfahrt und der terrestrischen Welt bauen.

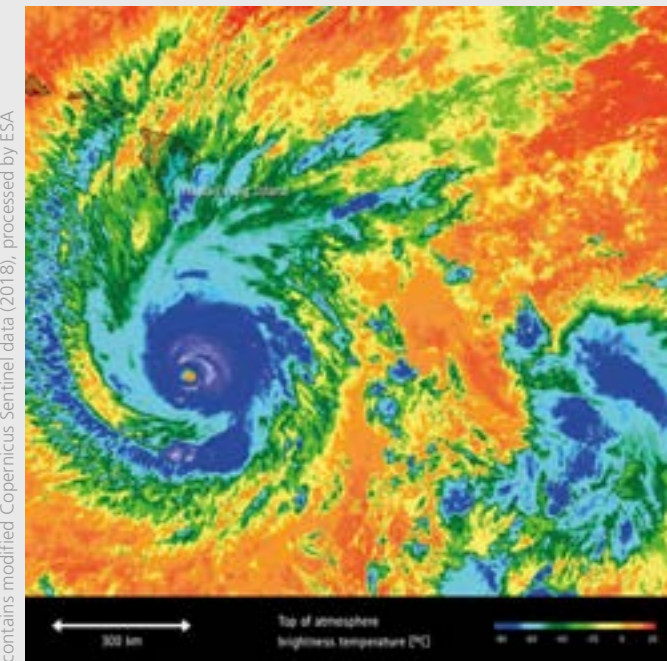
Wetter- und Umweltsatelliten wie die der europäischen Programme Copernicus und EUMETSAT liefern uns wichtige Informati-onen über unsere Erde. Hier hat der Satellit Sentinel-3 die globale Oberflächentempera-tur erfasst – eine wichtige Klimavariablen.

Weather and environmental satellites such as those of the European programmes Copernicus and EUMETSAT provide us with important information about Earth. Shown here, the global surface temperature – an important climate variable – from data acquired by the Sentinel-3 satellite .



contains modified Copernicus Sentinel data (2018), processed by ESA

contains modified Copernicus Sentinel data (2018), processed by ESA



Im Auge des Hurrikans: Mit Erdbeobachtungssatelliten wie Sentinel-3 lässt sich die Temperaturverteilung in einem Sturm-gebiet direkt bestimmen und damit auch die Veränderung der Sturmstärke beobachten. Da Sentinel-3 einen passiven Sensor benutzt, könnten Veränderungen im 5G-Funkband direkten Einfluss auf diesen Satelliten nehmen.

In the eye of the hurricane: Earth observation satellites such as Sentinel-3 can be used to directly determine the temperature distribution in a storm area and thus observe changes in storm strength. Since Sentinel-3 uses a passive sensor, changes in the 5G radio band could directly affect this satellite.

The operation of geostationary satellite systems is increasingly coming under pressure due to the growing number of registered megaconstel-lations. The lack of strict rules regarding the coordination between geostationary and other satellite systems in the Q/V-Band (37.5 to 51.4 GHz) is being exploited by constellation operators. They often use this lack of regulation to avoid engaging in technical discussions prior to launch, instead only carrying out coordination activities when issues arise. This infringes upon the interests of the established opera-tors of geostationary satellite systems who want to ensure continuous operation. The international community is currently addressing this problem. In future, coordination will be strictly mandatory and the position of geostationary satellite systems strengthened.

New horizons in a 5G world

5G will set new standards in telecommunications and enable download rates in the gigabits-per-second range for mobile phone users. However, high data rates require correspondingly high frequency bandwidths. At the World Radiocommunication Conference, the international community made additional frequency ranges with bandwidths total-ling 14.75 GHz available for 5G applications worldwide. These frequencies are primarily envisaged for local applications that require high capacities. Examples include football stadiums and trade fair exhibition sites, where the concentration of users is particularly high. Overall, it has proven difficult to establish the role that satellites will play in this area. While commercial satellite operators are keen to become part of the 5G world, protecting the frequencies that they are currently using was their primary concern during the World Radio-communication Conference. They were partially successful in their endeavours, as regulations were created to protect satellite systems from 5G applications in the frequency ranges of 37 to 43.5 GHz and 66 to 71 GHz. In the 24.25 to 27.5 GHz range, by contrast, the regula-tions established to protect weather satellites are less strict and endanger the quality of the data they produce. The negotiations revealed how difficult it can be to satisfy the ambitions of both satellite and mobile operators during the creation of a 5G world. At present, all parties are still looking for solutions that satisfy their needs instead of finding common ones. Many hurdles still need to be overcome in order for satellites to become part of the 5G world. Projects like dorf.digital, in which entire villages are supplied with broadband internet connectivity from space, could build the necessary bridges between space and Earth.



Autor: **Dr. rer. nat. Ralf Ewald** arbeitet in der Abteilung Satellitenkommunikation des DLR Raumfahrtmanagements. Als Frequenzmanager war er vom 22. Oktober bis 28. November 2019 bei der Welfunkkonferenz vier Wochen lang für das DLR in Scharm El-Scheich im Einsatz. Er verhandelte hier Frequenzen für Raumfahrtprojekte, die der deutschen Bundes-regierung wichtig sind.

Author: **Dr rer nat Ralf Ewald** works at the DLR Space Administration as a frequency manager in Satellite Communications. From 22 October to 28 November 2019, he spent four weeks at the World Radiocommunication Conference in Sharm El-Sheikh, negotiating over frequencies for space projects in which the German government has a particular interest.



GEMEINSAM IM WELTRAUM

Wie sich die UN für eine koordinierte und nachhaltige Nutzung der Raumfahrt einsetzen

Von Maximilian Betmann, Silke Hüttemann, Franziska Knur und Martin Reynders
aus der UN-Abteilung des DLR Raumfahrtmanagements

Die Vereinten Nationen (United Nations, UN) haben den Weltraum schon früh für sich entdeckt. Bereits 1967, zwei Jahre, bevor mit Neil Armstrong und Buzz Aldrin die Menschheit erstmals einen Fußabdruck auf dem Mond hinterließ, trat der „Weltraumvertrag“ in Kraft. Dieses Regelwerk bildet bis heute ein wesentliches Fundament, das jedoch angesichts weltweit wachsender Raumfahrtaktivitäten durch weitere Bestimmungen und Standards ergänzt werden muss. Dafür hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen – in ihr sind Vertreter von 193 Staaten versammelt – im vergangenen Dezember 21 neue Handlungsempfehlungen für die langfristig nachhaltige Nutzung des Weltraums beschlossen. Sie geben der Politik einen Regulierungsrahmen, empfehlen Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Weltraumoperationen und regen mehr internationale Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung an. Den Einsatz von Raumfahrtanwendungen weltweit zu fördern, ist eine wichtige Aufgabe der UN. Hier ist der Fokus vor allem auf die sogenannten Entwicklungsländer gerichtet. So unterstützen die Vereinten Nationen nach dem Prinzip „Hilfe zur Selbsthilfe“ zum Beispiel die Zusammenarbeit von etablierten Raumfahrtnationen mit afrikanischen Staaten, damit diese eigenständig Raumfahrtinfrastrukturen aufbauen können. Auch das DLR Raumfahrtmanagement engagiert sich und fördert zum Beispiel den weltweiten Zugang zu weltraumgestützten Technologien und Daten für den Einsatz im Krisen- und Katastrophenmanagement. Dafür wird vor allem qualifiziertes Personal gebraucht. Deswegen trainieren Wissenschaftler der Universität Bonn zusammen mit UN-Katastrophenmanagern vor Ort in der Anwendung von Erdbeobachtungsdaten. Doch die Ausbildung von Fachkräften beginnt schon viel früher: Bereits in der Schule müssen die richtigen Weichen gestellt werden. Hier hat das DLR gemeinsam mit den Vereinten Nationen Lehrkräfte aus Afrika nach Deutschland geholt und mit ihnen Methoden erprobt, um Kinder frühzeitig für Raumfahrt zu begeistern.

TEAMWORK IN SPACE MATTERS

How the UN is working towards the shared and sustainable use of space

By Maximilian Betmann, Silke Hüttemann, Franziska Knur and Martin Reynders
of the UN department at the DLR Space Administration

The United Nations (UN) recognised the importance of space early on. In 1967 – two years before Neil Armstrong and Buzz Aldrin left their footprints on the Moon – the ‘Outer Space Treaty’ came into force. These rules still form an essential foundation today, but in view of growing space activities worldwide they need to be supplemented by additional standards and regulations. To this end, in December 2019 the General Assembly of the United Nations – which brings together representatives from 193 member states – adopted 21 new rules for the long-term, sustainable use of space. These provide policymakers with a regulatory framework, recommend measures to improve the safety of space operations, and encourage more international cooperation in research and development. Promoting the use of space applications worldwide is an important task of the UN. Here, the focus is primarily on developing countries. For example, in accordance with the principle of ‘helping people to help themselves’, the UN supports cooperation between established space nations and African states with the aim of enabling them to develop space infrastructure on their own. The DLR Space Administration is also involved and promotes, for example, worldwide access to space-based technologies and data for use in crisis and disaster management. Qualified personnel are in particularly high demand for this. For this reason, scientists from the University of Bonn collaborate with the UN to train disaster managers on site in the use of Earth observation data. However, the training of specialists begins at a much earlier age: the right course must be set at school. To this end, DLR and the UN invited teachers from Africa to visit Germany and worked with them in developing new ways to get children excited about space at school.

Hauptquartier der Weltgemeinschaft: Von der Generalversammlung der Vereinten Nationen in New York wurden im Dezember 2019 neue Regeln für eine gemeinsame, nachhaltige Nutzung des Weltraums beschlossen.

Headquarters of the international community: new rules for the shared, sustainable use of space were adopted at the United Nations General Assembly in New York in December 2019.

Die Vereinten Nationen verabschieden Regeln zur langfristigen Nachhaltigkeit von Weltraumaktivitäten

Montag, 2. September 2019, 11:02 Uhr deutscher Zeit. 320 Kilometer Höhe. Der europäische Windwächtersatellit Aeolus kann durch eine Änderung seiner Flugbahn knapp einer Kollision mit einem US-amerikanischen Starlink-Satelliten entgehen. Das Manöver ist keineswegs eine Selbstverständlichkeit, denn für solche Vorfälle gibt es bis jetzt – anders als zum Beispiel im Flugverkehr – keine klaren Regeln. Es erfolgte auch nicht in Abstimmung, denn beim Starlink-Team sorgte ein Softwarefehler dafür, dass eine Anfrage des Aeolus-Teams nicht gesehen wurde.

Der Vorfall zeigt die zunehmende Komplexität, Raumfahrt sicher und nachhaltig durchzuführen. Dabei werden weltraumgestützte Dienste immer wichtiger für moderne Gesellschaften und bergen hohes Potenzial für die Bewältigung globaler Herausforderungen. Um dies auch in Zukunft garantieren zu können, hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen in New York im Dezember 2019 Richtlinien für langfristig nachhaltige Weltraumaktivitäten (long-term sustainability, LTS) verabschiedet. Diese sollen staatlichen und privaten Raumfahrtakteuren den Weg zu einer verantwortlichen Nutzung des Weltraums weisen und bilden mit ihren Maßnahmen erste Bausteine eines internationalen Space Traffic Managements.

Die 21 Richtlinien sind das Ergebnis von Verhandlungen des in Wien tagenden UN-Ausschusses für die friedliche Nutzung des Weltraums (UNCOPUOS). Die von allen Nationen getragenen Empfehlungen decken verschiedene Themenbereiche ab, darunter die Verbesserung des Informationsaustauschs über Weltraumgegenstände und Ereignisse in den Erdumlaufbahnen, die Bereitstellung von Kontaktinformationen der Betreiber von Weltraumgegenständen, die Weiterentwicklung von Methoden zur Vermeidung und Eindämmung von Weltraummüll, die Zusammenarbeit bei der Erforschung und Eindämmung schädlicher Weltraumwettereffekte und die Verbreitung von Wissen und Technologien zur Unterstützung nachhaltiger Weltraumaktivitäten weltweit.

Sie bauen damit auf internationalen Richtlinien zur Vermeidung von Weltraumschrott (UNCOPUOS-/IADC-Space Debris Mitigation Guidelines) auf und entwickeln diese weiter. Insbesondere die Empfehlungen zu mehr Abstimmung zwischen Staaten und Betreibern ist eine notwendige Ergänzung, wie der Aeolus-Starlink-Vorfall gezeigt hat. Denn noch gibt es kein umfassendes „Telefonbuch“ von Satellitenbetreibern, in dem man bei Bedarf nachschlagen kann. Gleichzeitig werden neue technologische Entwicklungen

wie zum Beispiel der Trend zu Kleinsatelliten berücksichtigt. So wird unter anderem in einer Empfehlung eine bessere Verfolgbarkeit dieser Satelliten angestrebt. Denn bis jetzt lässt sich die Position dieser kleinen Objekte nur schwer bestimmen – eine Herausforderung für die „Verkehrsüberwachung“.

Die Verabschiedung durch die UN-Generalversammlung war ein wichtiger Schritt. Doch die LTS-Richtlinien können nur dann effektiv wirken, wenn sie auch angewendet werden. Auch Deutschland ist nun aufgefordert, den Maßnahmenkatalog umzusetzen. Gleichzeitig wird die Arbeit an weiteren Richtlinien fortgesetzt. Denn der Aeolus-Starlink-Vorfall hat auch gezeigt, dass die sogenannten Megakonstellationen genauer unter die Lupe genommen werden sollten. Sie versprechen uns zwar die globale Bereitstellung von Internetdiensten. Diese mediale Freiheit wird jedoch mit einem massiven Zuwachs an Objekten im Weltraum erkauft, wodurch das Risiko für Kollisionen zwischen Satelliten steigt.

Die Raumfahrt befindet sich derzeit in einer Umbruchphase, durch die der Verkehr im Orbit zunimmt. UNCOPUOS bietet ein Forum, um Standards und Richtlinien für sichere und nachhaltige Weltraumoperationen an neue Herausforderungen im All anzupassen. Denn die Raumfahrt kann nur dann langfristig erfolgreich sein, wenn sie sicher, nachhaltig und verantwortungsbewusst durchgeführt wird.

The United Nations adopts guidelines for the long-term sustainability of space activities

Monday, 2 September 2019, 12:02 CEST. Altitude: 320 kilometres. The European wind monitoring satellite Aeolus and a satellite in the US Starlink constellation have just narrowly avoided disaster. Just one hour beforehand, Aeolus was forced to alter its orbital trajectory in order to prevent a collision. The manoeuvre was far from routine, as, unlike in the field of aviation, until now there have been no clear rules on how to proceed in such cases. It was also not a coordinated manoeuvre between the two satellites, as a software error prevented the Starlink team from seeing the request sent by the Aeolus team.

This incident demonstrates the increasing complexity of conducting space operations safely and sustainably. At the same time, space-based services are becoming ever more important for modern societies and have great potential for addressing numerous global challenges. In order to ensure the continued realisation of this potential, the UN General Assembly, held in New York in December 2019, adopted guidelines for the long-term sustainability (LTS) of outer space activities.

These guidelines are intended to ensure that both public and private space enterprises engage in the responsible use of space, and outline the initial foundations for an international space traffic management system.

The 21 guidelines are the result of negotiations by the UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (UNCOPUOS), which meets in Vienna. The recommendations, supported by all nations, cover a wide variety of topics. They seek to improve the exchange of information relating to space objects and events occurring in Earth orbit, and provide contact information for operators of space systems. In addition, they address the further development of methods for preventing and containing space debris, the promotion of collaboration in the exploration and mitigation of harmful space weather effects, and the dissemination of expertise and technologies to support sustainable space activities worldwide.

In doing so, they are building upon and extending the international UNCOPUOS/IADC Space Debris Mitigation Guidelines. The recommendations for greater coordination between states and operators are a particularly necessary addition, as the Aeolus-Starlink incident clearly illustrated. As yet, there is no comprehensive directory of satellite operators that can be consulted should the need arise. The guidelines also take into account new technological developments, such as the trend towards small satellites. Among other measures, they recommend improving the traceability of satellites. Until now, it has been difficult to determine the position of these small objects, which presents a challenge when it comes to ‘traffic monitoring’.

The adoption of the LTS guidelines by the UN General Assembly was an important step, but they can only be effective if they are actually put into practice. As with the other countries, Germany is now being called upon to implement the new catalogue of measures. Meanwhile, work on further guidelines continues. The Aeolus-Starlink incident has also shown that megakonstellations should be subject to greater scrutiny. They promise the global provision of internet services, but this media freedom comes at the cost of a massive increase in the number of objects in space and a heightened risk of satellite collisions.

Space operations are currently undergoing a period of upheaval, with traffic in orbit on the increase. UNCOPUOS offers a forum for adapting standards and guidelines for safe and sustainable space operations to address these new challenges. After all, the utilisation of space can only be successful in the long term if it is carried out safely, sustainably and responsibly.

Die 21 LTS-Richtlinien auf einen Blick

The 21 LTS guidelines at a glance



Politik- und Regelungsrahmen
Policy and regulatory framework



Sicherheit von Weltraumoperationen
Safety of space operations



Internationale Zusammenarbeit
International cooperation



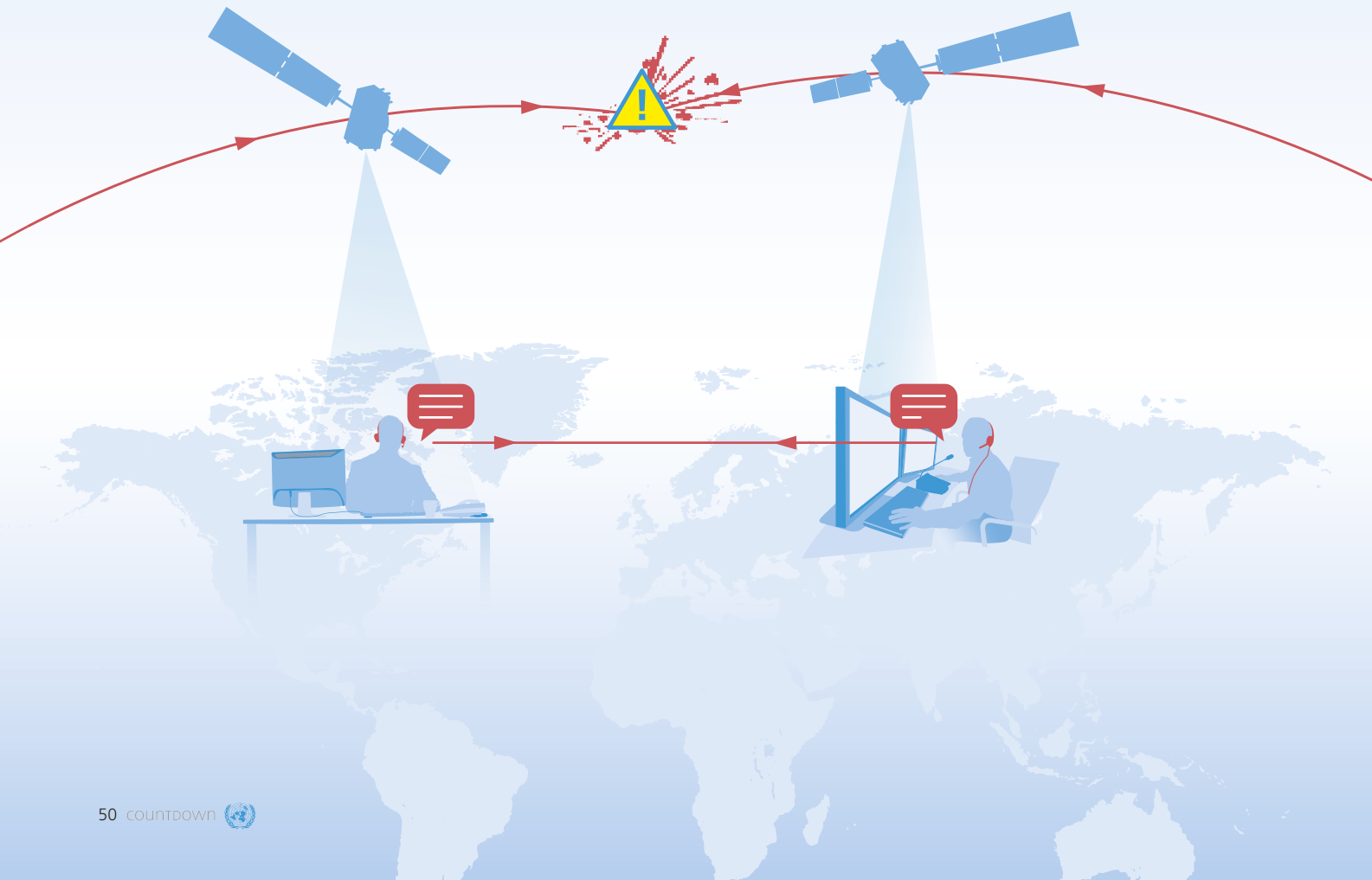
Forschung und Entwicklung
Research and development

Beispiel Richtlinie B1:

Der Verkehr im Weltraum nimmt stets zu. Um Kollisionen auch in Zukunft zu vermeiden und sichere Weltraumaktivitäten zu gewährleisten, empfiehlt die Richtlinie B1, den Informationsaustausch über Gegenstände und Ereignisse im Orbit zu verbessern. Auch sollen regelmäßig aktualisierte Kontaktinformationen zu staatlichen Stellen ausgetauscht werden.

Example Guideline B1:

Space traffic is increasing. In order to avoid collisions in the future and ensure safe space operations, Guideline B1 recommends improving the exchange of information on the monitoring of objects and events in outer space. State and intergovernmental organisations are required to exchange regularly updated contact information.

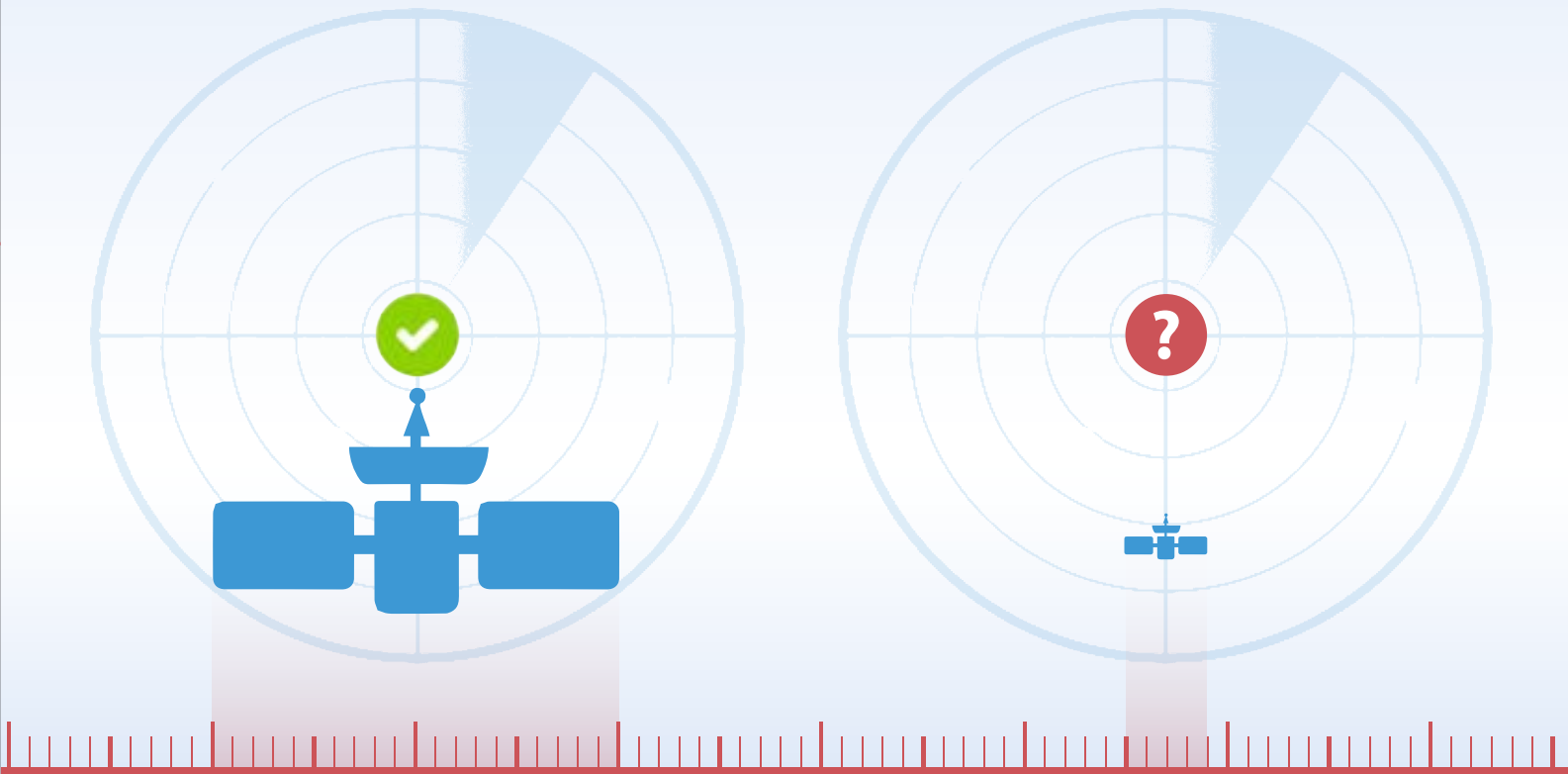


Beispiel Richtlinie B8:

Der Trend zur Miniaturisierung bringt immer kleinere Satelliten hervor. Damit diese kein erhöhtes Kollisionsrisiko darstellen, empfiehlt die Richtlinie B8, beim Design der Kleinsatelliten darauf zu achten, dass diese für Weltraumlagestellen verfolgbar sind. Lösungen könnten Mindestgrößenformate umfassen, aber auch Instrumente wie GNSS-Empfänger.

Example Guideline B8:

The trend towards miniaturisation is leading to smaller and smaller satellites. To ensure that these do not pose an increased risk for traffic, Guideline B8 recommends that small satellites be designed so that they can be tracked in space. Solutions could include the establishment of minimum size requirements, but also the inclusion of instruments such as GNSS receivers.



Satellitentechnik im Einsatz

Zwischen Vertretern des DLR Raumfahrtmanagements (RFM) und den Leitern der afrikanischen Raumfahrtagenturen fand anlässlich der gemeinsamen internationalen Konferenz „Raumfahrtlösungen für Krisen- und Katastrophenmanagement in Afrika: Herausforderungen, Anwendungsmöglichkeiten und Partnerschaften“ von UN, DLR und der Universität Bonn am 6. und 7. November 2019 in Bonn ein bilaterales Treffen statt (v. l. n. r.: Dr. Solomon Tessema, Leiter des Ethiopian Space Science and Technology Institute (ESSTI), Jens Danzeglocke, RFM, Abteilung Erdbeobachtung, Silke Hüttemann, RFM, Leiterin UN-Angelegenheiten, Prof. Klaus Greve, Leiter des Zentrums für Fernerkundung der Landoberfläche (ZFL) der Universität Bonn, Dr. Wafa Talhaoui, National Centre for Mapping and Remote Sensing, Tunisia, Dr. Tidiane Ouattara, Leiter des GMES & AFRICA Programme, African Union Commission, Dr. Juan Carlos Villagrán de León, Leiter des UN-SPIDER Office Bonn, Dr. Hans-Peter Lüttenberg, RFM, Leiter der Abteilung Erdbeobachtung, Dr. Godstime James, Leiter der National Space Research and Development Agency Nigeria)

On the occasion of the joint international conference 'Space Solutions for Crisis and Disaster Management in Africa: Challenges, Applications and Partnerships' between the representatives of DLR Space Administration and the heads of the African space agencies, the UN, DLR and the University of Bonn held a bilateral meeting in Bonn on 6 and 7 November 2019. From left to right: Solomon Tessema, Head of the Ethiopian Space Science and Technology Institute (ESSTI); Jens Danzeglocke, Earth Observation Department, DLR Space Administration; Silke Hüttemann, DLR Space Administration Department UN Affairs; Klaus Greve, Head of the Center for Remote Sensing of Land Surface (ZFL) at the University of Bonn; Wafa Talhaoui, National Center for Mapping and Remote Sensing, Tunisia; Tidiane Ouattara, Head of the GMES & AFRICA Programme, African Union Commission; Juan Carlos Villagrán de León, head of the UN-SPIDER Office Bonn; Hans-Peter Lüttenberg, Head of the Earth Observation Department at the DLR Space Administration; Godstime James, head of the National Space Research and Development Agency Nigeria.



Raumfahrtlösungen für Krisen- und Katastrophenmanagement in Afrika

Weltweit fordern Naturkatastrophen viele Opfer und verursachen hohe wirtschaftliche Verluste. Auch auf dem afrikanischen Kontinent werden Dürren, Überschwemmungen und Stürme Prognosen zufolge durch den Klimawandel noch häufiger auftreten und an Intensität zunehmen. Wo Katastrophen Mensch und Natur bedrohen, kann aus dem Weltraum wertvolle Unterstützung geleistet werden. Beim Erstellen von Lagebildern, der Ortung von Personen und der Kommunikation in Katastrophengebieten ist Satellitentechnik heute unverzichtbar. Moderne Erdbeobachtungssysteme erleichtern auch die Früherkennung von Katastrophenrisiken und Präventionsmaßnahmen. Das UN-Rahmenwerk zur Reduzierung von Katastrophenrisiken (Sendai Framework Disaster Risk Reduction 2015–2030) empfiehlt daher weltweiten Zugang zu weltraumgestützten Technologien und den damit zusammenhängenden Dienstleistungen für den Einsatz im Krisen- und Katastrophenmanagement. Benötigt werden technische Infrastrukturen und qualifiziertes Personal. In der Raumfahrtstrategie der Afrikanischen Union wird beidem große Bedeutung beigemessen: Mit Investitionen in Fachkräfte und eigene Satelliten sollen insbesondere Katastrophen-Frühwarnsysteme aus einer breiten Kombination von Raumfahrtanwendungen verbessert werden. Raumfahrtagenturen und verwandte Institute in Äthiopien, Gabun, Ghana, Kenia, Nigeria und weiteren Ländern des Kontinents arbeiten an der Umsetzung.

Unterstützung kommt von den Vereinten Nationen und internationalen Partnern. Mit der UN-Plattform für weltraumgestützte Informationen für Katastrophenvorsorge und Notfallmanagement (UN Plattform für Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response, kurz UN-SPIDER) fördert das UN-Büro für Weltraumangelegenheiten (UN Office for Outer Space Affairs, kurz UNOOSA) seit 2007 den Einsatz von Satellitendiensten für das Katastrophenmanagement mit Schwerpunkt auf den Entwicklungsländern. Deutschland gehört zusammen mit Österreich und China zu den stärksten Unterstützern des Programms, mit dem Zivil- und Katastrophenschutzbehörden die Anwendung von Erdbeobachtungsdaten trainieren und Zugang zu den dafür notwendigen Produkten und Services erhalten.

Satellite technology applications



Copernicus Sentinel Data (2015)/ESA

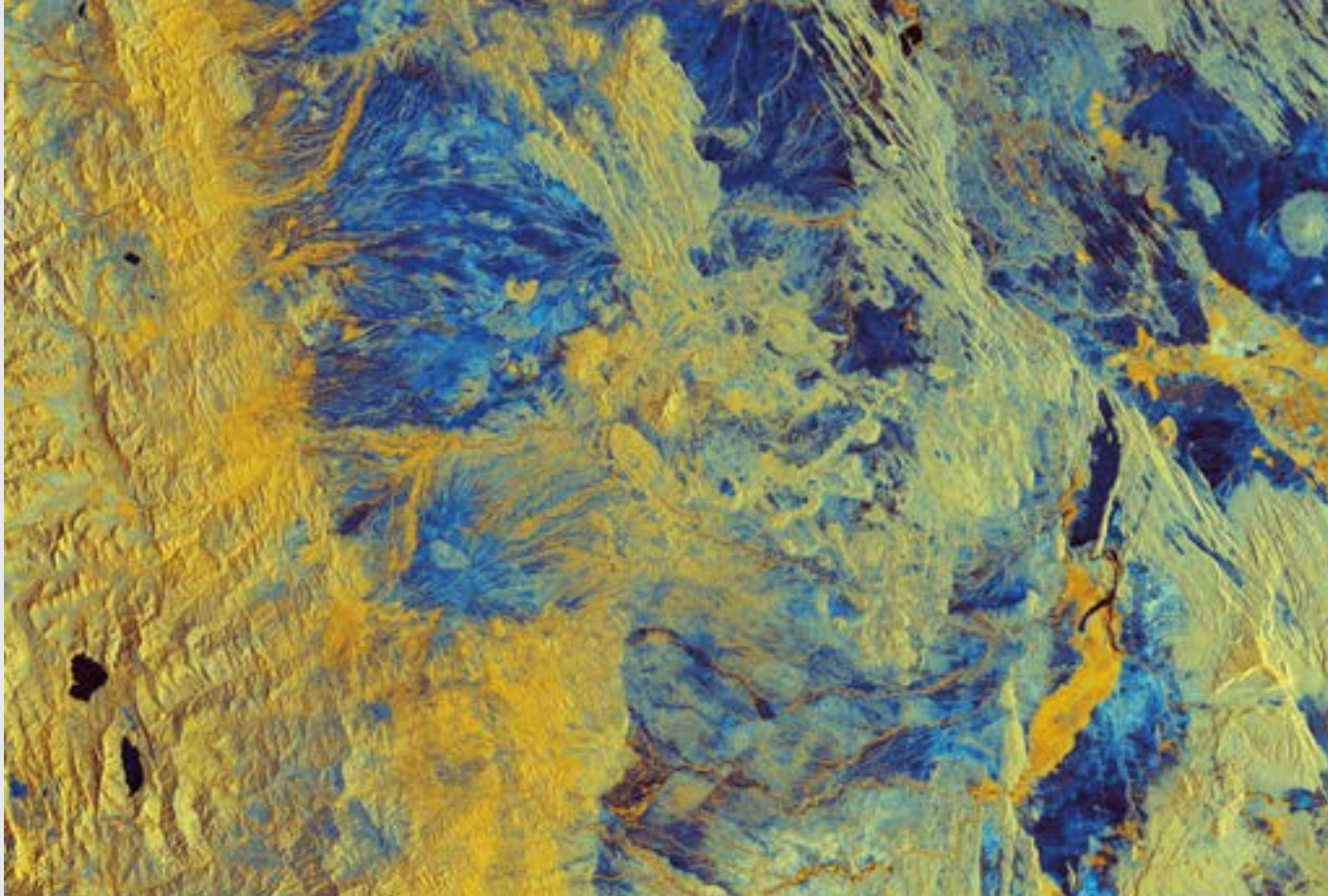
Space solutions for crisis and disaster management in Africa

Natural disasters claim many victims worldwide and cause major economic damage. Climate change will lead to more frequent and severe droughts, flooding and storms in many parts of the world, including Africa. Valuable support for areas where people and nature are under threat can be provided from space. Nowadays, satellite technology is indispensable for obtaining an overview of a situation, locating people and ensuring continued communications in disaster zones. Modern Earth observation systems also facilitate early detection of disaster risks and development of preventative measures. To this end, the UN Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 recommended global access to space-based technology and the associated services for use in crisis and disaster management. Technical infrastructure and skilled staff are both in high demand and are identified as key elements in the African Union's space strategy. Among a wide array of space applications, investment in specialists and the continent's own satellites are intended to improve early warning systems for disasters in particular. Space agencies and related institutes in Ethiopia, Gabon, Ghana, Kenya, Nigeria and other African countries are working on implementing such measures.

The United Nations and international partners are supporting these endeavours. The UN Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) has been supporting the use of satellites for disaster management, with a focus on developing countries, in the form of the United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response (UN-SPIDER) since 2007. Alongside Austria and China, Germany is one of the biggest supporters of the programme, which trains civilian and disaster protection authorities on use of the Earth observation data and gives them access to the necessary tools and services.

Wüstenbildung wie hier in der algerischen Sahara ist in Afrika eine weit verbreitete Herausforderung. Infrastrukturen wie Straßen, Bahnstrecken und sogar ganze Dörfer verschwinden regelmäßig im Wüstensand. Wie können die afrikanischen Länder Raumfahrtanwendungen nutzen, um diesen Herausforderungen besser zu begegnen? Auch in dieser Frage helfen die UN durch Vermittlungsarbeit zwischen den Raumfahrtagenturen.

Desertification, such as the one in the Algerian Sahara shown here is a widespread challenge in Africa. Infrastructures such as roads, railway lines and even entire villages regularly disappear in the desert sand. How can space applications help African countries to better address these challenges? The UN assists by mediating between space agencies.



Satelliten geben uns einen Überblick über große Gebiete und machen Dinge sichtbar, die mit dem bloßen Auge nicht zu sehen sind. Diese Falschfarbenaufnahme des Copernicus Sentinel-1B-Satelliten zeigt Semera (rechts im Bild) – die Hauptstadt der Afra-Region in Nordost-Äthiopien. Die 2.600 Einwohner versorgen einen Großteil des 270.000 Quadratkilometer großen Gebiets mit Salz, Mais, Bohnen, Papaya, Bananen und Baumwolle. Die Vegetation lässt sich von Satelliten gut überwachen.

Satellites give us an overview of large areas and reveal things that cannot be seen with the naked eye. This false-colour image of the Copernicus Sentinel-1B satellite shows Semera (right in the image), the capital of the Afra region in northeastern Ethiopia. Its 2600 inhabitants supply a large part of the 270,000-square-kilometre region with salt, corn, beans, papaya, bananas and cotton. The vegetation can be easily monitored by satellites.

Mit Unterstützung aus dem deutschen Raumfahrtprogramm arbeiten das UN-SPIDER-Team in Bonn und das Zentrum für Fernerkundung der Landoberfläche (ZFL) der Universität Bonn eng zusammen. Durch diese Allianz soll die Wertschöpfung aus Satellitendaten zur Bewältigung von Katastrophen verbessert und ihr Einsatz auf dem afrikanischen Kontinent mit Hilfe von Trainings und technischen Beratungsmissionen verbreitet werden. Äthiopien und Kamerun gehörten zu den ersten Projektländern, für die Fernerkundungsmethoden zur Bestimmung von Dürre- oder Überflutungsrisiken angepasst wurden. Diese „Pakete“ sind so geschnürt, dass sie nach eingehenden Schulungen durch das Bonner Team von den zuständigen Behörden vor Ort übernommen und praktisch eingesetzt werden können.

Um den Austausch zwischen Raumfahrtexperten und Katastrophenschützern weiter zu verbessern, brachte eine internationale Konferenz vom 6. bis 9. November 2019 am UN-Campus in Bonn die Anbieter und Nutzer von Satellitendaten zusammen. Unter dem Titel „Raumfahrtlösungen für Krisen- und Katastrophenmanagement in Afrika“ wurden Herausforderungen, Anwendungsmöglichkeiten und Partnerschaften in den Mittelpunkt gestellt. Auf der Agenda standen neben Anwendungsbeispielen vor allem innovative Technologien, der Zugang und die Nutzung von Datenplattformen und der Beitrag künstlicher Intelligenz für die Auswertung von Satellitenbildern. Für die praktische Anwendung sind die europäischen Erdbeobachtungsprogramme und ihre über Open-Data-Strategien bereitgestellten Informationen (zum Beispiel Copernicus) von großem Wert. Auch bei Initiativen wie der Internationalen Charta „Space and Major Disasters“ und dem „Copernicus Emergency Mapping Service“ finden Behörden aus aller Welt im Katastrophenfall bereits wirkungsvolle und zielgerichtete Unterstützung, etwa durch schnell und unbürokratisch bereitgestelltes Bild- und Kartenmaterial. Ihre systematische und routinemäßige Nutzung soll nun weiter ausgebaut werden, zum Beispiel mit Informationskampagnen und Anwendertrainings der im Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) organisierten Raumfahrtagenturen. In Ergänzung zu Workshops vor Ort bietet die von der Friedrich-Schiller-Universität Jena betriebene Lernplattform „EO College“ in Zusammenarbeit mit dem DLR und der ESA kostenfrei und weltweit Online-Tutorials und „Massive Open Online Courses“ zu Themen rund um Erdbeobachtung, Fernerkundung und Bildverarbeitung an.

With assistance from the German space programme, the UN-SPIDER team in Bonn is working closely with the Center for Remote Sensing of Land Surfaces (ZFL) at the University of Bonn. This partnership is intended to improve the value added to disaster management by satellite data and promote its use in Africa through training programmes and technical advisory missions. Ethiopia and Cameroon were two of the first project countries for which remote sensing methods were specially adapted for the identification of drought or flooding risks. These ‘packages’ are put together in such a way that they can be operated by the relevant local authorities following thorough training given by the team from Bonn.

An international conference was held at the UN Campus in Bonn from 6 to 9 November 2019 with the aim of further improving the exchange between space experts and disaster prevention workers. Entitled ‘Space-based solutions for disaster management in Africa’, it looked at challenges, potential applications and partnerships. In addition to examples of applications, the agenda focused particularly on innovative technology, access to and use of data platforms, and the contribution of artificial intelligence towards the evaluation of satellite imagery. The European Earth observation programmes and the information they provide, which is openly available via open data platforms such as Copernicus, are hugely valuable for practical applications. When disasters occur, authorities from all over the world already receive effective, targeted support from initiatives such as the International Charter ‘Space and Major Disasters’ and the ‘Copernicus Emergency Mapping Service’, alongside the rapid provision of imagery and mapping with minimal red tape. Such systematic and routine use will be further extended through information campaigns and user training from the space agencies that form part of the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS). In addition to on-site workshops, the EO College learning platform run by the Friedrich Schiller University in Jena offers free, globally accessible online tutorials and ‘Massive Open Online Courses’ on topics relating to Earth observation, remote sensing and image processing.



Copernicus data processed by ESA, DLR, Airbus Geo GmbH, Humanitarian OpenStreetMap, OpenStreetMap Contributors (2019)

Satelliten unterstützen auch im Katastrophenmanagement. Nachdem der tropische Zyklon Idai im März 2019 Teile von Mosambik überflutet hat, wurden Karten vom Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) des DLR auf der Datenbasis des deutschen TerraSAR-X- sowie der europäischen Sentinel-Satelliten erstellt und über die Charta an die Hilfskräfte der Region übermittelt.

Satellites also provide support in disaster management. After the tropical cyclone Idai flooded parts of Mozambique in March 2019, maps were produced by the DLR Center for Satellite Based Crisis Information (ZKI) using data from the German TerraSAR-X and the European Sentinel satellites and transmitted to local relief workers via the Charter.

Am Krokodil-Fluss (Crocodile River) in der südafrikanischen Provinz Mpumalanga bauen Farmer Zuckerrohr und frische Früchte an. Dafür brauchen sie Flusswasser, das den Menschen weiter südlich dann fehlt. Die südafrikanische Regierung hat daher 1998 den National Water Act erlassen, um die Wasserentnahme zu regeln. Satelliten können dabei helfen, solche Gesetze zu kontrollieren.

On the Crocodile River in the South African Mpumalanga province, farmers grow sugar cane and fresh fruit. For this they need water from the river, which people further south lack. For this reason, the South African government enacted the National Water Act in 1998 to regulate water extraction. Satellites can help to monitor the implementation of such laws.



contains modified Copernicus Sentinel data (2018), processed by ESA

In der Schule für Raumfahrt begeistern

In der Zusammenarbeit mit Afrika genießt Bildung bei den Vereinten Nationen und im DLR einen hohen Stellenwert. Um hier einen bestmöglichen Austausch zu schaffen, besuchten 14 Lehrerinnen und Lehrer aus neun afrikanischen Ländern im Oktober 2019 die DLR_School_Labs in Köln, Bremen und Berlin. Sie folgten einer Einladung, die das DLR auf der UNISPACE+50-Konferenz 2018 in Bonn ausgesprochen hatte. Dies ist ein Beitrag Deutschlands zum „Capacity Building“ des UN-Büros für Weltraumangelegenheiten. „Capacity Building“ beschreibt Konzepte der Zusammenarbeit, die auf Wissenstransfer als „Hilfe zur Selbsthilfe“ setzen. Ausgewählt wurden die Lehrkräfte von den afrikanischen UN-Regionalzentren für Raumfahrtwissenschaften und Technologieerziehung. Die Organisation und Durchführung lag in den Händen des DLR. In den DLR_School_Labs durften die Teilnehmerinnen und Teilnehmer beim Besuch von Schulklassen im Labor hospitieren und selbst in die Rolle der Schülerinnen und Schüler schlüpfen, indem sie zahlreiche Hands-on-Experimente ausprobierten. Dafür wurden insbesondere Versuche ausgewählt, die sie mit einfachen Mitteln zu Hause in ihren eigenen Schulklassen nachmachen können. Wir wollten wissen, ob und wie das gelungen ist.

Stimulating space science enthusiasm in pupils

Education is of great importance to the United Nations and DLR in their collaboration with Africa. To help foster the best possible transfer of expertise, 14 teachers from nine African countries attended DLR_School_Labs in Cologne, Bremen and Berlin during October 2019. They had accepted an invitation issued by DLR at the UNISPACE+50 Conference held in Bonn in 2018. This programme is one of Germany's contributions to the capacity building endeavours of the UN Office for Outer Space Affairs. Capacity building refers to collaborations that use knowledge transfer as a means of helping others to help themselves. The teachers were chosen by UN Regional Centres for Space Science and Technology Education in Africa. DLR was responsible for organising and implementing the programme of events. In the DLR_School_Labs, the participants were able to observe school classes held in laboratories and take on the role of schoolchildren themselves by trying many of the hands-on experiments. These were specifically chosen for their suitability to be replicated in the teachers' own classrooms using easily accessible materials. We have since followed up to find out whether this has been successfully achieved.

Frau Morakinyo, was fasziniert Sie am Weltraum?

: Der Weltraum ist ein außerordentlich großes und interessantes Feld. Wenn man das Weltall studiert, lernt man so viele Dinge über die faszinierende Natur der Schöpfung, von der Geburt des Universums selbst bis hin zur Entstehungsgeschichte der Galaxien, der Milchstraße, der Sterne, des Mondes, alle Aspekte des Sonnensystems, der Sonne und der Planeten, Asteroiden, Kometen und sonstigen Dinge, die es im Weltraum gibt. Wenn man das All erkundet, sieht man über unseren terrestrischen Horizont hinaus und kann die Erde vom Weltraum aus betrachten. Der Mensch ist von Natur aus neugierig und hat schon immer die Sehnsucht gehabt, unbekannte Welten zu entdecken und die Rätsel der Welt durch Experimente und Forschung zu lösen, und das macht den Weltraum zu einem so faszinierenden Thema. Nebenbei liefert uns die Weltraumforschung auch eine Menge nützlicher Produkte und Dienstleistungen (Spin-offs). Das alles und mehr fasziniert mich am Weltraum.

Mrs Morakinyo, what fascinates you about space?

: Space is a vast and an interesting field of study. When you study space, you get to know so many things about the fascinating nature of creation – from how the Universe came into being to the formation of the galaxies, the Milky Way, the stars, the Moon, everything about the Solar System, the Sun and the planets, asteroids, comets and all other objects in space. When you explore space, you get to see beyond the Earth and view the Earth from space. Also, humans have always aspired with curiosity to explore the unexplored and to understand what is not understood by carrying out experiments and research, and this makes space so fascinating to explore. Furthermore, there are a lot of products/services/benefits (spin-offs) being derived from space exploration. All these and more fascinate me about space.



Oluwatoyin Adetoro Morakinyo arbeitet im „African Regional Centre for Space Science and Technology Education“ an der Obafemi Awolowo Universität in der Nigerianischen Kulturstadt Ile-Ife.

Oluwatoyin Adetoro Morakinyo works at the 'African Regional Centre for Space Science and Technology Education' at Obafemi Awolowo University in the Nigerian cultural city Ile-Ife.



Vicent Jonas Kwambiana lehrt die Fächer Mathematik und Informatik an der „Kibasila Secondary School“ in Dar es Salaam in Tansania.

Vicent Jonas Kwambiana teaches the subjects Mathematics and Computer Science at Kibasila Secondary School in Dar es Salaam, Tanzania.

Herr Kwambiana, was fasziniert Sie besonders am Weltraum?

: Ich war von den Experimenten zum Thema Weltraum begeistert und das Planetarium hat mich auch sehr interessiert.

Mr Kwambiana, what fascinates you about space?

: I was fascinated with the experiments we carried out about space. The planetarium was also very interesting.

Was war für Sie der unvergesslichste Moment bei Ihrem Deutschlandbesuch?

: Das waren die Anleitungen im Unterricht. Wie der Professor Natrium als Unterrichtsmittel eingesetzt hat. In Afrika, vor allem in Tansania, ist es nicht möglich, echte Chemikalien nur für den Unterrichtszweck zu verwenden. Auch die Art, wie Gruppendiskussionen durchgeführt wurden, ist mir im Gedächtnis geblieben.

What was the most memorable moment of your trip to Germany?

: It was the classroom instructions. The way the professor used sodium as a teaching aid. In Africa, especially in Tanzania, it is not possible to bring real chemicals into the classroom just for teaching. The way group discussions were handled was also memorable to me.

Was war für Sie der unvergesslichste Moment bei Ihrem Deutschlandbesuch?

: Alle Tage und Aktivitäten während des Workshops waren unvergesslich. Aber was bei mir einen ganz besonders tiefen Eindruck hinterlassen hat, war das „Planetarium“, wo wir erleben konnten, wie es sich anfühlt, auf einem anderen Planeten wie zum Beispiel dem Mars zu sein. Das war etwas ganz Neues für mich, es war wirklich fantastisch. Die Techniktour „orbital“, bei der wir Gelegenheit hatten, einige Übungen mit den verschiedenen Astronauten-Trainingsgeräten zu machen, die Rotationen und die Spiele, die wir gespielt haben, werden mir auch immer in Erinnerung bleiben. Die DLR_Raumfahrt_Show später an demselben Tag war auch ein tolles Erlebnis. Die Busfahrt quer durch Berlin und der Besuch des Reichstagsgebäudes waren ebenso unvergesslich.

What was the most memorable moment of your trip to Germany?

: All the days and activities during the workshop were memorable, however, the most special experience for me was the 'Planetarium' where we were given the chance to experience what it is like to be on other planets (for example, Mars). I have never had such an experience before, it was indeed a nice one! The technical tour called 'orbital', where we had the opportunity to exercise with the various machines used by astronauts, the spinning and playing some games was another day I will never forget. The DLR_Raumfahrt_Show later that day was another wonderful experience. The bus tour around Berlin and the visit to the Parliament were also memorable.

Inwieweit unterstützt der Workshop Ihre Arbeit?

: Der Workshop war so interessant, inspirierend, eindrucksvoll und kenntnisreich gemacht. Für mich als Verantwortliche im Bereich Schülertouren sind all die Kenntnisse und Erlebnisse, die mir der Workshop vermittelt hat – insbesondere die Experimente und die praktischen Übungen – von großem Wert. Sie machen es mir leichter, den Schülern bei Besichtigungstouren im Zentrum und anderen Outreach-Veranstaltungen auf einprägsame Weise Wissen zu vermitteln. Wir haben jetzt eine Menge interessante und inspirierende praktische Übungen und einfache Experimente, die wir Kindern anbieten können, um verschiedene Anwendungen der im Unterricht behandelten Themen zu veranschaulichen. All diese Aktivitäten machen es einfacher, Kinder schon in jungen Jahren zu begeistern, und fördern das Interesse an Weltraumforschung, Raumfahrttechnik und deren praktischen Anwendungen. Es wird ihnen auch helfen, einen Karriereweg im Bereich der Weltraumforschung zu wählen.

How did the workshop support your work?

: The workshop was so interesting, inspiring, impactful and knowledge-packed. As the head of the Students' Tour Unit, all the knowledge and experiences acquired during the workshop, especially the experiments and the hands-on activities, will go a long way in helping me to impart knowledge to the school children during educational tours to the Centre and some other education and outreach activities. We now have a lot of interesting and inspiring hands-on activities and simple experiments that we can do for the children on the various applications of the topics being taught in school. All these activities will help in inspiring them while they are young and will help them to develop interests in space science and technology and its applications. It will also help them choose career paths in space science.

Hat der Besuch Ihre Meinung darüber geändert, wie Raumfahrtthemen vermittelt werden sollten?

: Ja, der Workshop hat meine Meinung darüber geändert, wie man Raumfahrtthemen am besten vermittelt. Die „DLR_School_Labs“ geben jungen Menschen und Schülern Gelegenheit, die faszinierende Welt von Forschung und Technik aktiv im authentischen Umfeld eines Forschungsinstituts zu erleben. Als Lehrerin und Raumfahrtwissenschaftlerin hat mir der Besuch des DLR_School_Lab wichtige Anhaltspunkte für die Planung zahlreicher moderner und interessanter Kurse für die Kinder gegeben. Dabei habe ich auch gelernt, dass man mit einfachen und improvisierten Materialien verschiedene Experimente für Schulkinder durchführen kann, und das wird zur Verbesserung von raumfahrtbezogenen Outreach-Programmen beitragen.

Did the visit change your views on space education?

: Yes, the workshop did change my views on space education. At the DLR_School_Labs, young people and students have the opportunity to actively discover the fascinating world of research and technology in the authentic environment of a research institution. As a teacher and a space scientist, visiting a DLR_School_Lab has given me important support for planning a lot of modern and interesting courses for the children, and it has also helped me to understand that we can prepare various experiments with school children with simple and improvised materials, which will help in improving our space education outreach programmes.



DLR



DLR

14 Lehrerinnen und Lehrer aus ganz Afrika haben auf ihrer Deutschlandtour am 28. und 29. Oktober 2019 auch die DLR_School_Labs in Köln, Berlin und Bremen besucht. Dort wurden ihnen Methoden gezeigt, wie sie Raumfahrtthemen spannend und spielerisch im Unterricht an die Schülerinnen und Schüler weitergeben können. Dabei haben sie sehr viele Experimente auch selbst ausprobiert.

Fourteen teachers from across Africa also visited DLR_School_Labs in Cologne, Berlin and Bremen on their tour of Germany on 28 and 29 October 2019. There, they were shown methods of how to explain space topics to pupils in an exciting and playful way in the classroom. They tried out many experiments themselves.



DLR



DLR



DLR

Wie setzen Sie die Weltraumthematik nach diesem Workshop in Ihrem Unterricht ein, im Vergleich zu vorher?

: Der Weltraum-Workshop hat mir tatsächlich geholfen, Lernhilfen zu entwickeln. Hier in Tansania, zum Beispiel, haben wir in der Mathematik Themen wie dreidimensionale Körper oder Vektoren. Hierfür kann ich jetzt ganz einfache und interessante Lernhilfen entwickeln, die unserer natürlichen Umgebung entsprechen.

How will you use the space theme in your lessons after this workshop?

: The space workshop has really helped me create teaching aids. For example, in Tanzania we have topics in mathematics like three dimensional figures and vectors. I am now able to create very simple and interesting teaching aids using our natural environment.

Haben Sie nach dem Workshop an Ihrer Schule ein neues Projekt eingeführt?

: Ja, ich habe einen Klub gegründet, der sich Tanzania Space Club nennt. Diesen Klub wird es bald in allen tansanischen Schulen und Universitäten geben. Der Klub möchte Schülern und Studenten die Raumfahrttechnik näherbringen und Lehrern dabei helfen, unsere natürliche Umgebung kreativ zu nutzen, um so Lernhilfen zu erschaffen, die das Lernen erleichtern. Im Moment arbeiten wir an unserer Webseite, damit wir unsere Veranstaltungen und Programme bekannt machen können.

Did you implement a new project at your school after the workshop?

: Yes, I created a club known as Tanzania Space Club. This club will expand to all Tanzanian schools and universities. The club will help to raise awareness about space technology to students and help teachers to harness their creativity and use their natural environment to create teaching aids that can be used to facilitate learning. So, at the moment we are creating our website so as we can publish our events and programmes.



NAVIGATION RETTET LEBEN

Projekt „ANKommEn“ unterstützt Einsatzkräfte bei ihrer Arbeit auf schwierigem Terrain

Von den Projektleitern Markus Bobbe, TU Braunschweig, und Hendrik Osenberg, DLR Raumfahrtmanagement

Feuerwehr, Sanitäter, Deutsche Lebensrettungsgesellschaft und Technisches Hilfswerk haben eines gemeinsam – sie alle retten Leben oft unter schweren Bedingungen. Mal ist das Einsatzgebiet riesig und unübersichtlich. Mal verhindern Schäden wie umgefallene Bäume und überschwemmte Straßen nach Natur- und Extremwetterereignissen eine schnelle Hilfe vor Ort. Um in solchen Situationen keine entscheidende Zeit zu verlieren, brauchen die Rettungskräfte den bestmöglichen Überblick über die Verhältnisse im Einsatzgebiet. Welche Straße ist noch passierbar? Wie lange dauert ein möglicher Umweg? Wie groß sind die Schäden und welches Einsatzgerät wird vor Ort benötigt? Diese Fragen lassen sich am besten mit Drohnen beantworten. Sie überfliegen und befahren das betroffene Areal und kundschaften es mit ihren Kamerasinstrumenten aus. So werden sie zu den Augen der Einsatzkräfte vor Ort. Doch damit die Drohnen ihre Kartierungsergebnisse in Echtzeit auf die Tablets der Helfer liefern können, müssen sie im Zielgebiet zusammen navigieren, über weite Strecken kommunizieren und Bilddaten schnell in eine Kartenform überführt werden. Mit äußerst genauen Zeit- und Ortsmarken versehen, lenken diese präzisen Karten die Rettungskräfte zum Beispiel direkt zu eingeschlossenen Personen, die die Drohnen zuvor über ihre Wärmebildkameras gesichtet und präzise verortet haben. Diese hochgenauen Zeit- und Ortsangaben sind entscheidend, damit die Erdbeobachtungsdaten der Drohnen mit Koordinaten versehen werden und die Einsatzkräfte nicht versehentlich in die Irre laufen. In dem Projekt ANKommEn (Automatische Navigation und Kommunikation zur Exploration) untersucht die Technische Universität Braunschweig im Auftrag des DLR Raumfahrtmanagements, wie der richtige Mix aus terrestrischen und Raumfahrttechnologien Leben auf der Erde retten kann.

NAVIGATION SAVES LIVES

The project ‘ANKommEn’ supports emergency forces working in difficult terrain

By project leaders Markus Bobbe, TU Braunschweig, and Hendrik Osenberg, DLR Space Administration

The fire brigade, paramedics, the German Lifeguard Association, and the Federal Agency for Technical Relief have something in common – they all save lives. But this is often not so easy. Sometimes the operational area is vast and confusing, and sometimes damages following natural and extreme weather events, such as fallen trees and flooded roads, prevent rapid assistance on site. To avoid losing any crucial time in such situations, the rescue teams need the best possible overview of the conditions in the area. Which roads are still accessible? How long would a possible detour take? What is the extent of the damage and what equipment is needed on site? These questions are best answered by using drones. They can fly or drive over the affected area and conduct reconnaissance with their camera instruments and act as the eyes of the emergency services on site. But in order for the drones to be able to deliver their mapping results in real time to the tablet devices of the emergency services, they must navigate the target area simultaneously, communicate over long distances and quickly convert image data into maps. With extremely accurate time and location markers, these precise maps can, for example, guide rescue teams directly to trapped persons previously sighted and precisely located by the drones’ thermal imaging cameras. This highly accurate time and location information ensures that the Earth observation data provided by the drones are assigned to coordinates and that the rescue forces are not led astray. In the ANKommEn project, the Technical University of Braunschweig is investigating, on behalf of the DLR Space Administration, how the proper combination of terrestrial and space technologies can save lives on Earth.

Wo Rettungskräften der Überblick fehlt, können unbemannte Fahrzeuge wichtige Informationen liefern. Dabei navigieren sie wie bei dieser Feuerwehrrübung mit Technologie aus der Raumfahrt.

Where rescue teams lack a clear view, unmanned vehicles can provide important information. They navigate using navigation technology from space flight, as was done during this fire drill.

„Auch wir als größte freiwillige Wasserrettungsorganisation der Welt haben nicht unbegrenzt Personal. Mit der hohen Automatisierung bei ANKommEn können wir uns im Einsatz auf unsere Kernaufgaben konzentrieren. Das rettet Leben.“

Robert Rink, Einsatzleiter bei der DLRG Horneburg/Altes Land sowie Referatsleiter für Fernerkundung und neue Technologien bei der DLRG Niedersachsen

Rettungskräfte der DLRG Horneburg/Altes Land haben gemeinsam mit der Deutschen Flugsicherung und der Deutschen Telekom die ANKommEn-Technologie eingesetzt, um erstmals die Steuerung und Überwachung von Drohnen aus der Ferne zu erproben. Künftig könnten Drohnen die DLRG bei ihren Einsätzen unterstützen.

Rescue teams from DLRG Horneburg/Altes Land, together with Deutsche Flugsicherung and Deutsche Telekom, have used ANKommEn technology to test the remote control and monitoring of drones for the first time. In the future, drones could support the DLRG in its missions.

DLRG Horneburg



Für den Notfall

„Personensuche – zwölfjähriges Kind auf Elbinsel Hanksalbsand vermisst.“ Mit diesem durchaus realistischen Alarm begann eine Übung der Deutschen Lebens-Rettungs-Gesellschaft (DLRG) Horneburg/Altes Land. Gesucht wurde nach einem vermissten Jungen, der mit einem Schlauchboot über die Elbe zur Insel Hanksalbsand gefahren war. Unterstützt wurden die Einsatzkräfte dabei von Forschern der Technischen Universität Braunschweig. Einsätze wie dieser stellen alle Beteiligten stets vor große Herausforderungen. Informationen müssen schnell eingeholt werden, da wichtige Entscheidungen unter hohem Zeitdruck zu treffen sind: Wo soll mit der Suche begonnen werden? Wie groß ist das Suchgebiet? Welche Wege sind befahrbar? Wie viele Einsatzkräfte müssen alarmiert werden? Um diese lebenswichtigen Fragen zu beantworten, kann die Einsatzleitung in der Regel nur auf ihre Erfahrungen und bestehendes Kartenmaterial des Gebiets zurückgreifen. Ob die jeweiligen Karten jedoch noch aktuell sind, erfahren die Helfer erst nach ihrem Eintreffen am Einsatzort.

Drohnen-system entlastet Einsatzkräfte

An dieser Stelle setzt das Projekt ANKommEn (Automatische Navigation und Kommunikation zur Exploration) an. Drei Institute der Technischen Universität Braunschweig entwickelten gemeinsam mit dem Projektpartner AirRobot und seiner Drohne AR200 ein System, mit dem aktuelle Karten eines Gebiets erstellt und der Einsatzleitung übermittelt werden können. Um die Rettungskräfte im Einsatz nicht noch zusätzlich zu belasten, läuft der gesamte Prozess von der Datenerhebung bis zur Visualisierung vollständig automatisiert ab. Noch bevor die Retter den Einsatzort erreichen, steuert die Leitstelle eine Drohne, die das Gebiet überfliegt, fotografiert und scannt. Dabei ortet sich das eingesetzte System zuverlässig und präzise selbst, womit es die Grundlage für eine autonome Mission und eine spätere Zuweisung der Fernerkundungsdaten zu echten Koordinaten – der sogenannten Georeferenzierung – legt. Die für diese Eigenortung notwendige Navigationseinheit wurde vom Institut für Flugführung der TU Braunschweig entwickelt. Sie besteht aus einer hochwertigen inertialen Messeinheit und einem Satellitennavigationsempfänger für große Konstellationen, der neben Galileo auch die Signale von GPS- und GLONASS-Satelliten verarbeitet. Die verschiedenen Sensordaten werden in Echtzeit zu einer Positionslösung zusammengeführt und ermöglichen somit die spätere zentimetergenaue Georeferenzierung der Kamera- und der LiDAR-Daten.

Der Schwarm schafft den Überblick

Je nach Szenario können mehrere Drohnen und zusätzliche bodengebundene Fahrzeuge zu einem Schwarm vereinigt werden, um große Areale schneller und aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu erkunden. Durch den Einsatz der Rover ist zum Beispiel auch die automatische Erkundung von Schadenslagen in Industriehallen möglich, ohne Einsatzkräfte zu gefährden. Für den zuverlässigen Datenaustausch steuert das Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der TU Braunschweig das Schwarm-Kommunikationsnetz bei, das über WLAN- und LTE-Übertragungswege zwischen den eingesetzten Fahrzeugen, der Kontrollstation und dem



DLRG Horneburg

In emergency cases

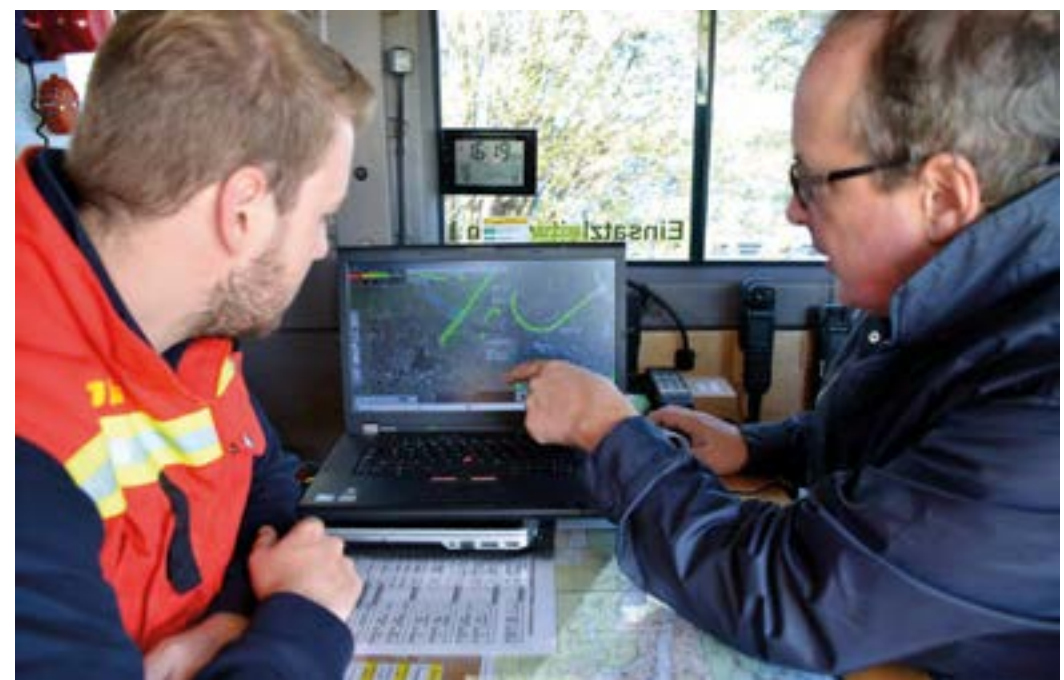
“Search for a missing person – a 12-year-old child is missing on the Elbe island of Hanksalbsand.” This authentic-sounding alarm marked the official start of an exercise by the Horneburg/Altes Land branch of the German Lifeguard Association (DLRG). The search was for a missing boy who had attempted to cross the river Elbe to Hanksalbsand Island using a rubber dinghy. The rescue team was supported by researchers from Technische Universität Braunschweig. Operations such as this always present a great challenge for all those involved. Information needs to be obtained quickly, as important decisions have to be made under extreme time pressure. Where should the search begin? How large should the search area be? How many rescue teams need to be alerted? Which routes will be accessible? In order to answer these vital questions, the rescue coordination centre can usually only rely on its experience and existing maps of the area. However, the rescue teams will only find out whether these maps are still up to date once they arrive at the scene.

Drone system supports emergency teams

This is where the Automatic Navigation and Communication for Exploration project (ANKommEn) comes in. Three institutes at Technische Universität Braunschweig, together with project partner AirRobot and their UAV AR200, have developed a system with which up-to-date maps of an area can be generated and transmitted to the rescue coordination centre. So as not to further burden the rescue teams during an operation, the whole process – from data collection to visualisation – is completely automated. Before the rescuers reach the scene, the coordination centre commands a drone to photograph and scan the area. The system is able to reliably and precisely self-locate, which serves as the basis for an autonomous mission. The drone subsequently assigns the remote sensing data to position coordinates in a process referred to as georeferencing. The navigation unit required for this self-location was developed by the TU Braunschweig Institute of Flight Guidance. It consists of a high-quality inertial measurement unit and a satellite navigation receiver for multiple constellations, which processes signals from the Galileo, GPS and GLONASS systems. The various sensor data are combined in real time to create a positioning solution capable of georeferencing camera and LiDAR data with centimetre precision.

A swarm provides the overview

Depending on the scenario, several drones and additional ground-based vehicles can be combined to create a swarm that will explore large areas faster and from different perspectives. By using rovers, for example, damaged areas in industrial buildings can be explored without endangering emergency personnel. To ensure reliable data exchange, the Institute for Mobile Machines and Utility Vehicles at TU Braunschweig contributed the swarm communication network, which is established via WLAN and LTE transmission paths between the vehicles in use, the rescue coordination centre and the online data server. This enables the real-time



DLRG Horneburg

“Even we, the largest voluntary water rescue organisation in the world, do not have unlimited personnel. The high level of automation of ANKommEn enables us to focus on our core tasks in the field. This saves lives.”

Robert Rink, Operations Manager at DLRG Horneburg/Altes Land as well as Head of Department for Remote Sensing and New Technologies at DLRG Lower Saxony

„Wir sind immer auf der Suche nach innovativen Technologien. Die intelligente Schwarmnavigation aus der Raumfahrt bietet für uns und andere Hilfsorganisationen einen riesigen Mehrwert.“

Robert Rink, Einsatzleiter bei der DLRG Horneburg/Altes Land sowie Referatsleiter für Fernerkundung und neue Technologien bei der DLRG Niedersachsen

Online-Datenserver aufgespannt wird. So werden Positionsdaten, Steuerkommandos sowie Sensordaten aus Laserscannern und Kameras in Echtzeit ausgetauscht. Für den Einsatz stehen auf den Drohnen Kameras für unterschiedliche Spektralbereiche zur Verfügung. Während Karten am Tag im sichtbaren Bereich erstellt werden, kommen Wärmebildkameras auch nachts zum Einsatz, um so völlig zeitunabhängig bei einer Personensuche zu helfen. Um sich überlappende Bilder des Einsatzgebiets in eine entzerrte, georeferenzierte Projektion (ähnlich einer Satellitenkarte) zu überführen, sind bisher sogenannte photogrammetrische Verfahren üblich. Deren äußerst rechenintensive Durchführung nimmt jedoch oft Stunden in Anspruch, was im Rettungseinsatz nicht akzeptabel ist. Um diese riesigen Zeitlücken zu umgehen, hat das Institut für Flugführung der TU Braunschweig für ANKommEn einen Echtzeitkartierungsansatz entwickelt. Ähnlich wie beim autonomen Fahren sorgen sogenannte Simultaneous Localization And Mapping (SLAM)-Verfahren dafür, dass Karten für den Rettungseinsatz nun rechtzeitig erstellt werden können.

Breiter Datenaustausch für schnelle Hilfe

Allerdings können die Rettungskräfte die schnell erzeugten Datenprodukte nur dann gebrauchen, wenn sie auch zeitnah bei ihnen ankommen und sie sie leicht nach den gewünschten Informationen durchsuchen können. Das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der TU Braunschweig hat daher einen Webservice entwickelt, auf den die erstellten Karten automatisiert übertragen und vorsortiert werden, um über das Internet in Kartenform abrufbar zu sein. Über diese Internetschnittstelle können Rettungskräfte weltweit sowohl über Tablets und mobile Endgeräte am Einsatzort als auch über Rechner in den Leitstellen auf Karten zugreifen. Die Zielkoordinaten können in den Karten auf der Benutzeroberfläche von allen Nutzern entnommen und an relevante Stellen verschickt werden. Die präzise Eigenortung der fliegenden Systeme sorgt dabei dafür, dass mögliche Abweichungen einen Meter nicht überschreiten.

Einsatz erfolgreich – Junge gefunden

Das System hat im Rahmen der Übung auf der Elbinsel den Einsatzkräften sein Potenzial bewiesen. Eine Infrarotkarte wurde erzeugt und in der Einsatzleitstelle ausgewertet. Der vermisste Junge konnte auf den Bildern erkannt und seine genaue Position den Rettungskräften mitgeteilt werden. Das ANKommEn-System entlastete damit nicht nur körperlich und mental die Einsatzkräfte, es trug auch dazu bei, dass der Betroffene schnell und zielgerichtet die erforderliche Hilfe erhielt.

exchange of location data, control commands and sensor data from laser scanners and cameras. The drones are equipped with cameras for different spectral ranges. While maps are produced using the visible part of the spectrum in daytime operations, thermal imaging cameras are also used at night to provide time-independent assistance to search and rescue missions. Until now, photogrammetric methods have been used to transfer overlapping images of the operational area into an undistorted, georeferenced projection (similar to a satellite map). However, their implementation is extremely computationally intensive and often takes hours, which is unacceptable during rescue operations. To avoid these long delays, the TU Braunschweig Institute of Flight Guidance has developed a real-time mapping approach for ANKommEn. In a similar way to autonomous driving, Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) methods ensure that maps for rescue operations are produced in the required timeframe.

Widespread data sharing for rapid response

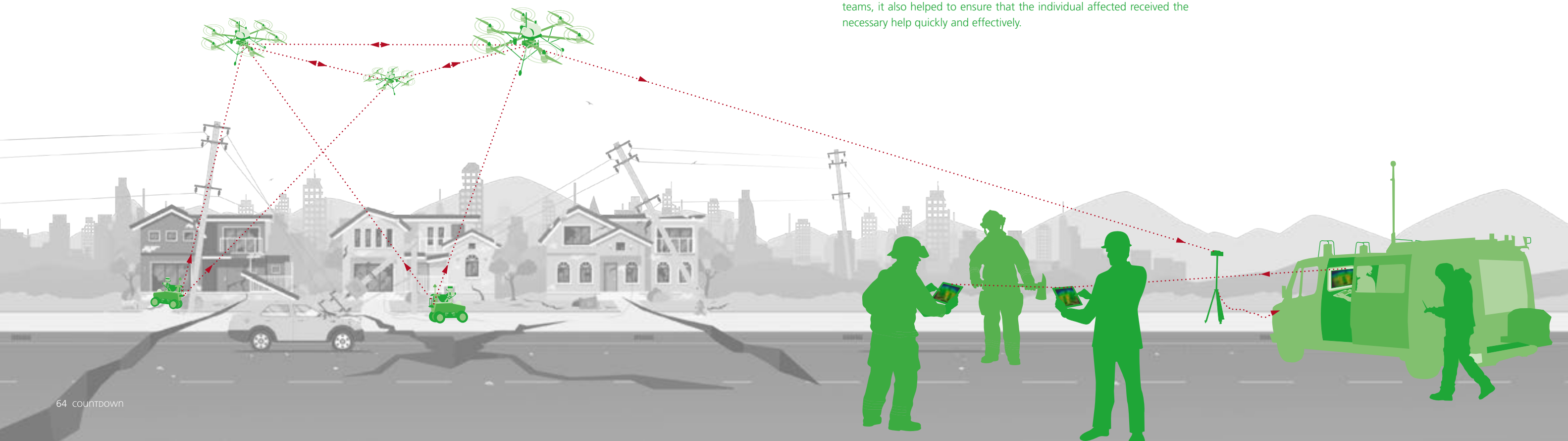
However, rescue teams can only use these quickly generated data products if they receive them promptly and can easily search them to find the information they need. The Institute of Geodesy and Photogrammetry at TU Braunschweig has therefore developed a web service to which the generated maps can be transferred and pre-sorted automatically in order to make them available over the Internet. Using this web interface, rescue teams across the globe can access the maps, either via mobile devices at the scene of an incident or computers at the coordination centres. The target coordinates can be identified on the maps by all users of the interface and communicated accordingly. The precise self-location capability of the airborne systems ensures that any discrepancies between the location data and real positions do not exceed one metre.

Mission accomplished

The system proved its potential during the exercise on the Elbe island. An infrared map was generated and analysed in the rescue coordination centre. The missing boy was identified in the images and his exact position communicated to the rescue teams. The ANKommEn system thus not only reduced both the physical and mental burden for the search on the rescue teams, it also helped to ensure that the individual affected received the necessary help quickly and effectively.

“We are always on the lookout for innovative technologies. Intelligent swarm navigation from the field of space travel offers a huge added value for us and other relief organisations.”

Robert Rink, Operations Manager at DLRG Horneburg/Altes Land as well as Head of Department for Remote Sensing and New Technologies at DLRG Lower Saxony



Ölausbreitung simulieren

Um für Ölabwehreinätze wie bei Tankerunglücken bestmöglich vorbereitet zu sein, üben in Hamburg Einsatzkräfte für solche Szenarien. Dabei sollen die Ölausbreitung schnell unterdrückt sowie Daten gesammelt werden, um eine beliebige Ölverteilung besser modellieren zu können. Weil ungesalzenes Popcorn vergleichbare Ausbreitungseigenschaften hat und gleichzeitig umweltverträglich ist, werden solche Übungen oft mit großen Mengen dieser „Kinoleibspeise“ durchgeführt. Um ein Modell dieses „Popcorn Teppichs“ zu erstellen, muss er mehrere Stunden verfolgt und seine Positionsänderung über viele Kilometer dokumentiert werden. Für die „ChemRad-Großübung 2017“ wurde die ANKommEn-Kartierungslösung angepasst, um auch Objekte auf dynamischen Oberflächen wie Wasser kartieren zu können. Dadurch war eine Verfolgung und Dokumentation des Teppichs mittels Drohnen über drei Stunden quer durch Hamburg möglich. Durch die gesammelten Daten konnten die bestehenden Ausbreitungsmodelle durch das BSH verifiziert und optimiert werden.

Simulating oil dispersion

In order to be best prepared to deploy defences against oil-based hazards such as tanker accidents, emergency services in Hamburg are undergoing training for such scenarios. The aim is to quickly suppress the spread of oil spills and collect data to better model any spreading oil. Because unsalted popcorn has comparable propagation properties and is environmentally friendly, such exercises are often conducted with large quantities of the 'cinema snack'. In order to create a model of this 'popcorn carpet', it has to be tracked for several hours and its movement has to be documented over many kilometres. For the '2017 large-scale ChemRad exercise', the ANKommEn Mapping Solution was adapted to be able to map objects on dynamic surfaces such as water. This made it possible to track and document the carpet across Hamburg over the course of three hours using drones. The data collected enabled the existing dispersion models to be verified and optimised by the German Federal Maritime and Hydrographic Agency (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie; BSH).



TU Braunschweig

Gleisanlagen millimetergenau vermessen

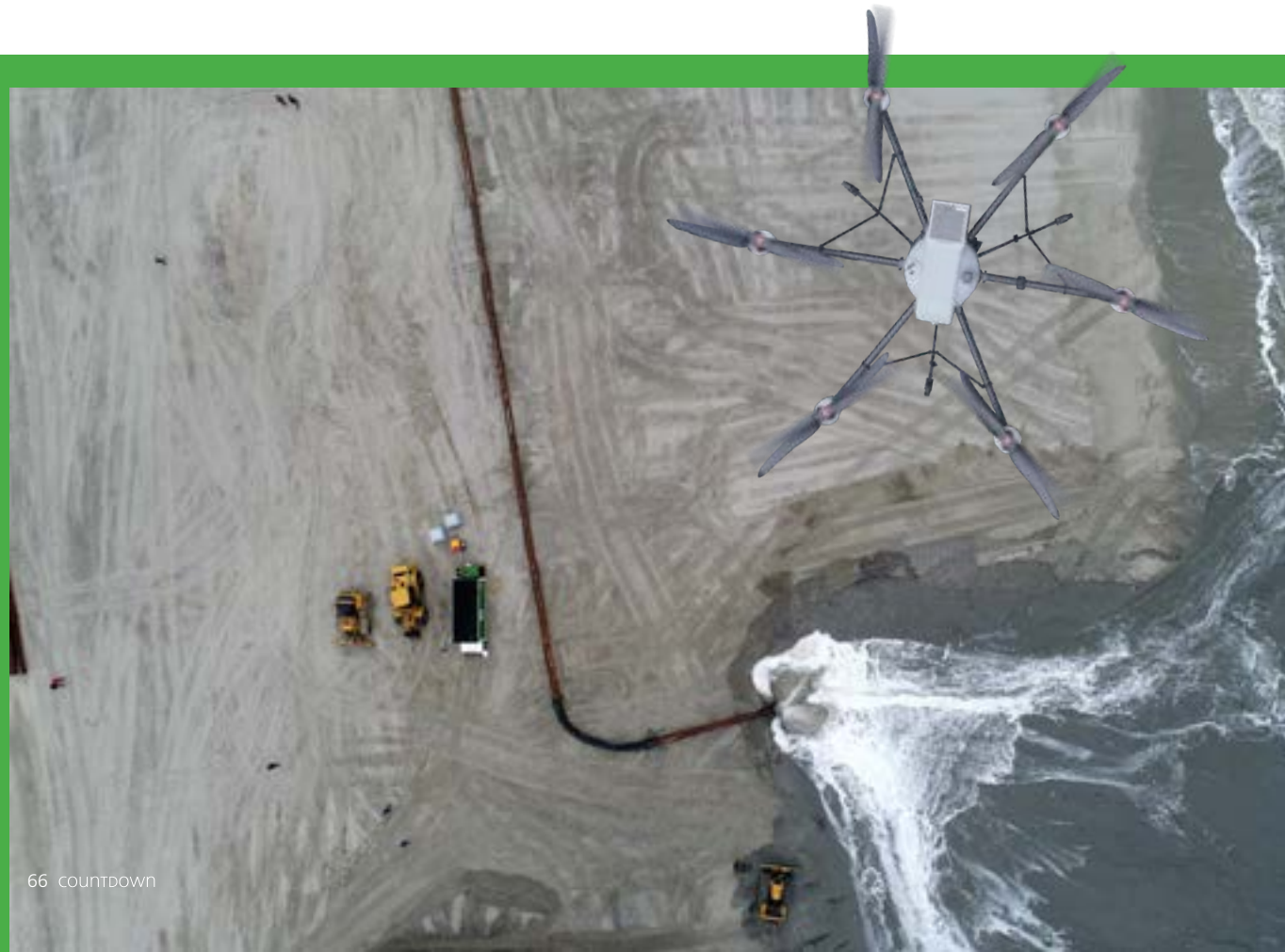
Die in ANKommEn entwickelte Technologie und die gesammelten Erfahrungen haben weitere Projekte im Rettungskontext und darüber hinaus angestoßen. Ein komplett anderes Ziel verfolgt zum Beispiel das im Rahmen der Initiative Innovative Hafentechnologien (IHATEC) durchgeführte Forschungsprojekt Aerolnspekt. Die Verfahren zur automatisierten Kartierung werden dort abgewandelt und zur Inspektion von Infrastruktur im Hamburger Hafen eingesetzt. In dem Projekt entwickelt die Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) gemeinsam mit der TU Braunschweig ein automatisiertes Drohnen-System, das Gleisanlagen im Hafen mit Millimetergenauigkeit vermisst. Durch das Erfassen der Anlage aus der Luft muss der Betrieb der automatisierten Kräne nicht gestoppt werden, was eine höhere Auslastung des Containerhafens ermöglicht.

Surveying tracks with millimetre precision

The technology and expertise developed in the ANKommEn project have inspired further projects within the field of search and rescue and beyond. The Aerolnspekt research project, for example, which is part of the Innovative Port Technologies (Innovative Hafentechnologien, IHATEC) initiative, has a completely different goal. In this project, automated mapping processes are being modified and used for the inspection of infrastructure in the port of Hamburg. Here, the German logistics and transport company Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) is working together with TU Braunschweig to develop an automated drone system that can survey track installations in the port with millimetre precision. Scanning the infrastructures from the air means that there is no need to stop the operation of the automated cranes, ensuring continued high utilisation of the container port.



TU Braunschweig



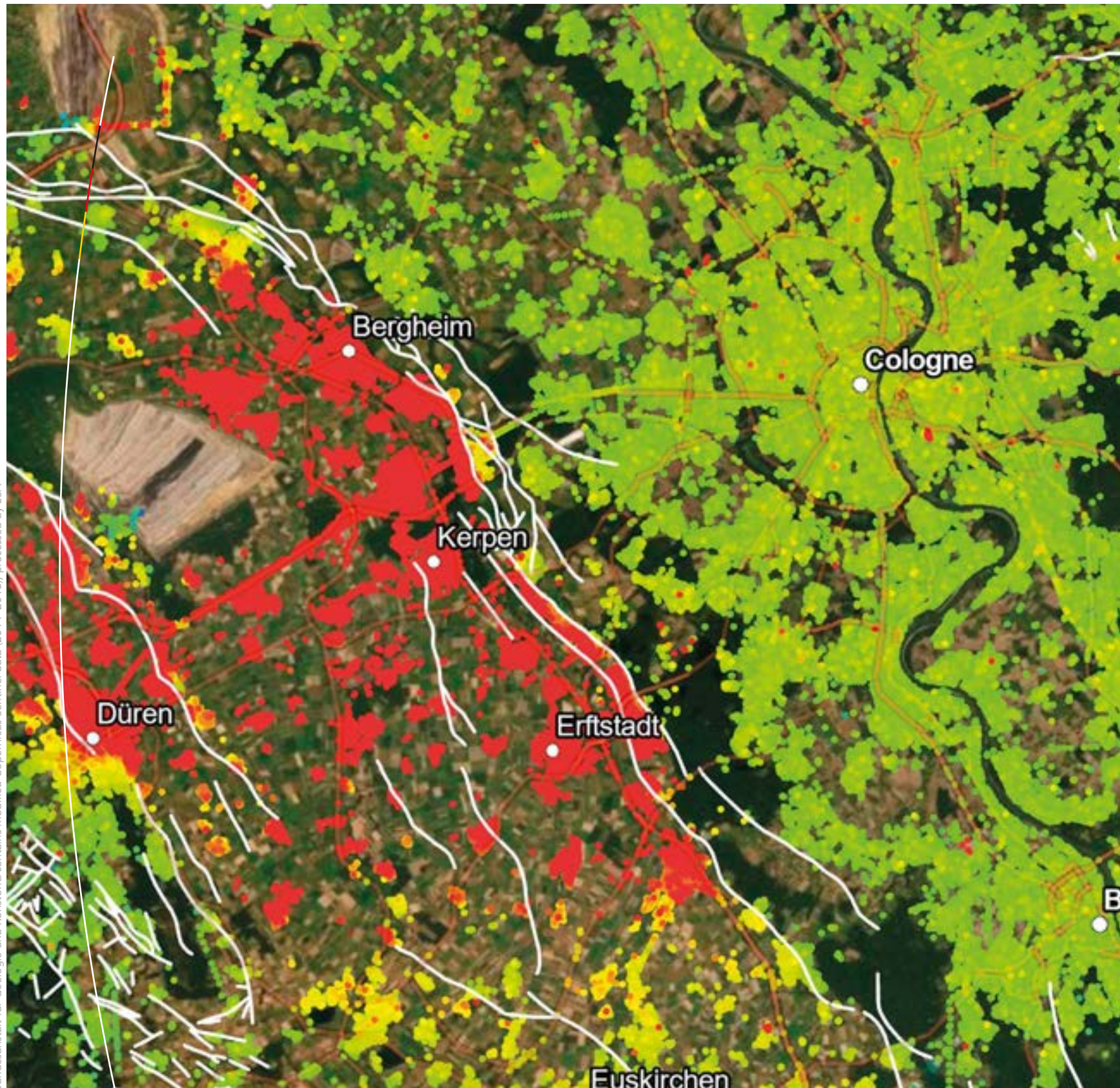
TU Braunschweig

Küstenschutz unterstützen

ANKommEn kann darüber hinaus auch in anderen Szenarien eingesetzt werden. In den Jahren 2017 und 2018 wurde das System zusammen mit dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) für den Hochwasserschutz auf Langeoog getestet. Die Nordseeinsel hat bereits seit Jahren mit Strandabschwemmungen zu kämpfen. So hat sich die Abbruchkante des Strands nach der Sturmflut „Herwart“ mit Windgeschwindigkeiten von acht bis zehn Beaufort stark verschoben. Die Bilder zeigen die Lage vor und nach der Sturmflut in einem Abstand von fünf Tagen. Im Zuge des Sturms lief das Massengutschiff „Glory Amsterdam“ vor der Insel auf Grund. Um diesen Landverlust zu bekämpfen, wird regelmäßig vorgelagerter Sand auf den Strand gepumpt. Doch wie wirksam ist diese Maßnahme? Diese Frage sollte durch die wiederholende 3D-Kartierung von wichtigen Strandabschnitten untersucht werden. Dafür wurde ein Fahrzeug der Firma Gravionic in eine mobile Einsatzstation umgewandelt, um die Missionen effektiver zu kontrollieren. Trotz widriger Wetterbedingungen verlief alles nach Plan. Die Versuche ergaben, dass in dem Zeitraum die circa anderthalb Meter hohe Abbruchkante um rund elf Meter ins Landesinnere verschoben wurde. Der rechte Teil zeigt denselben Strandabschnitt 20 Monate später. In diesem Zeitraum fand eine weitere Verschiebung um 28 Meter statt. Das entwickelte Online-System ermöglicht einen schnellen Vergleich der Karten und die Wiederholung derselben Mission zu einem späteren Zeitpunkt.

Supporting coastal protection

The ANKommEn system can also be used in other scenarios. In 2017 and 2018, the system was tested for flood protection on Langeoog in cooperation with the Lower Saxony Department for Water, Coastal Defence and Nature Conservation (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz; NLWKN). The North Sea island has been struggling with beach erosion for many years. For example, after the storm surge 'Herwart' with its wind speeds of 8 to 10 on the Beaufort scale, the beach's sand cliff shifted considerably. The images show the situation before and after the storm surge at an interval of five days. During the storm, the bulk carrier 'Glory Amsterdam' ran aground off the island. To combat the loss of land, sand is regularly pumped onto the beach. But how effective is this measure? A decision was made to investigate this question by repeated 3D mapping of important sections of the beach. For this purpose, a vehicle constructed by the company Gravionic was converted into a mobile operations centre to conduct tests more effectively. Despite adverse weather conditions, everything went according to plan. The tests showed that during this period the sand cliff, which was approximately one-and-a-half metres tall, had receded approximately 11 metres inland. The same beach section 20 months later can be seen to the right in the image. A further shift of 28 metres occurred during this period. The web-based system developed allows for a quick comparison of the maps and the repetition of this mission at a later stage.



Mit Radardaten des Sentinel-1-Satelliten hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zwischen 2014 und 2018 die Bodenbewegungen in Deutschland genau ermittelt. Der Bodenbewegungsdienst der BGR zeigt hier in Rot Absenkungen durch Grundwasserabsenkungen am Tagebau Hambach.

Using radar data from the Sentinel-1 satellite, the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) has accurately measured ground movements in Germany between 2014 and 2018. The subsidence caused by lowering groundwater levels at the Hambach opencast mine is shown here in red by the ground movement service (Bodenbewegungsdienst) of the BGR.

GEFAHR AUS DER TIEFE

Satellitendaten helfen bei der Überwachung von Bergbaufolgen

Von Dr. Samuel Stettner und Martin Fleischmann

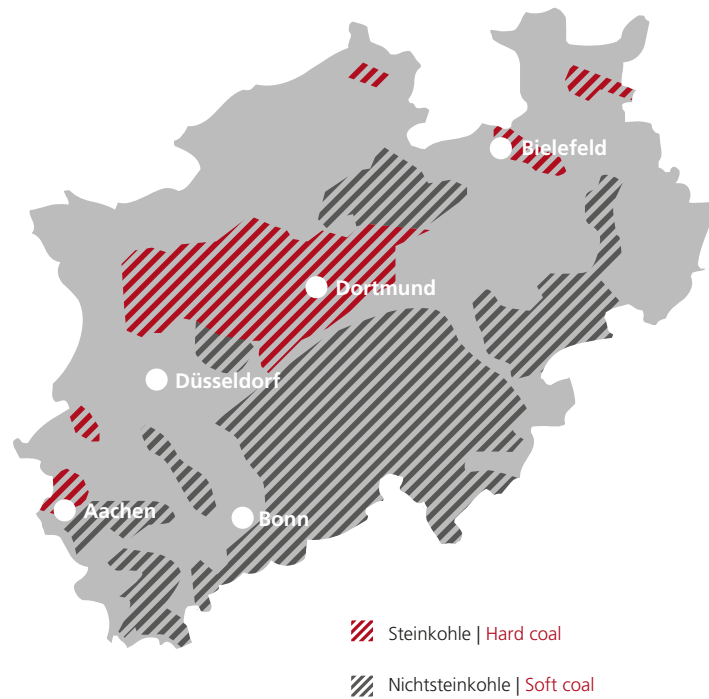
Bergbau ist in Nordrhein-Westfalen ein uraltes Handwerk: Schon im Jahr 1113 wurden in Herzogenrath bei Aachen Stollen gegraben, um dort erstmals Steinkohle aus der Erde zu holen. Seitdem prägt die Kohle das Leben im Aachener und Ruhr-Revier sowie im Oberbergischen und im Siegerland – mit starken Auswirkungen bis heute. Denn der Bergbau wurde lange Zeit mit einfachsten technischen Mitteln betrieben und Schächte und Tunnel anfangs auf keinerlei Karten verzeichnet. So kann bis heute niemand genau sagen, wo sie überall verlaufen – eine unbekannte Gefahr aus der Tiefe. Denn einstürzende Schächte und sogenannte Tagesbrüche reißen immer wieder Löcher in die Erde. Sie bedrohen private Grundstücke und Wohnhäuser sowie die öffentliche Infrastruktur. Für viele Menschen in Bergbauregionen gehören Schäden an ihren Wohnungen und Häusern zum Alltag. Denn laut einer großen Anfrage der Partei Bündnis 90/Die Grünen an die schwarz-gelbe Landesregierung kam es zwischen 2005 und 2016 zu rund 1.900 Tagesbrüchen – jeden zweiten Tag einer. Kein Wunder, denn im bevölkerungsreichsten Bundesland gibt es rund 60.000 verlassene Tagesöffnungen. Rund 1.000 dieser Schächte gelten als „langfristig nicht zu akzeptierendes Risiko“, weil mit Einsturz gerechnet wird. Besonders gefährlich ist der oberflächennahe Altbergbau, der in Nordrhein-Westfalen eine Fläche von 313 Quadratkilometern untergraben hat – 63 davon allein in Bochum, was 43 Prozent des Stadtgebiets ausmacht. Doch neben einstürzenden Schächten führen auch durch den Kohleabbau verursachte Änderungen des Grundwasserspiegels, auch Sumpfung genannt, zu Problemen – vor allem im Bereich von Braunkohletagebau. Treten solche Bodenbewegungen in Bereichen von tektonischen Störungen auf, können Schäden an Gebäuden entstehen, die oft nur mit aufwändigen und teuren Messungen auf bergbaubedingte Veränderungen zurückgeführt werden können. Hier können Satellitendaten helfen, die komplexen Zusammenhänge aufzuklären.

DANGER FROM THE DEPTHS

Satellite data assist in monitoring mining damage

By Dr Samuel Stettner and Martin Fleischmann

Mining is an ancient practice in the German state of North Rhine-Westphalia. People began digging tunnels in Herzogenrath, near Aachen, in order to extract hard coal from the ground for the first time as early as in the year 1113. Ever since, coal has shaped life in the Aachen, Ruhr, Oberbergischer Kreis and Siegerland regions, and its impact is felt to this day. For a long time, mining was carried out using very simple techniques and the shafts and tunnels were not recorded on any maps. Even today, their locations are not precisely known, but they represent a real danger hiding in the depths. Collapsed mineshafts and sinkholes can lead to openings in the ground that pose major risks to private property, residential buildings and public infrastructure. Damage to homes has become a part of everyday life for many people in mining regions. According to a study carried out by Alliance 90 / The Greens on behalf of the state government, approximately 1900 sinkholes formed between 2005 and 2016 – one every other day. This is not surprising as there are around 60,000 abandoned mine entrances in Germany's most populous state. Due to their expected collapse, approximately 1000 of these shafts are considered an 'unacceptable long-term risk'. Abandoned near-surface mines are particularly dangerous, and 313 square kilometres of North Rhine-Westphalia were once undercut for mining in this way. Of this area, 63 square kilometres lie in Bochum, a region that accounts for 43 percent of the state's urban area. In addition to collapsing mineshafts, mining-related changes to the groundwater table caused by sump dewatering can also lead to issues, especially if the area has been used for the opencast mining of lignite. If such ground movements occur in areas that experience tectonic disturbances, they can cause damage to buildings that can only be traced back to the effects of mining by conducting time-consuming and expensive investigations. Satellite data can help to clarify the complex interrelationships between these factors.



Unter Nordrhein-Westfalen wird seit dem Jahr 1113 nach Kohle gegraben. Rund 60.000 dieser verlassenen Tagesöffnungen gibt es in dem Bundesland. Einige davon sind bis heute nicht kartografiert.

Coal has been extracted from under North Rhine-Westphalia since the year 1113. There are about 60,000 abandoned mineshafts in the state. Some of them remained unmapped until today.



Tagesbrüche verursachen immer wieder starke Schäden wie aus dem Nichts. Hier in Bochum-Wattenscheid riss im Jahr 2000 ein riesiger Krater drei Garagen und Teile des Gartens in die Tiefe – ein Schaden in Millionenhöhe.

Sinkholes repeatedly cause severe damage without warning. The huge crater shown here in Bochum-Wattenscheid in 2000 pulled down three garages and parts of a garden – a damage running into millions.

Bodenbewegungen aus dem All überwachen

Bergbaubedingte Bodenbewegungen und ihre Folgen stellen uns vor Herausforderungen, deren Gefahren wir frühzeitig erkennen und bewerten müssen und für die wir moderne Planungs- und Sicherungsmaßnahmen benötigen. Neben vielen konventionellen Methoden stehen nun neue, moderne Verfahren zur Beobachtung bergbaulicher Anlagen und Betriebe sowie ihrer Umweltauswirkungen zur Verfügung. Satellitendaten bieten in diesem Zusammenhang ein enormes Potenzial, um die Auswirkungen des Bergbaus zu erkennen, besser zu verstehen und Gefahren zu vermeiden. Ein gutes Beispiel ist hier Nordrhein-Westfalen, wo die Folgen des Steinkohleberg- und des Braunkohletagebaus Land und Menschen täglich neu herausfordern. Sie verursachen Bodenbewegungen und gefährden so Bevölkerung und Infrastruktur. Satelliten sollen kontinuierlich diese Bewegungen messen, um Licht ins Dunkel unentdeckter Schächte zu bringen und Auswirkungen des Bergbaus auf die Oberfläche zu überwachen. Die Stadt Dortmund will gemeinsam mit Bochum und anderen Städten im Ruhrgebiet beispielsweise ein Frühwarnsystem für Bergbauschäden aufbauen, das auf diese satellitengestützten Messungen aufbaut. Auch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) veröffentlichte erst 2019 ein neues Überwachungssystem auf Basis der Daten des europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus.

Mit Satellitendaten Gefahren durch Bergbaufolgen erkennen

Satelliten liefern flächendeckend räumlich hochaufgelöste, aktuelle Langzeitinformationen. Doch wie lassen sich die Folgen und Risiken des Bergbaus vom All aus untersuchen? Konventionell werden Bewegungsprozesse im Zusammenhang mit der Untertagenutzung oder relevanter Infrastruktur wie Deichen und Brücken mit klassischen Vermessungsmethoden überwacht. Dafür sind allerdings zeitaufwändige Begehungen der entsprechenden Zonen nötig. Der Blick aus dem All deckt hingegen große Gebiete wie zum Beispiel das Ruhrgebiet mehrmals pro Woche komplett ab. Moderne satellitengestützte Methoden wie die SAR-Interferometrie aus Radardaten vermessen kosteneffizient Bodenbewegungen mit hoher Präzision. Nachbergbaufolgen, Schädigungen von Pflanzen nach Grubenwasseranstieg, Überflutungen durch Grubenwasseraustritt, Neigungen von Gebäuden durch Bodenbewegung, oder die Sicherheit von Dämmen in Rückhaltebecken können so jederzeit überwacht werden. Damit liefern diese Daten aus dem All wichtige Details über genau die Gebiete, die von Veränderungen durch den Bergbau betroffen sind. Ihre Nutzung wird dabei immer einfacher, weil stetig mehr Informationen aus nationalen Missionen wie den deutschen TerraSAR-X und TanDEM-X-Satelliten sowie internationalen Programmen wie der Copernicus-Mission Sentinel-1 in immer besserer Qualität zur Verfügung stehen. Zudem bieten Unternehmen auf Grundlage von Raum-, Umwelt- und Satellitendaten wichtige Dienstleistungen im Bereich Bergbausicherheit an. Für Städte und Gemeinden, Bergbauunternehmen sowie für die Bürgerinnen und Bürger ergeben sich nun völlig neue Möglichkeiten. Sie können künftige Bauten besser planen, Infrastruktur effizienter sichern oder sich einfacher über die Situation vor ihrer Haustür informieren.

Monitoring ground movements from space

Recognising and assessing the risks and consequences of mining-related ground movements presents a challenge and requires the extensive use of planning and safety technologies. In addition to the range of conventional methods, there are many new tools available for monitoring mining facilities and operations and their environmental impact. The use of satellite data, for instance, offers great potential for monitoring and understanding the effects of mining and avoiding the potential dangers. One region for which this could be particularly helpful is the German state of North Rhine-Westphalia. Here, the consequences of hard coal and open-surface lignite mining are felt on a daily basis, as ground movements caused by these activities continue to endanger both inhabitants and infrastructure. Satellites are able to continuously monitor these movements and identify the effects of mining on the surface at an early stage. The city of Dortmund, together with Bochum and other cities in the Ruhr region, intends to establish an early warning system for mining-related damage based on these satellite-based measurements. The Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; BGR) published a new monitoring system based on data from the European Earth observation programme Copernicus in 2019.

Satellite data identify risks of mining impacts

Satellites can provide comprehensive, up-to-date long-term information with a high spatial resolution. But how can measurements made from space help investigate the risks and consequences of mining? Conventionally, movement processes associated with underground tunnels, or infrastructure such as dykes and bridges are monitored using classical surveying methods. However, this requires time-consuming inspections of the affected areas. In contrast, observations from space can capture large regions such as the Ruhr in their entirety multiple times each week. Modern satellite-based methods such as Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry use radar data to measure ground movements cost-effectively and with a high degree of precision. These data make it possible to continuously monitor the consequences of mining-related changes in former mining areas, such as damage to vegetation caused by rising ground water, flooding resulting from leakage of mine water, subsiding buildings and dam safety in retention basins. It is also becoming ever easier to use such data, as more and higher quality information is being provided by German missions such as the TerraSAR-X and TanDEM-X satellites and international programmes such as the Copernicus Sentinel-1 satellites. Companies are also offering important services based on spatial, environmental and satellite data in the field of mining safety. These new opportunities can be harnessed for the benefit of towns and cities, mining companies and the general public. They enable more effective planning of buildings, more efficient protection of infrastructure, and greater access to information for the public about the situation in their local area.



RAG AG

Dipl.-Ing. Stefan Hager

COUNTDOWN-Interview mit Stefan Hager

Dipl.-Ing. Stefan Hager ist Bergbau-Vermessungsingenieur (Marktscheider) und Direktor des Bereichs Standort- und Geodienste der RAG AG. In dieser Funktion ist er verantwortlich für die Bearbeitung vieler Bergbaufolgen, aber auch der Geodaten des Konzerns.

Herr Hager, warum benutzen Sie Satellitendaten für das Thema Bergbausicherheit?

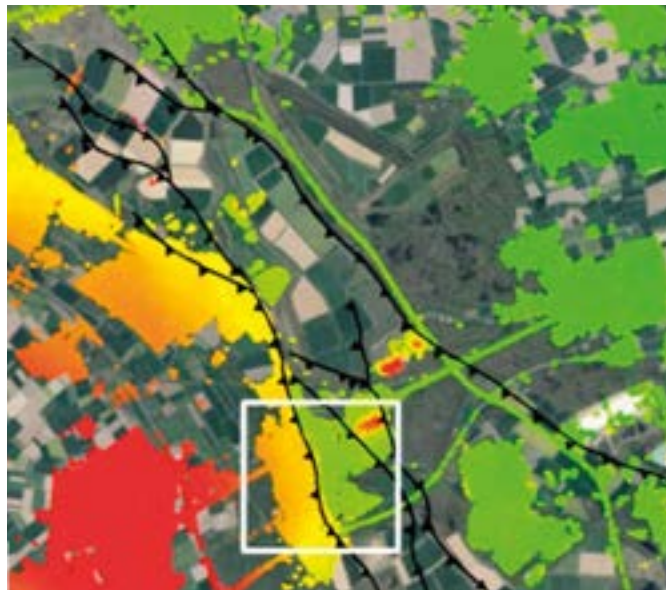
: Nach über 200 Jahren wurde die Gewinnung von Steinkohle in Deutschland Ende 2018 eingestellt. Der Abbau von Steinkohle verursacht Senkungen an der Tagesoberfläche, eventuell auch Bergschäden. Lange Zeit lag der Schwerpunkt auf der klassischen Vermessung der kleinräumigen Auswirkungen der einzelnen Abbaubetriebe. In den 1980er-Jahren kamen die Auswirkungen auf Natur und Umwelt hinzu. Planfeststellungsverfahren mit UVP und Monitoring-Prozesse wurden zum Standard bei bergbaulichen Vorhaben. Der Blick erweiterte sich auf ganze Bergwerke. Ab 1983 wurden im Rahmen von ersten Projekten Landsat-4 TM- und MSS-Daten getestet. Seit rund 30 Jahren nutzen wir optische und Radar-Satellitendaten, um die Auswirkungen des Abbaus zu erfassen. In den 1990er-Jahren folgten auch Projekte mit dem DLR, zum Beispiel das Projekt RUHRGEBIET. Satellitendaten sind seither Kern des Monitorings der Bergbauauswirkungen und der Prognose künftiger Veränderungen.

COUNTDOWN - Interview with Stefan Hager

Stefan Hager is a mining surveyor and Director of the Site and Geoservices Department at RAG AG. Here, he is responsible for dealing with the consequences of mining and handling the company's geodata.

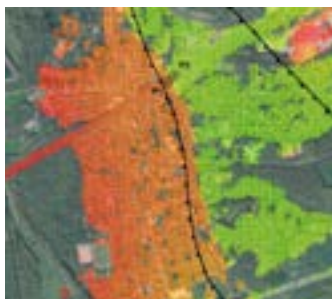
Mr Hager, why do you use satellite data to ensure mining safety?

: The mining of hard coal was discontinued in Germany at the end of 2018, after more than 200 years. Hard coal mining causes surface subsidence and possibly mining-related damage. For a long time, the focus was on conventional surveying to deal with the small-scale effects of individual mining operations. In the 1980s, the impact on nature and the environment were added. Planning approval processes using Environmental Impact Assessments (EIAs) and monitoring procedures have become standard in mining. Nowadays, however, we look at mines as a whole. From 1983 onwards, Landsat-4 Thematic Mapper (TM) and Multispectral Scanner (MSS) data were tested as part of initial projects. We have been using optical and radar satellite data to capture the effects of mining for about 30 years now. In the 1990s, these early efforts were followed by various DLR projects such as RUHRGEBIET. Since then, satellite data have been at the heart of work to monitor the effects of mining and predict future changes.



Vertikale Bodenbewegungen wie hier am „Horremer Sprung“ im Rheinischen Revier von Februar 2015 bis März 2016 können dank der Persistent-Scatterer-Methode (PSI) hochaufgelöst abgebildet werden. So können Bewegungen einzelner Objekte sehr detailliert und konsistent erfasst werden. Die Daten stammen von dem deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und wurden von Airbus prozessiert.

Vertical ground movements such as this one occurring at the 'Horremer Sprung' in the Rhenish mining area from February 2015 to March 2016, can be mapped with high resolution using Persistent Scatterer Interferometry (PSI). This makes it possible to continuously record the movements of individual objects in great detail. These data were acquired by the German radar satellite TerraSAR-X and processed by Airbus.

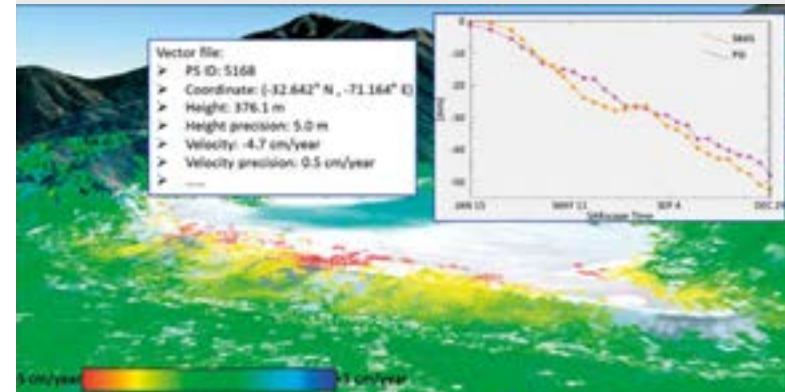
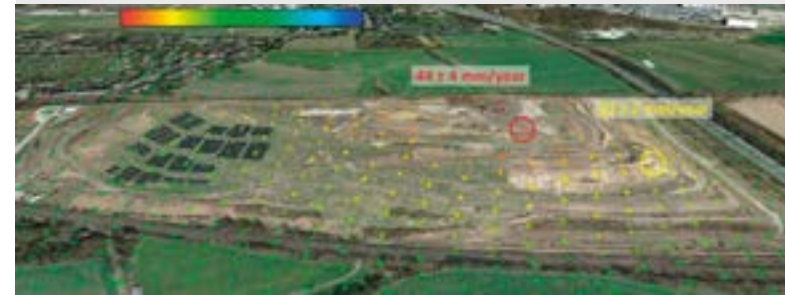


Wie werden Bodenbewegungen aus Satellitendaten abgeleitet?

Radarsatelliten senden Tag und Nacht elektromagnetische Impulse aus. Die von der Erdoberfläche zurückgestreute Strahlung wird wetterunabhängig vom gleichen Sensor wieder empfangen und verarbeitet. Die Signale sind eine komplexe Mischung aus Rückstreuintensität und Wellenphase, mit deren Informationen Rückschlüsse über die Beschaffenheit der Erdoberfläche wie Rauigkeit und Feuchte bestimmt werden können. Durch verschiedene Messverfahren zur vergleichenden Analyse von Bildpaaren und Zeitreihen der deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X entstehen einzigartige Datensätze, um die Topografie unseres Planeten komplett und höchstgenau abzubilden. Die klassische differentielle SAR-Interferometrie (DInSAR) vergleicht Datensätze verschiedener Zeitpunkte, um Veränderungen der Erdoberfläche aufzuspüren. Liegen besonders lange Zeitreihen vor, können kleinste Bodenbewegungen bis in den Millimeter-Bereich hinein mit der Persistent Scatterer Methode (PSI) bestimmt werden. Diese Methode eignet sich ideal, um kontinuierliche Veränderungen im Nachbergbau, wie sie beispielsweise beim Grubenwasseranstieg auftreten, systematisch zu überwachen. Besonders verlässlich funktioniert diese Methode, wenn die Oberfläche möglichst vegetationslos und bebaut ist. Im Ruhrgebiet stehen hierfür also gute Ausgangsbedingungen bereit. Aber auch an neuen Methoden wie SqueeSAR wird momentan gearbeitet, um verlässliche und günstige Daten über Bodenbewegungen auch für ländliche Gebiete per Satellit zu erhalten.

Bewegt sich der Boden unter meinen Füßen?

Durch Copernicus stehen flächendeckend Informationen der Radarsatelliten Sentinel-1 zur Verfügung, die für die kontinuierliche Kontrolle in ehemaligen Abbaugebieten – dem sogenannten Nachbergbau – genutzt werden können. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist eine dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie untergeordnete Behörde und hat im letzten Jahr den Bodenbewegungsdienst Deutschland (BBD) veröffentlicht. Der BBD-Kern Datensatz basiert auf bundesweiten Sentinel-1-Daten, die mittels PSI-Verfahren verarbeitet werden. Neben diesen regelmäßig aktualisierten Informationen können ausgewählte Regionen zusätzlich auf TerraSAR-X- und TanDEM-X-Material in hoher räumlicher Auflösung zugreifen. Die erzeugten Produkte können unter anderem von Behörden zur verbesserten Gefahrenabwehr sowie zur Raum- und Stadtplanung eingesetzt werden. Zusätzlich werden zum Beispiel beim Bodenbewegungskataster des Landes Nordrhein-Westfalen die abgeleiteten Satelliteninformationen mit anderen unabhängigen Datensätzen klassischer Methoden verknüpft – mit einem enormen Mehrwert für die zuständigen Behörden.



Kleinste Bewegungen an Dammbauwerken können aus dem All mit Radardaten erfasst werden. Das Beispiel zeigt Bewegungen an der Dammkrone eines Bauwerkes nahe der Ortschaft El Melón in Chile.

Radar data acquired from space can detect the smallest changes to dam structures. This example shows movements at the top of a dam near the village of El Melón in Chile.

How are ground movements determined using satellite data?

Radar satellites emit electromagnetic pulses and receive and process the radiation scattered back from Earth's surface. Their sensors are capable of operating day and night, independent of weather conditions. The complex mix of backscattered intensity and wave phases that make up the returning signal provides information that allows experts to draw conclusions about the nature of Earth's surface, such as its roughness and moisture content. The comparative analysis of image pairs and time series produced by the German radar satellites TerraSAR-X and TanDEM-X produces uniquely effective data sets for the complete and high-precision mapping of our planet's topography. Classic differential SAR interferometry (DInSAR) compares radar data sets at different points in time in order to detect changes to Earth's surface. If these data sets span long enough timeframes, ground movements on the scale of millimetres can be detected. Persistent Scatterer Interferometry (PSI) is ideal for monitoring changes in built-up former mining areas with minimal vegetation, such as the densely populated Ruhr region. This technique can monitor effects such as the results of rising mine water on a systematic, ongoing basis. New approaches from the field of interferometry promise reliable, cost-effective satellite data about ground movements for rural areas with more vegetation as well.

Is the ground moving beneath my feet?

The Copernicus programme provides comprehensive information from the Sentinel-1 radar satellites that can be used for the continuous surveillance of former mining areas, known as post-mining. The BGR is an authority under the German Federal Ministry for Economic Affairs

Für welche Themen in der Bergbausicherheit ist die Nutzung von Erdbeobachtungsdaten besonders wichtig?

: Nach der Stilllegung der Bergwerke bleibt die Optimierung der Grubenwasserhaltung eine langfristige Aufgabe. Der Fokus liegt auf der Erfassung von Geländehebungen als Folge eines Grubenwasseranstiegs. Diese sind um Zehnerpotenzen geringer als beim Abbau und auch homogen. Auch wenn wir keine Bergschäden erwarten, bleibt ein leistungsstarkes Monitoring wesentlich für die Akzeptanz unserer Vorhaben, insbesondere aber, um frühzeitig schädliche Abweichungen von den Prognosen zu erkennen. Vor allem die Radarsatellitentechnik, die sich durch eine dichte Datenverfügbarkeit über große Bereiche bei hoher Messgenauigkeit von kleinsten Bewegungen auszeichnet, ist dabei im Einsatz. Iterative Beobachtungen und immer robustere Analysen verbessern die Überwachungsverfahren. Der Betrachtungsbereich ist jetzt die gesamte Lagerstätte im Ruhrgebiet. Hier sind Satellitendaten praktisch alternativlos.

In which areas of mining safety is the use of Earth observation data particularly important?

: Optimising mine water management remains a long-term task following the closure of mines. The focus is on detecting ground uplift as the result of a rise in mine water levels. Such occurrences are orders of magnitude lower than during active mining, and they tend to be homogeneous. Even if we do not expect any mining damage to occur, high-performance monitoring remains vital to the acceptance of our projects, especially if we are to identify harmful deviations from the forecasts at an early stage. Radar satellite technology proves particularly useful, as it provides high-resolution data over large areas, with good measurement accuracy for even the smallest movements. Iterative observations and increasingly robust analyses improve monitoring procedures. The observation area now covers all mining sites in the Ruhr region. There is no practical alternative to satellite data in this area.

Wie verändert der Blick aus dem All Ihre Arbeit?

: Der Blick aus dem All ermöglicht es uns, effizient die bergbaubedingten Auswirkungen als Ganzes zu erfassen. Dank der heutigen Sensorvielfalt und der mittlerweile hohen Bodenauflösungen sind wir in der Lage, selbst lokale Besonderheiten messtechnisch auszuwerten. Dass sich die Erde, auf der wir leben, bewegt, ist in den Geowissenschaften schon lange bekannt. Heute arbeiten wir in einem Bereich, in dem wir auch die geogenen Bewegungen der Erde miterfassen. Zu unseren Aufgaben gehört es neben der Selektion der anthropogenen Veränderungen, die Ergebnisse auch unseren teils kritischen Stakeholdern zu erklären. Dazu eignen sich entsprechend aufbereitete Satellitendaten hervorragend.

How has having a view from space changed your work?

: Having a view from space gives us a proper understanding of mining-related effects as a whole. Thanks to today's variety of sensors and high ground resolution, we are able to evaluate even local events metrologically. Geoscientists have long been aware that the ground on which we live is moving. Today we work in an area in which we also record the geogenic movements of the ground. In addition to determining anthropogenic changes, one of our tasks is to explain the results to our stakeholders, some of whom are critical. Appropriately prepared satellite data are ideally suited for this purpose.

Das Abbaugebiet von Bento Rodrigues und der Damm des Absatzbeckens sind gut von Satelliten zu erkennen. Radardaten aus dem All können dabei helfen, auf Bewegungen an Dammbauwerken vor einer Katastrophe hinzuweisen. Die Firma EFTAS aus Münster hat mit Sentinel-1-Daten am Dammbauwerk Bento Rodrigues eine kontinuierliche Absenkung von 20 Millimetern zwischen dem 8. Mai und dem 4. November 2015 nachgewiesen. Einen Tag später brach der Damm.

The mining region of Bento Rodrigues and its dam can be clearly seen by satellites. Radar data from space can help to indicate changes in dam structures before a disaster. The company EFTAS from Münster used Sentinel-1 data to demonstrate a continuous 20-millimetre subsidence at the Bento Rodrigues dam between 8 May and 4 November 2015 – one day prior to its collapse.



EFTAS

Rund 400 Experten aus ganz Deutschland trafen sich vom 10. bis 13. September 2019 an der Technischen Hochschule Georg Agricola (THGA) in Bochum zur Fachtagung „Bergbau, Energie, Rohstoffe“. Im Bild: Podiumsdiskussion zum Thema „Energiesicherheit in Deutschland“ mit (v.l.n.r.) Dr. Walther Pelzer, DLR-Vorstand zuständig für der Raumfahrtmanagement, Jeanette Kuhn, Moderation, Prof. Andreas Pinkwart, Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie in Nordrhein-Westfalen, Wibke Brems, Mitglied des Landtags Nordrhein-Westfalen für Bündnis 90/Die Grünen, Dr. Klaus Freytag, Beauftragter der brandenburgischen Landesregierung für die Lausitz, Dr. Thorsten Diercks, Hauptgeschäftsführer Vereinigung Rohstoffe und Bergbau/Debriv

Around 400 experts from across Germany met from 10 to 13 September 2019 at the Technische Hochschule Georg Agricola (THGA) in Bochum for the symposium 'Mining, Energy, Raw Materials'. In the image: Panel discussion on the topic of 'Energy Security in Germany' with (from left to right): Dr Walther Pelzer, DLR Executive Board member responsible for the Space Administration; Jeanette Kuhn, moderator; Prof. Andreas Pinkwart, Minister of Economic Affairs, Innovation, Digitalisation and Energy of the State of North Rhine-Westphalia; Wibke Brems, Member of the State Parliament of North Rhine-Westphalia for Bündnis 90/The Greens; Dr Klaus Freytag, Representative of the Prime Minister for the Region of Lusatia, State Chancellery of the State of Brandenburg; Dr Thorsten Diercks, Managing Director of the German Raw Materials and Mining Association / DEBRIV



RAG

Wie können Satelliten Sicherheitskonzepte im Bergbau unterstützen?

Mit Radardaten werden auch weltweit kritische Infrastrukturen überwacht und Veränderungen von wenigen Millimetern frühzeitig erkannt. Diese Verfahren sind auch für den Bergbau interessant, um Dämme für Absatzbecken in Gebieten mit Minenaktivität ständig zu beobachten. Denn solche Bauwerke sind in der Vergangenheit oftmals kollabiert, was zu katastrophalen Schäden und dem Verlust von Menschenleben geführt hat. So auch bei dem Dammbruch von Bento Rodrigues in Brasilien, bei dem 19 Menschen starben und das Flusssystem auf 666 Kilometer Länge verseucht sowie Meeresschutzgebiete von den giftigen Schlammmassen bedroht wurden. Als Folge der Katastrophe untersucht die Firma EFTAS aus Münster jetzt in dem EU-Projekt STINGS, wie die Sicherheit von Absatzbecken mit dem Einsatz von Radardaten besser unterstützt werden kann. Mit Sentinel-1-Daten wurde so am Dammbauwerk bei Bento Rodrigues eine kontinuierliche Absenkung von 20 Millimetern zwischen dem 8. Mai und dem 4. November 2015 nachgewiesen – einen Tag, bevor der Damm brach.

Nachwuchs und Fortbildung

Damit in Zukunft noch mehr Menschen die vielfältigen Möglichkeiten von Radardaten nutzen und neue Ideen entwickeln können, wie Satellitendaten uns auf der Erde helfen, muss das Verständnis für die Daten und ihre Bearbeitung vermittelt werden. Diese zentrale Arbeit wird immer häufiger über digitale Plattformen geschaffen. Das sogenannte EO-College ist eine zentrale Anlaufstelle für solche Lernangebote und bietet vielfältige Weiterbildungsmöglichkeiten für die Radarfernerkundung. Hier gibt es auch einen durch die ESA finanzierten Online-Kurs „Echoes in Space“ nur zu Themen der Radarfernerkundung.

and Energy (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BMWi), and last year launched the German Ground Movement Service (Boden-Bewegungsdienst Deutschland; BBD). The BBD's core data set is based on nationwide Sentinel-1 data processed using PSI. In addition to this regularly updated information, selected regions can also access data acquired by TerraSAR-X and TanDEM-X at high spatial resolution. The generated information can be used by the authorities to improve hazard prevention, land development and urban planning. It can also be used alongside other independent data sets compiled using more conventional methods, such as the ground movement register of the state of North Rhine-Westphalia, to provide added value for the relevant authorities.

How can satellites support safety monitoring in mining?

The ability to detect changes to Earth's surface with millimetre precision using radar data makes it possible to monitor critical infrastructure worldwide. This technology is also of interest to the mining industry itself. For instance, this technology can be used to continuously survey retention basin tailing dams in areas of ongoing mining activity. In the past, the collapse of such structures has often caused catastrophic damage and loss of human life. The failure of the Bento Rodrigues tailings dam in Brazil, which burst in 2015, killed 19 people and contaminated the river ecosystem over a length of 666 kilometres, threatening protected marine areas with toxic sludge. The use of radar data acquired from space could help prevent such disasters. The Münster-based company EFTAS has used Sentinel-1 data to demonstrate that the Bento Rodrigues dam sank 20 millimetres between 8 May and 4 November 2015 – the day before it collapsed.

Young talent and continued training

Fostering a wider understanding of how satellite radar data can be used and processed is vital to ensure that more people can utilise them and develop new ideas on how satellite data can benefit Earth. This important task is increasingly being accomplished outside of universities, via online digital learning platforms. The EO College is a central point of contact for such learning opportunities in Germany and offers a wealth of training opportunities in Earth observation.

Die Anzahl an Erdbeobachtungssatelliten und der Strom an Informationen über unsere Erdoberfläche nehmen stetig zu. Was bedeutet das in Ihren Augen für das Thema Bergbausicherheit?

: Der Bergbau hat bei der Nutzung von Satellitendaten sicher eine Vorreiterstellung bei der Erfassung von Erdbewegungen eingenommen. Multispektraldaten und Radarinterferometrie führten zu einem wesentlich besseren Verständnis bergbauinduzierter Auswirkungen. Das rasant steigende Informationsangebot stellt uns immer wieder vor neue Herausforderungen, macht die Arbeit aber auch spannend und die Ergebnisse und Prognosen genauer. Deshalb hält die RAG die notwendigen Wissensmanagementsysteme – vor allem aber hochqualifizierte Mitarbeiter mit dem erforderlichen Knowhow – vor. Die jahrzehntelange Erfahrung der RAG im Umgang mit Satellitendaten zählt sich somit auch nach Abbauende noch aus.

The number of Earth observation satellites and the flow of information about the planet's surface are steadily increasing. What do you think this means for mining safety?

: The mining industry has undoubtedly played a pioneering role in the use of satellite data to record movements of Earth's surface. Currently, the focus is on the combination and optimisation of GNSS positioning, multi-spectral data and radar-interferometric evaluations to determine mining consequences. The rapidly increasing amount of information constantly presents us with new challenges, but it also makes our work exciting and our findings and forecasts more accurate. For this reason, RAG maintains the necessary knowledge management systems – but above all, highly qualified staff with the necessary expertise. RAG's decades of experience in dealing with satellite data thus continues to be valuable, even after mining operations have ended.

<http://bodenbewegungsdienst.bgr.de>



<https://eitrawmaterials.eu/project/stings/>



<https://eo-college.org/>



Autor: Dr. Samuel Stettner (links) arbeitet in der Fachgruppe Datennutzung und Anwendungsentwicklung in der Abteilung Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement. Hier unterstützt er wissenschaftliche, kommerzielle und behördliche Anwender bei der Nutzung und Entwicklung von Methoden der Radarfernerkundung. Martin Fleischmann ist COUNTDOWN-Chefredakteur der in der Abteilung Strategie und Kommunikation.

Author: Dr Samuel Stettner (left) is a member of the EO-Applications Group within the Earth Observation Department at the DLR Space Administration. Here, he supports scientific, commercial and governmental bodies in the use and development of radar remote sensing techniques. Martin Fleischmann works in the Strategy and Communications department and is editor-in-chief of COUNTDOWN.

FACING SPACE

Mehr Sicherheit im All

Viele weltraumgestützte Anwendungen und Dienste reichen tief in unser alltägliches Leben hinein. Das fängt beim Satellitenfernsehen an und reicht über Wettervorhersagen bis hin zum GPS/GNSS-Zeitsignal für die Navigation von Flugzeugen, Schiffen und Fahrzeugen. Eine funktionierende, sichere Weltrauminfrastruktur ist für Deutschland als Industrie- und Exportnation ein wesentlicher Faktor und damit eine gesamtstaatliche Aufgabe. Denn die Menge von Objekten im Weltraum hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Klein- und Kleinstsatelliten sollen zu Tausenden ins Weltall gebracht werden, um unter anderem ein globales Internet zur Verfügung zu stellen. Die hohe Anzahl von Objekten steigert auch die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen.

Eine wesentliche Aufgabe des nationalen Weltraumlagezentrums in Uedem (Niederrhein) ist daher der Schutz eigener Satelliten vor solchen Gefahren. Im COUNTDOWN-Interview erläutert Generalleutnant Klaus Habersetzer, Kommandeur des Zentrums Luftoperationen in Kalkar, warum das Weltraumlagezentrum im ressortübergreifenden Ansatz zwischen DLR Raumfahrtmanagement und der Luftwaffe aufgebaut wurde und welche Aufgaben aktuell und künftig zu bewältigen sind.

Welches Resümee über neun Jahre Zusammenarbeit zwischen Luftwaffe und DLR Raumfahrtmanagement ziehen Sie mit Blick auf das Weltraumlagezentrum?

: Mit der Aufstellung des ressortgemeinsamen Weltraumlagezentrums im Jahr 2011 wurde der Grundstein für die heutige Leistungsfähigkeit des Zentrums gelegt. Die bereits vorhandene Weltraumexpertise des DLR Raumfahrtmanagements hat es der Luftwaffe ermöglicht, ebenfalls Expertise im Bereich Weltraumlage aufzubauen. Wir haben die Vorteile der Verfahren und Prozesse der beiden Ressorts gezielt genutzt, um innerhalb weniger Jahre eine Institution aufzubauen, zu vernetzen und mit Fähigkeiten auszustatten, damit sie den gestellten Auftrag auch wahrnehmen kann.

So sind wir beispielsweise bereits seit Sommer 2016 im Rahmen des „EU Space Surveillance & Tracking Programms“ im 24-Stunden-Betrieb, 365 Tage im Jahr, um Dienste und Produkte für die EU-Kommission, EU-Mitgliedsstaaten und Einrichtungen sowie Satellitenbetreiber bereitzustellen. Ein nächster wesentlicher Schritt ist die gemeinsame Nutzung des durch das DLR Raumfahrtmanagement projektierten und beschafften Weltraumradars GESTRA (German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar) an einem Bundeswehrstandort nahe Koblenz ab Herbst 2020. Mit Hilfe von GESTRA wollen wir einen unabhängigen nationalen Objektkatalog für den sogenannten niedrigen Erdborbit (LEO) erstellen.

Die Kooperation zwischen DLR Raumfahrtmanagement und der Luftwaffe ist für mich eine Erfolgsgeschichte, die es fortzuschreiben gilt. Gleichzeitig hat diese Zusammenarbeit gezeigt, was innerhalb kurzer Zeit gemeinsam erreicht werden kann und dass dieser Ansatz eine Blaupause für weitere Bestrebungen sein kann.

Securing space operations

Many space-based applications and services have a profound influence on our everyday lives, ranging from satellite TV all the way through to weather forecasting and GPS/GNSS signals for aircraft, ship and vehicle navigation systems and timekeeping. A functioning, secure space infrastructure is crucial for Germany as an industrial and exporting nation. The number of objects in space has increased significantly over recent years. Thousands of small and micro satellites are set to be launched with the objective, among other things, of providing global internet coverage. This large number of objects increases the probability of collisions.

One key task of the National Space Situational Awareness Centre in Uedem (Lower Rhine) is to protect its satellites from these types of dangers. In an interview with COUNTDOWN, Lieutenant General Klaus Habersetzer, Commander of the German Air Operations Command in Kalkar near Uedem, explains why the Space Situational Awareness Centre was set up as an interdepartmental enterprise between the DLR Space Administration and the German Air Force, and what it needs to do now and in the future.

How would you sum up the last nine years of collaboration between the German Air Force and the DLR Space Administration with regard to the National Space Situational Awareness Centre?

: The establishment of the joint National Space Situational Awareness Centre in 2011 laid the foundations for the Centre's current capabilities. The existing expertise of the DLR Space Administration has enabled the German Air Force to build up its space-related know-how. We have harnessed the methods and processes of the two bodies in a targeted way so as to establish, network and equip an institution that can carry out the mission it has been assigned – all within a few years.

Since summer 2016, we have been operating 24 hours a day, 365 days a year, as part of the European Union (EU) Space Surveillance and Tracking Programme (EUSST) to provide services and products to the EU Commission, EU member states, their institutions and satellite operators. The next major step is the shared use of the German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar (GESTRA), which has been planned and procured by DLR. It will be operated at a German armed forces site near Koblenz from autumn 2020. We intend to use GESTRA to create an independent national space catalogue of objects in Low Earth Orbit (LEO).

I believe that the cooperation between the DLR Space Administration and the German Air Force has been a real success and must be continued. Our collaboration has demonstrated what can be achieved within a short time by working together, and that this approach can serve as a blueprint for further endeavours.



ESA



ESA

Der Verkehr im Weltraum nimmt stetig zu. Sogenannte Megakonstellationen privater Raumfahrtunternehmen vervielfachen innerhalb kürzester Zeit die Anzahl von Kleinsatelliten im All. In dieser Situation müssen die Positionen aller gestarteten Satelliten erfasst werden, um Kollisionen zu vermeiden und so kritische Infrastruktur zu schützen.

Traffic in space is constantly increasing. So-called megakonstellations of private space companies multiply the number of small satellites in space within a very short time. Against this backdrop, the positions of all launched satellites must be registered in order to avoid collisions and thus protect critical infrastructure.



Das weltweit einzigartige Radar GESTRA kann Weltraumobjekte im erdnahen Orbit rund um die Uhr überwachen. Das komplexe Radarsystem besteht aus 256 einzeln elektronisch gesteuerten Antennen und Empfangseinheiten. Es wurde im Auftrag des DLR Raumfahrtmanagements vom Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR) entwickelt und gebaut. Die Daten von GESTRA werden im deutschen Weltraumlagezentrum in Uedem katalogisiert.

The GESTRA radar, the only one of its kind in the world, can monitor objects in Low Earth Orbit around the clock. The complex radar system consists of 256 individually electronically controlled antennas and receiver units. It was developed and built by the Fraunhofer Institute for High Frequency Physics and Radar Techniques (FHR) on behalf of the DLR Space Administration. GESTRA data are catalogued at the National Space Situational Awareness Centre in Uedem.



Erste gemeinsame Weltraumsicherheitskonferenz im März 2019 in Bonn (von links): Dr. Gerald Braun (DLR Raumfahrtmanagement), Markus Laubenthal, Generalleutnant und stellvertretender Generalinspekteur der Bundeswehr, Dr. Walther Pelzer (DLR-Vorstand Raumfahrtmanagement) und Brigadegeneral Burkhard Pototzky

First joint space security conference in March 2019 in Bonn. From left: Dr Gerald Braun (DLR Space Administration), Markus Laubenthal, Lieutenant General and Deputy Inspector General of the German Armed Forces, Dr Walther Pelzer (DLR Executive Board Member responsible for the Space Administration), and Brigadier General Burkhard Pototzky.

Welche Aufgaben erwarten Sie im Hinblick auf die steigende Internationalisierung der Zusammenarbeit in der Nutzung des Weltraums einerseits und die wachsende Bedeutung nationaler Sicherheitsinteressen andererseits?

: Mit der unter Federführung des BMVg erstmaligen ressortübergreifenden Teilnahme an der US-geführten Weltraumplanübung Schriever Wargame 2016 hat das Thema militärische Nutzung des Weltraums eine gesteigerte sicherheitspolitische Aufmerksamkeit und eine neue Dynamik gewonnen. Sowohl die Kommerzialisierung des Weltraums als auch der Zugang zum Weltraum sowie die Entwicklung neuer Technologien zur Beeinflussung dieser Nutzung durch unterschiedliche Akteure haben die nationale Abhängigkeit und damit die Notwendigkeit des Schutzes der eigenen Weltrauminfrastruktur aufgezeigt. Gleichzeitig sind Beschaffung, Transport und der gesicherte Betrieb von Satelliten, einschließlich der Erstellung eines unabhängigen Weltraumlagebildes, ein kostenintensives Unterfangen.

Diese Erkenntnis liegt bei allen westlichen Raumfahrtationen vor und hat zu einer deutlichen Intensivierung der Zusammenarbeit beim Satellitenbetrieb und vor allem auch bei der Erstellung einer umfassenden Weltraumlage geführt. Daneben gewinnt das Thema Schutz der Weltrauminfrastruktur, von uns Militärs als Weltraumoperationen bezeichnet, immer mehr an Gewicht.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich beim Schutz von Weltrauminfrastruktur um eine gesamtstaatliche Aufgabe, die durch alle betroffenen Ressorts gleichsam wahrgenommen werden muss. Die Einrichtung eines Zentrums Weltraumoperationen im Verantwortungsbereich des BMVg soll den militärischen Beitrag zu dieser Verantwortung darstellen. Ziel unserer Zusammenarbeit muss es sein, die unterschiedlichen Gesichtspunkte der nationalen, kommerziellen, zivilen und militärischen Nutzer unter den geänderten Voraussetzungen zu konsolidieren, zu harmonisieren und im Einklang mit politischen Vorgaben sicherzustellen und auch mit den internationalen Partnern abzustimmen, um gemeinsam handlungsfähig zu bleiben.

Welchen Einfluss hat das auf die Zusammenarbeit mit dem Raumfahrtmanagement des DLR als zivilem Partner?

: Die Evolution hin zu konsolidierten Weltraumoperationen ist aufgrund bestehender nationaler Regulierungen und etablierter Verfahren sicherlich nicht einfach, jedoch aus oben dargestellten Gründen zwingend erforderlich. Dies beinhaltet die Veränderungen von ressortinternen Strukturen, aber auch die fortlaufende Anpassung bereits bestehender gemeinsamer Strukturen, Verfahren und Prozesse sowie, falls erforderlich, die Schaffung neuer Strukturen. Die derzeitige strukturelle militärische Weiterentwicklung zum Zentrum Weltraumoperationen – ausdrücklich unter Beibehaltung des Beitrags und des Ansatzes des ressortgemeinsamen Weltraumlagezentrums – kann daher nur der erste Schritt sein. Die Wahrnehmung der genuin militärischen Aufgaben ist auch zukünftig nicht ohne die Expertise und die Fähigkeiten des DLR möglich. Daher wird nach unserer Überzeugung die Zusammenarbeit auch in Zukunft zwingend erforderlich sein und weiter ausgebaut werden müssen.

Welche Beiträge werden vom Weltraumlagezentrum aus speziell zur Unterstützung von Einsatzkräften der Bundeswehr geleistet?

: Einer der Kernaufträge des Weltraumlagezentrums ist der Schutz Deutschlands, der Bevölkerung und der Einsatzkontingente der Bundeswehr. Hierzu hat das Weltraumlagezentrum in den letzten Jahren unterschiedlichste Dienste und Produkte in Zusammenarbeit mit verschiedenen hoheitlichen Stellen, u. a. der Deutschen Flugsicherung (DFS), dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und natürlich auch der Bundeswehr entwickelt und stellt diese den Bedarfsträgern zur Verfügung. Hierzu zählen u. a. Wiedereintrittswarnungen von Weltraumobjekten, die Weltraumwettervorhersage einschließlich Weltraumwetterwarnungen und potenziellen Einschränkungen oder die Vorhersage der GPS/GNSS-Genauigkeiten. Diese Informationen fließen in die Planungsprozesse und den Betrieb der Bundeswehr in Deutschland und in den Einsatzgebieten mit ein, um die Auftragserfüllung bestmöglich zu unterstützen. Darüber hinaus leistet das Weltraumlagezentrum vielschichtige Beiträge im Rahmen der Kollisionsvorhersage und -vermeidung zum sicheren Betrieb der bundeswehreigenen Satelliten.

Das Gespräch führte Elisabeth Mittelbach, Teamleiterin Kommunikation im DLR Raumfahrtmanagement.

What future tasks do you expect to undertake in view of the increasing internationalisation of collaborative efforts in the use of space and the growing importance of national security interests?

: The issue of the military use of space gained both increased political attention and new dynamics with the first-ever interdepartmental participation of the German Federal Ministry of Defence (Bundesministerium der Verteidigung; BMVg) in the US-led space planning exercise Schriever Wargame 2016. The commercialisation of space, access to it and the development of new technologies to facilitate its use by various participants have revealed the national dependency on all of this, and thus the need to protect our space infrastructure. The procurement, launching and secure operation of satellites, including the provision of independent space situational awareness, are high-cost undertakings.

This knowledge is available to all western space nations and has led to a major stepping-up of collaboration in satellite operations, above all in the establishment of comprehensive space situational awareness. In addition, the protection of space infrastructure, or space operations, as we refer to it in the military, is becoming increasingly important.

Protecting space infrastructure is a task for the state as a whole, so it needs to be performed by all relevant authorities. The establishment of the National Space Situational Awareness Centre under the auspices of the German Ministry of Defence represents the military's contribution towards this task. In working together, our aim should be to consolidate and streamline the different perspectives of national, commercial, civilian and military users under the changing conditions, and to align them with political objectives, while also coordinating with our international partners to ensure that we act jointly.

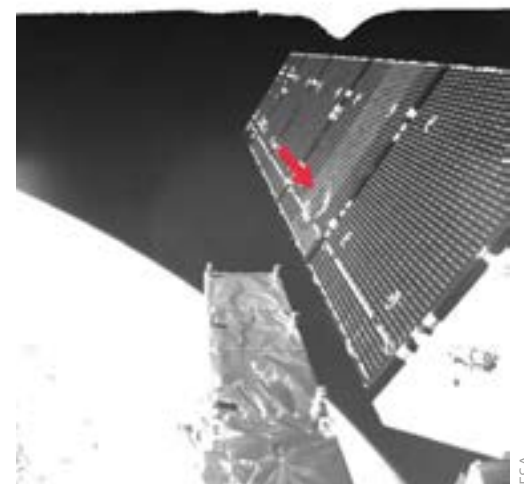
What influence does this have on the collaboration with the DLR Space Administration as a civilian partner?

: The evolution towards consolidated space operations is certainly not easy, due to existing national regulations and established procedures, but it is imperative for the reasons that I mentioned earlier. This includes changes to departmental structures, along with the accompanying adaptation of existing joint arrangements, procedures and processes, and, where necessary, the creation of new structures. The current military developments geared towards the National Space Situational Awareness Centre – while expressly maintaining the contribution and approach of the interdivisional space operations centre – can only be the first step. Going forward it will not be possible to carry out military tasks without DLR's expertise and capabilities. We are certain that our cooperation will continue to be vital in future and that we will build upon it accordingly.

How does the National Space Situational Awareness Centre assist German armed forces operations?

: One of the core missions of the National Space Situational Awareness Centre is to protect Germany, its people and the operational contingents of the German armed forces. Over recent years, the National Space Situational Awareness Centre has developed a wide array of services and products in conjunction with various government agencies such as the German Air Traffic Control Service (Deutsche Flugsicherung, DFS), the Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, BBK) and, of course, the German armed forces, and made these available to essential users. These services include re-entry warnings for space objects, space weather predictions and alerts for potential disruptions to or accuracy reductions for GPS/GNSS services. This information is incorporated into planning processes and armed forces operations in Germany and other operational areas in order to provide the best possible support for mission fulfilment. In addition, the National Space Situational Awareness Centre makes multi-layered contributions to the safe operation of the German armed forces' own satellites in the context of collision prediction and avoidance.

The interview was conducted by Elisabeth Mittelbach, Communications Team Leader at the DLR Space Administration.



Weltraumschrott und seine Folgen: Ein Teilchen kleiner als ein Zentimeter hat am 23. August 2016 ein Sonnensegel des europäischen Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-1A getroffen und einen Krater von 40 Zentimeter Durchmesser hinterlassen. Dieser Einschlag wurde sehr genau untersucht. Experten der ESA haben dadurch festgestellt, dass die getroffenen Sonnensegel seit dem Einschlag dauerhaft weniger Strom produzieren und sich selbst die Bahn des Satelliten durch den Einschlag leicht verändert hat.

Space debris and its consequences: a solar panel on the Copernicus Sentinel-1A satellite was hit by a millimetre-sized particle in orbit on August 23, 2016, leaving a dent approximately 40 centimetres in diameter. This impact was studied very closely. ESA experts found that this will cause a permanent drop in the power output of the solar array. In addition, the impact caused a measurable change in the satellite's orbit.