



# Wissen für Morgen

*Knowledge for Tomorrow*



www.dlr.de

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig.

Das DLR beschäftigt circa 7.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, es unterhält 32 Institute beziehungsweise Test- und Betriebseinrichtungen und ist an 16 Standorten vertreten: Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Singapur und Washington D.C.

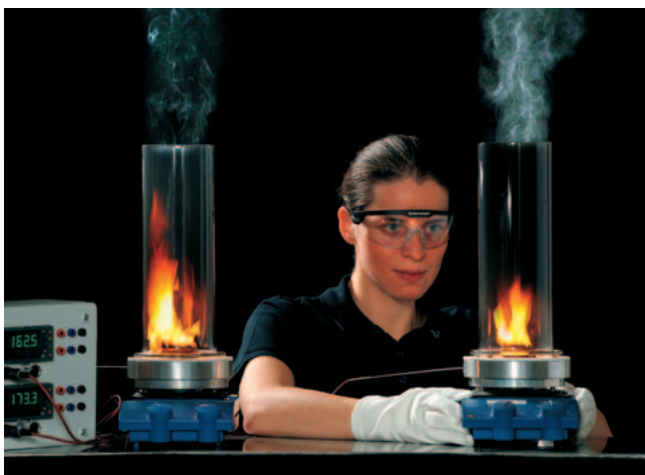
### ***DLR at a glance***

*DLR is Germany's national research center for aeronautics and space. Its extensive research and development work in aeronautics, space, transportation, energy, defence and security research is integrated into national and international cooperative ventures. As Germany's Space Agency, the German federal government has given DLR responsibility for the forward planning and implementation of the German space programme as well as international representation of Germany's interests.*

*Approximately 7000 people work for DLR; the centre has 32 institutes and facilities at 16 locations in Germany: Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Cologne (headquarters), Goettingen, Hamburg, Juelich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen, and Weilheim. DLR also has offices in Brussels, Paris, Singapore, and Washington D.C.*







## Gas to Liquid: alternative Treibstoffe für die Luftfahrt

Treibstoffe auf Basis von Erdgas (Gas to Liquid, GtL) oder Biomasse (Biomass to Liquid, BtL) werden in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen, aufgrund von knapperen Ressourcen und höheren Kosten von herkömmlichem Kerosin. Außerdem bieten solche synthetischen Treibstoffe die Chance, durch gezielte Eingriffe in die Zusammensetzung ihre Verbrennungseigenschaften und Schadstoffbildung unabhängig vom Triebwerk zu optimieren.

Auf der ILA zeigt das DLR zwei Flammen, eine mit herkömmlichem Kerosin und eine mit einem Treibstoff auf GtL-Basis. Gut zu erkennen ist die unterschiedliche Rußneigung der beiden Treibstoffe: Durch die erheblich reduzierte Anzahl an aromatischen Kohlenwasserstoffen rußt der gezeigte GtL-Treibstoff sehr viel weniger.

### **Gas to Liquid: alternative fuels for aviation**

*In the future, fuels based on natural gas (Gas to Liquid, GtL) or biomass (Biomass to Liquid, BtL) will become more and more important as resources grow scarce and conventional kerosene becomes more expensive. Moreover, these synthetic fuels offer the option of purposefully modifying their composition in order to optimise their combustion properties and their pollutant emissions, independent of the engine design.*

*DLR's ILA exhibit shows two flames, one fuelled by conventional kerosene and one by a GtL fuel. It is easy to see that the two fuels differ in the amount of soot they produce: because of its greatly reduced number of aromatic hydrocarbons, the GtL fuel is sooting a great deal less.*

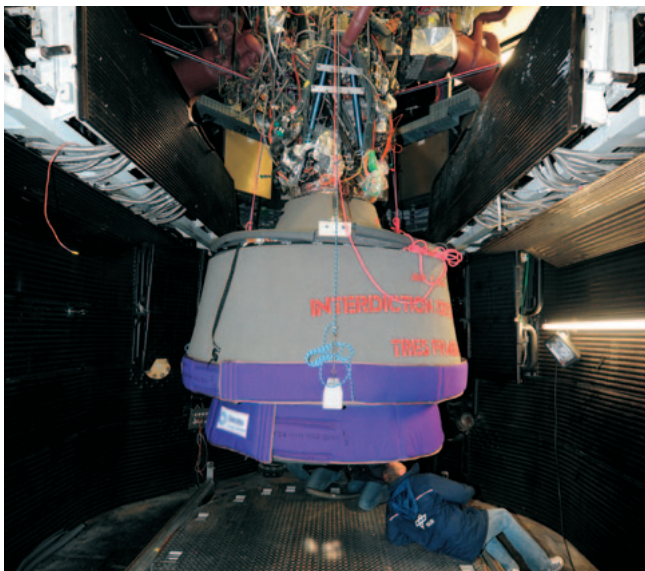


## SpaceLiner: nach Australien in 90 Minuten

Bei dem SpaceLiner handelt es sich um ein revolutionäres Konzept an der Grenze zwischen Luft- und Raumfahrt: Mit dem ultraschnellen Gleiter sollen Passagiere künftig die Distanz zum Beispiel zwischen Europa und Australien in nur 90 Minuten zurücklegen können. Das Konzept basiert auf einem umweltfreundlichen Raketenantrieb mit flüssigem Wasser- und Sauerstoff. Dieser wird den SpaceLiner in unter zehn Minuten auf hohe Geschwindigkeiten beschleunigen. Nach Brennschluss geht die geflügelte Passagierstufe in circa 80 Kilometer Höhe, am oberen Rand der Mesosphäre, in den Gleitflug über. Die Vision eines raketengetriebenen Passagiertransporters eröffnet der Raumfahrt neue Märkte. Durch Serienproduktion ist eine Kostensenkung auch für orbitale Raumtransporte denkbar.

### ***SpaceLiner: to Australia in 90 minutes***

*SpaceLiner is a revolutionary concept at the borderline between aviation and space travel: in the future, passengers travelling in this ultrafast glider should be able to cover the distance between Europe and Australia, for example, in no more than 90 minutes. The concept is based on an environment-friendly rocket engine fuelled by liquid hydrogen and oxygen which will accelerate the SpaceLiner to a high velocity in less than ten minutes. After engine cut-off, the winged passenger stage will begin gliding at an altitude of about 80 kilometres, at the upper boundary of the mesosphere. This vision of a rocket-propelled passenger transport vehicle will open up a new segment in the aerospace market. Mass production may even permit lowering the cost of orbital space transport.*



## VINCI: Europas neues Oberstufentriebwerk

VINCI ist das leistungstärkste und modernste Oberstufentriebwerk Europas. Nachdem das DLR in Lampoldshausen über 60 Versuche mit VINCI unter Vakuumbedingungen am ESA-Prüfstand P4.1 durchgeführt hat, kann Ende 2012 die erste Entwicklungsphase abgeschlossen werden. Gebaut wird das Triebwerk von der französischen Firma Snecma in Zusammenarbeit mit weiteren europäischen Partnern. VINCI ist für zukünftige Generationen der europäischen Trägerrakete Ariane vorgesehen und soll 2017 einsatzbereit sein. Das Triebwerk kann mit seiner Wiederzündbarkeit Satelliten direkt in den geostationären Orbit einschießen oder sie auf verschiedene Umlaufbahnen bringen. Zusätzlich kann es durch seine aktive De-Orbit-Kapazität zur Schrottvermeidung im Weltraum beitragen.

### ***VINCI: Europe's new upper-stage engine***

*VINCI is Europe's most recent and powerful upper-stage engine. After more than 60 tests under vacuum conditions conducted on ESA test stand P4.1 at DLR's Lampoldshausen site, VINCI's first development phase will be complete by the end of 2012. The engine is being built by the French company Snecma in collaboration with other European partners. Intended for use with future generations of the European launcher Ariane, VINCI should become available by 2017. As it is re-ignitable, the engine is capable of inserting satellites directly into a geostationary orbit or releasing them in a variety of other orbits. Furthermore, its active de-orbit capability helps to avoid space debris.*



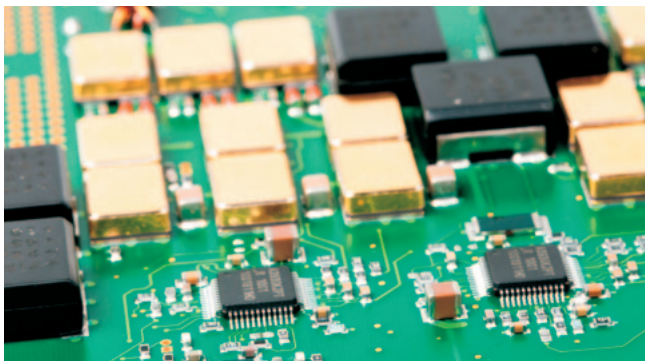
## E-Nose: ISS-Premiere für Gassensor aus Deutschland

Bei der E-Nose handelt es sich um ein elektronisches Gassensor-system zur Online-Detektion mikrobieller Belastung. Realisiert wurde es unter maßgeblicher Beteiligung der Qualitäts- und Produktsicherung des DLR. Ab Januar 2013 wird diese elektro-nische Nase im russischen Segment der Internationalen Raum-station ISS zum Einsatz kommen. Sollte sich die Technologie in der anstehenden Testphase bewähren, wird die E-Nose perspektivisch für die gesamte Raumstation, aber auch für mögliche Langzeitmis-sionen einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit der Crew leisten können. Die Kombination fortschrittlicher Informationstechnolo-gien, Sensorik und Auswertesoftware eröffnet ein weites Feld von Möglichkeiten – sowohl für den Einsatz im Weltraum als auch in geschlossenen Systemen auf der Erde.

### ***E-Nose: roll-out of a gas sensor for the ISS, made in Germany***

*E-Nose is an electronic gas sensing system for detecting microbial contamination online. DLR's quality and product assurance played a major part in its realisation. From January 2013, this electronic nose will be working in the Russian segment of the International Space Station. If the technology should prove itself in the coming experiment phase, E-Nose will materially contribute to the safety of crews on the ISS and possible long-term missions in the future. Combining advanced information technologies, sensor technology, and evaluation software, it opens up a wide field of possibi-lities for use in space as well as in closed systems on Earth.*





## MOSFET: Entwicklung von Leistungstransistoren für die Raumfahrt

Die auf der ILA gezeigte Platine mit MOSFET-Leistungstransistoren (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren) ist Bestandteil des Mobile Asteroid Surface Scout. Dabei handelt es sich um ein kleines Landepaket an Bord der japanischen Raumfähre Hayabusa-II. Diese soll Ende 2014 zur Mission zum Asteroiden 1993 JU3 starten.

Das DLR hat erfolgreich Untersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, Leistungstransistoren deutscher Herstellung für einen Weltraumeinsatz zu qualifizieren. Dabei geht es insbesondere um eine optimale Resistenz gegenüber der Weltraumstrahlung mit ihren störenden Effekten. Bislang mussten diese Bauteile aufwändig aus den USA beschafft werden. Durch die Zusammenarbeit der DLR-Abteilung „Qualität und Produktsicherung“ mit dem Chiphersteller Infineon wird sich dies in naher Zukunft ändern.

### **MOSFET:** **development of power transistors for space applications**

*The printed circuit board equipped with MOSFET power transistors (Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistors) shown at the ILA is a component of the Mobile Asteroid Surface Scout. This is part of a small lander package on board the Japanese craft Hayabusa II, which is scheduled to take off for the asteroid 1993 JU3 at end of 2014.*

*DLR has successfully qualified power transistors made in Germany for use in space. A particularly critical item was optimising their resistance to cosmic radiation and its disruptive effects. Until now, these components had to be procured from the USA at some expense. This will be changed in the near future by the DLR quality and product assurance department in collaboration with the chip manufacturer Infineon.*





## Mit MERTIS zum Merkur

Im Jahr 2015 geht die europäische Raumfahrtmission BepiColombo der ESA auf die Reise zum Merkur, dem sonnennächsten Planeten. Nach sechs Jahren im All wird der Satellit in die Umlaufbahn des Merkurs einschwenken und ab 2022 den bis zu 470 Grad Celsius heißen Planeten mindestens ein Jahr lang erkunden. Die von verschiedenartigen Instrumenten gewonnenen und zur Erde übertragenen Daten werden Wissenschaftlern neue Erkenntnisse über die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Merkurs bringen. Mit dabei ist MERTIS (MErcury Radiometer and Thermal Infrared Spectrometer), ein weltweit einmaliges optisches Instrument mit neuesten Infrarot-Technologien. Das DLR und die Westfälische Wilhelms-Universität Münster entwickeln das Instrument zusammen mit deutschen Industrieunternehmen. Auch polnische Wissenschaftler sind beteiligt. 2013 soll MERTIS an die ESA zur Integration auf den Satelliten ausgeliefert werden.

### **MERTIS goes to Mercury**

*In 2015, the European Space Agency's BepiColombo mission will begin its journey to Mercury, the planet closest to the Sun. After six years in space, the spacecraft will enter orbit around Mercury and spend at least one year from 2022 exploring the planet, where surface temperatures can reach 470 degrees Celsius. The data acquired by its instruments will be transmitted to Earth, providing scientists with new information about the composition and properties of Mercury. Among the instruments is MERTIS (MErcury Radiometer and Thermal Infrared Spectrometer), a unique optical instrument incorporating the latest infrared technologies. DLR and the Westfälische Wilhelms-Universität Münster are developing the instrument in collaboration with German industrial companies and researchers from Poland. MERTIS will be delivered to ESA for integration into BepiColombo in 2013.*



## Weltraumlagezentrum: Immer Herr der Lage

Das Weltraumlagezentrum der Bundesregierung in Uedem überwacht und beurteilt die Lage von Trümmern und unkontrollierbaren Satelliten. Von welchen Objekten geht eine Gefahr für die Menschen auf der Erde oder für andere Satelliten aus? Auf welchen Bahnen bewegen sich diese Teile im All? Wie groß sind sie? Welche Folgen hätte eine mögliche Kollision? Wo treten sie in die Erdatmosphäre ein?

Die militärischen und zivilen Mitarbeiter des Zentrums liefern Status- und Funktionsübersichten von Satelliten mit deutscher Beteiligung und warnen die zuständigen Ministerien bei potenzieller Gefahr – eine Aufgabe, die in Zeiten zunehmenden Weltraumschrotts immer wichtiger wird.

### ***Space Situational Awareness Centre: Always Master of the Situation***

*The federal government's Space Situational Awareness Centre in Uedem monitors and assesses the position of space debris and uncontrollable satellites. What objects present a threat to people on the planet or to other satellites? On what paths do these objects move through space? How large are they? What would be the consequences of a collision? Where will they probably enter the Earth's atmosphere?*

*The centre's military and civilian employees generate status reports and functional overviews of satellites with German participation, warning the ministries in charge whenever a potential hazard threatens – a task that is growing ever more important in these times of constantly increasing space debris.*



## SOFIA: astronomische Beobachtungen aus der Stratosphäre

Die fliegende Sternwarte SOFIA (Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie) ist ein Gemeinschaftsprojekt des DLR und der US-Weltraumbehörde NASA. Das deutsche 2,7-Meter-Spiegel-Teleskop ist Herzstück des Observatoriums und eine Meisterleistung deutscher Ingenieure: Als Plattform dient ein ehemaliges Verkehrsflugzeug vom Typ Boeing 747 SP, in dessen Rumpf eine Luke eingebaut wurde, die sich im Flug öffnen und schließen lässt – weltweit einmalig.

Speziell für SOFIA entwickelte Instrumente ermöglichen astronomische Beobachtungen im infraroten und Submillimeter-Bereich. Dieser Teil des elektromagnetischen Spektrums ist vom Erdboden aus weitgehend unzugänglich. 2011 fanden die ersten wissenschaftlichen Flüge statt, bei denen zwei Wasserstoffverbindungen (OD und SH) im Weltall gefunden wurden. Mit SOFIA wollen Astronomen in den nächsten 20 Jahren die Entstehung von Planetensystemen und weit entfernten Galaxien untersuchen.

### ***SOFIA: astronomical observations from the stratosphere***

*The flying observatory SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) is a joint project of DLR and NASA, the US space agency. The German 2.7-metre reflecting telescope at the heart of the observatory is a masterstroke of German engineering: its platform is a former passenger aircraft, a Boeing 747 SP whose fuselage has been fitted with a hatch that can be opened and shut in flight – a feature without parallel in the world.*

*Instruments specially developed for SOFIA permit astronomical observations in the infrared and sub-millimetre spectrum. This segment of the electro-magnetic band is largely inaccessible from the ground. In 2011, two hydrogen compounds (OD and SH) were discovered in space during the first scientific flights. Astronomers intend to use SOFIA to investigate the formation of planetary systems and remote galaxies in the next 20 years.*

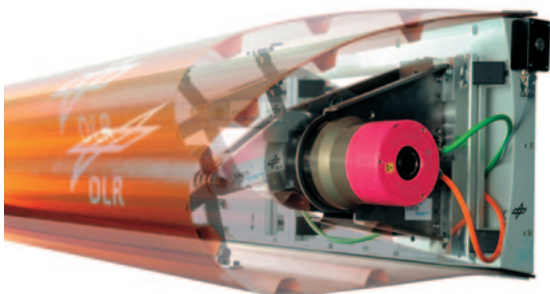


## VLM: Veículo Lançador de Microsatélites, Träger für SHEFEX-3

Die Mobile Raketenbasis (MORABA) der DLR-Einrichtung Raumflugbetrieb und Astronautentraining ist an der Entwicklung der Trägerrakete VLM-1 (Veículo Lançador de Microsatélites) beteiligt. Dabei handelt es sich um einen Kleinlastenträger, der von der brasilianischen Weltraumagentur AEB für seinen ersten Weltraumeinsatz qualifiziert wird. VLM soll 2016 das Raumfahrzeug SHEFEX-3 (SHarp Edge Flight EXperiment) in den Grenzbereich von oberster Erdatmosphärenschicht und Weltraum bringen. Dort wird sich SHEFEX-3 vom Trägersegment separieren und mit einer Geschwindigkeit von sieben Kilometern pro Sekunde selbstständig zur Erde zurückkehren. Mit dem Flugkörper erforschen die Wissenschaftler Technologien, mit denen der Wiedereintritt von Raumfahrzeugen kostengünstiger wird.

### ***VLM: Veículo Lançador de Microsatélites, launch vehicle for SHEFEX-3***

*MORABA, the mobile rocket base of the DLR institution of Space Operations and Astronaut Training, is participating in the development of the VLM-1 launcher (Veículo Lançador de Microsatélites). The VLM-1 is a small satellite launcher which is to be qualified for its first space mission by the Brazilian space agency, AEB. In 2016, VLM will carry the SHEFEX-3 (SHarp Edge Flight EXperiment) spacecraft to the region between the upper layers of the terrestrial atmosphere and space. SHEFEX-3 will then separate from the VLM and return autonomously to Earth at a velocity of seven kilometres per second. SHEFEX-3 will enable scientists to perform research in technology to reduce the cost of spacecraft re-entries into the Earth's atmosphere.*



## Droop Nose: fugenlose und flexible Flügelvorderkante für das Flugzeug der Zukunft

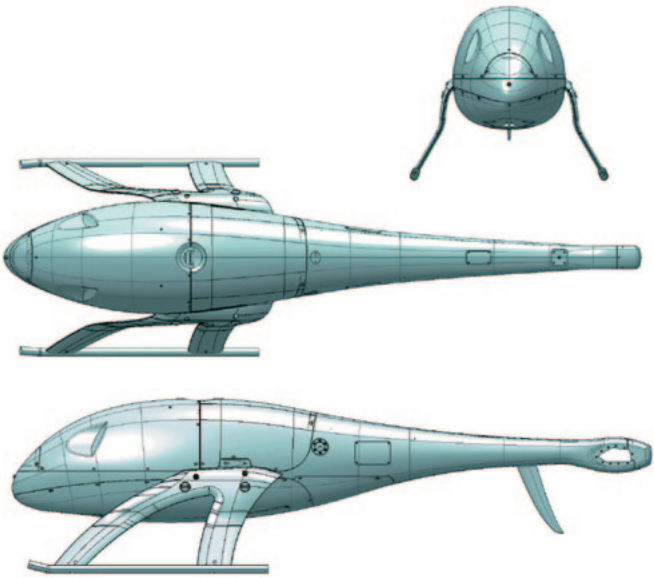
Technologien für künftige Flugzeuggenerationen erfordern deutliche Reduktionen bei Strömungswiderstand, Treibstoff-Emission und Lärmemission der Flugzeugzelle. Um dieses Ziel in naher Zukunft zu erreichen, sind neuartige, formvariable Strukturen die Schlüsseltechnologie. Die vom DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik entwickelte Droop Nose ist eine fugenlose und flexible Flügelvorderkante, die in anstehenden Tests im Windkanal analysiert wird. Sie erlaubt eine Verschmelzung sich widersprechender Anforderungen wie Flexibilität (in vertikaler Bewegungsrichtung) und Steifigkeit entlang der Flügelspannweite.

Anfang September 2012 wurde die Droop Nose im Windkanal des Zentralen Aerohydrodynamischen Institutes (TsAGI) getestet. Das russische Luftfahrtforschungsinstitut besitzt weltweit anerkannte Expertise in Grundlagen- und angewandter Forschung, Strukturdesign, Pilotenausbildung und Flugzeug-Qualifizierung.

### ***Droop Nose: a gapless and flexible wing leading edge for the aircraft of the future***

*Technologies for future aircraft generations require significant reductions in flow resistance, fuel emissions, and airframe noise. Innovative morphing structures are the key technology for attaining this objective in the near future. The Droop Nose developed by the DLR Institute of Composite Structures and Adaptive Systems is a gapless and flexible wings leading edge that is being analysed in wind tunnel tests. It amalgamates contradictory requirements such as flexibility (in the vertical direction) and stiffness along the wing span.*

*In the beginning of September 2012, tests with Droop Nose were conducted at the Central Aerohydrodynamic Institute (TsAGI) in Russia. The expertise of the aerospace research centre in basic studies, applied research, structural design, pilot production and testing is recognised worldwide.*



## superARTIS: der neue unbemannte Forschungshubschrauber des DLR

Mit dem 2012 in Dienst gestellten unbemannten DLR-Kleinhubschrauber superARTIS werden – unterstützt durch eine aufwändige Simulationsumgebung – anspruchsvolle automatische Flugmissionen entwickelt und erprobt. Im Fokus des DLR-Instituts für Flugsystemtechnik, das superARTIS betreibt, stehen die selbstständige Umwelterkennung, die Pfadplanung sowie eine hochgenaue und dynamische Flugregelung. Durch eine hohe Nutzlastkapazität, Reichweite und Fluggeschwindigkeit ist superARTIS zu realitätsnahen Forschungseinsätzen in der Lage – beispielsweise über dem Meer, im Verband mit anderen Luftfahrzeugen oder als Träger von robotischen oder Multisensor-Systemen.

### **superARTIS: DLR's new robotic research helicopter**

*Commissioned in 2012, DLR's robotic midget helicopter superARTIS serves to develop and test demanding automated flight missions, supported by a sophisticated simulation environment. The DLR Institute of Flight Systems which operates superARTIS focusses on autonomous environment recognition, flight-path planning, and high-precision dynamic flight control. Its high payload capacity, range, and air speed enable superARTIS to fly on realistic research missions over the sea, in formation with other aircraft, or as a platform for robotic or multi-sensor systems.*



## Cooling Centre: innovatives Kühlsystem im Flugzeug-Heck

Im Rahmen des Verbundvorhabens ECOCENTS zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit von Flugzeugen wird mit „Cooling Centre“ ein integrativer Ansatz für ein neuartiges zentrales Kühlsystem verfolgt. Die Arbeiten des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik fokussieren sich hierbei auf die experimentelle Überprüfung des aus Wärmeüberträger-Modulen und strömungsführenden Kanälen bestehenden Systems an der Heckspitze des Flugzeugs. Es erlaubt eine Kühlung an zentraler Stelle, indem Luft von außen mit Hilfe eines Radiallüfters durch die Kühler gesaugt wird. Bei den Versuchen werden zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit lokale Strömungsgeschwindigkeiten, luft- und flüssigkeitsseitige Temperaturen sowie die Strömungsverteilung im Inneren der Heckspitze erfasst.

### **Cooling Centre: innovative cooling system for aircraft**

*‘Cooling Centre’ is an integrative approach to an innovative centralised cooling system pursued under the ECOCENTS joint project to enhance the economic efficiency and environmental sustainability of aircraft. Under the project, the main task of the DLR Institute of Technical Thermodynamics is to validate the system experimentally, which consists of heat-exchanger modules and flow channels installed at the tip of the aircraft tail. It enables centralised cooling by air that is sucked into the system from the outside by a radial fan. Measurements made during the experiments include local flow rates, local air and fluid temperatures, and flow distributions within the interior of the tail end.*



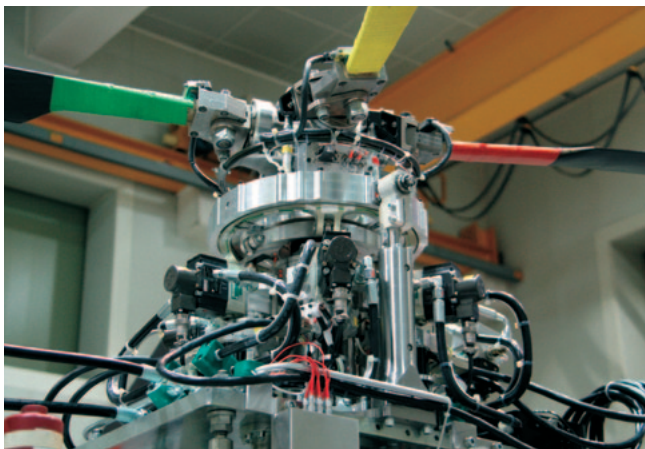


## Ziviler Octocopter-Katastropheneinsatz auf Zypern

Im Juli 2011 wurde bei einer Explosion von Munitionscontainern auf einem zypriotischen Marinestützpunkt ein nahegelegenes Kraftwerk stark beschädigt, 13 Menschen kamen ums Leben. Im Rahmen einer europäischen Hilfsaktion flogen Mitarbeiter des DLR-Instituts für Kommunikation und Navigation an den Ort der Katastrophe. Die Wissenschaftler erkundeten die Lage mit unbemannten Luftfahrzeugen (unmanned aerial vehicles, UAV). Da insbesondere die Turbinenhallen als stark einsturzgefährdet galten, konnten Menschen die Lage nicht direkt untersuchen. Im Einsatz waren ein Octocopter, ein Quadrocopter sowie als bodengebundenes Fahrzeug ein Rover. Deren hochaufgelöste Foto- und Videoaufnahmen dienten im weiteren Verlauf der Rettungs- und Wiederaufbauarbeiten als wichtige Informationsgrundlage.

### ***Civilian octocopter disaster mission on Cyprus***

*In July 2011, ammunition containers exploded in a Cypriot marine base, severely damaging a power station nearby. 13 people were killed. As part of a European relief campaign, members of the DLR Institute of Communication and Navigation flew to the site of the disaster. The scientists used unmanned aerial vehicles (UAVs) to investigate the situation. As the turbine halls were threatening to collapse, it was impossible for humans to explore the site. The vehicles used included an octocopter, a quadrocopter, and a ground-based rover. Their high-resolution photographs and video records provided important information on which the subsequent rescue and reconstruction work was based.*



## META: aktive Rotorsteuerung mittels Mehrfach-Taumelscheibe

Die Taumelscheibe ist das gängige System zur Übertragung von Steuereingaben des Piloten auf die sich drehenden Rotorblätter. Die Mehrfachtaumelscheibe (META) ist eine neuartige, vom DLR patentierte Steuerungstechnologie zur aktiven Blattsteuerung von Hubschrauberrotoren. Durch META können zusätzliche individuelle Steuerbewegungen auf die Blätter übertragen werden. Rotorlärm, Vibrationen und andere rotorinduzierte Nachteile können auf diese Weise vermindert und die Leistungseinbußen verringert werden.

Das Ausstellungsstück ist ein vollbeweglicher META-Funktionsdemonstrator – eine Kleinausführung des auf dem Rotorversuchsstand des DLR-Instituts für Flugsystemtechnik aufgebauten und für Windkanalmesskampagnen entwickelten META-Steuerungssystems.

### **META:** **active rotor control using a multiple swashplate system**

*The swashplate is the prevalent system to transmit control inputs from the pilot to the rotating blades of a helicopter. The multiple swashplate system (META) represents a unique, DLR-patented solution for active rotor control. Using this system, individual blade control inputs can be transmitted to the rotor. This way rotor noise, vibrations and other undesirable rotor-induced phenomena can be mitigated and the overall power consumption of the rotor system can be reduced.*

*The exhibit is a fully functional META-demonstrator – a downsized model of the system which was developed for wind tunnel experiments and is currently installed on the rotor test rig of the DLR Institute of Flight Systems in Braunschweig, Germany.*



## DLR-Technologiemarketing

Die Kernkompetenzen des DLR in den Forschungsbereichen Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit bilden ein wesentliches Potenzial für Zukunftsanwendungen in einer Vielzahl von Branchen.

Unter dem Motto „Innovation2gether“ ist das DLR-Technologiemarketing der Ansprechpartner für innovationsfreudige Unternehmen. Es bildet die Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie. Durch den Zugriff auf das umfangreiche Know-how des DLR können Industriekunden von zukunftssträchtigen und marktorientierten Technologien profitieren. Das DLR-Technologiemarketing begleitet den Prozess von der Idee bis zur erfolgreichen Markteinführung einer Technologie.

### ***DLR Technology Marketing***

*DLR's core competence in aeronautics, space, energy, transport, and security research forms a major potential for future applications in a multitude of industries.*

*Following the motto 'innovation2gether', DLR's contact for innovative companies is its Technology Marketing, the interface between research and industry. Industrial customers may benefit from forward-looking and market-oriented technologies by accessing DLR's extensive know-how. DLR's Technology Marketing supports the entire process from idea generation to the successful market launch of a technology.*



## Science2Business® – strategische Innovationspartnerschaft

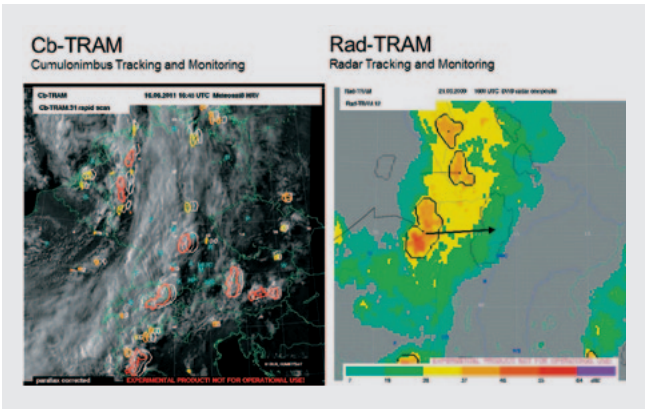
DLR-Technologien und Kompetenzen können gemeinsam mit einem Wirtschaftspartner von der Idee bis zur Marktreife entwickelt werden. Dazu bietet das DLR-Technologiemarketing unter anderem den Transferweg der strategischen Innovationspartnerschaft an.

Eine strategische Innovationspartnerschaft „Science2Business®“ mit dem DLR setzt bereits im Vorfeld des Innovationsprozesses an. Gemeinsam mit dem Partnerunternehmen werden Chancen identifiziert, die systematisch in Innovationsprojekte überführt werden. Durch eine langfristige strategische Kooperation zwischen dem Unternehmen und dem DLR, die sich in ihrer Kompetenz ergänzen, wird ein Innovationspotenzial geschaffen, das von den Zielen beider Partner getragen und schließlich realisiert wird.

### ***Science2Business® – strategic innovation partnership***

*DLR's technologies and competencies may be developed from the idea to market maturity in collaboration with a business partner. One of the approaches offered by DLR's technology marketing unit in this context is transfer by a strategic innovation partnership.*

*A strategic innovation partnership (Science2Business®) with DLR begins in the run-up to an innovation process. Together with its partner company, DLR identifies opportunities and systematically develops it into innovation projects. Long-term strategic co-operation between a company and DLR, whose competences complement each other, creates an innovation potential which, supported by the objectives of both partners, is ultimately realised.*

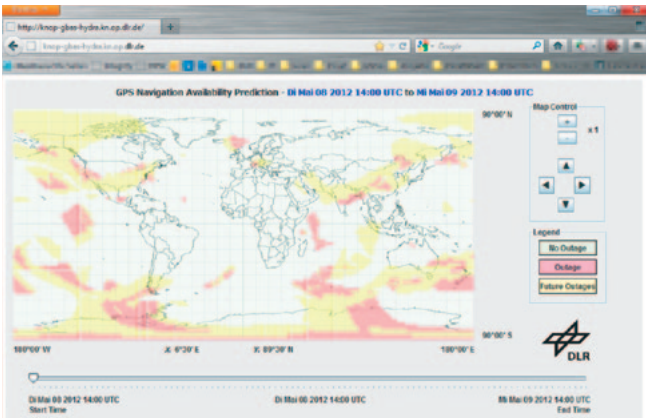


## Kurzfristvorhersage von Gewittern

Gewitter zuverlässig vorhersagen zu können, ist für die Luftfahrt von großer Bedeutung. Das DLR hat ein Verfahren entwickelt, das in Echtzeit alle 5 Minuten aus Satelliten- und Radardaten Gewitter detektieren und bis zu einer Stunde im Voraus vorhersagen kann. Gewitterzellen werden durch Objekte grafisch dargestellt, die gefährliche Bereiche für den Flugverkehr repräsentieren. Für den Flughafen München (MUC) verschickt ein weiterer Algorithmus automatisch Gewitterwarnungen, sobald sich Gewitterzellen im Umkreis von 100 Kilometern um MUC befinden. In Versuchen konnte bereits demonstriert werden, dass die DLR-Gewitterprodukte geeignet sind, die Sicherheit und die Effizienz im Flugverkehr zu erhöhen, wenn sie Flugsicherung, Flughäfen und Piloten gleichzeitig zur Verfügung stehen.

### **Short-term thunderstorm forecast**

*The ability to predict thunderstorms reliably is of great importance in aviation. DLR has developed a method by which satellite and radar data are used at five-minute intervals to detect thunderstorms in real time and forecast them up to one hour in advance. Thunderstorms are graphically represented by objects indicating areas of danger for aircraft. Another algorithm automatically sends thunderstorm warnings to Munich airport (MUC) whenever storm cells form within 100 kilometres of the airport. Field experiments have already shown that DLR's thunderstorm products may enhance air traffic efficiency and safety provided they are made available simultaneously to air traffic controllers, airports, and pilots.*

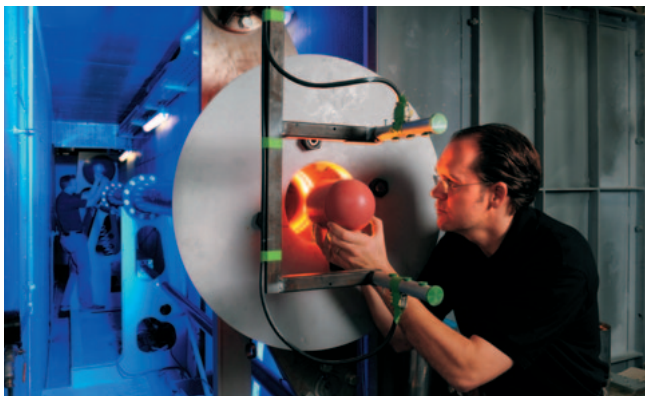


## RAIM-Prediction

Die Vorhersage der Verfügbarkeit von Navigationsverfahren ist ein wichtiger Bestandteil der Flugvorbereitung in der Luftfahrt. Das DLR hat Vorhersage-Werkzeuge entwickelt, die eine Vielzahl heutiger und auch zukünftiger Navigationsverfahren berücksichtigen. Die Receiver-Autonomous-Integrity-Monitoring (RAIM)-Webanwendung des DLR zeigt aktuelle Navigationsverfahren auf Basis des amerikanischen Satellitennavigationssystems GPS ebenso wie künftig auch solche auf Basis des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo oder des russischen GLONASS. Die Bandbreite geht hierbei vom heute bereits standardisierten Einsatz von GPS für die Flächennavigation (RNP/RNAV) über baro-gestützte Anflüge (PA mode) bis zu Präzisionsanflügen mit Galileo und GPS im kombinierten Betrieb (LPV-200).

### **RAIM prediction**

*In aviation, predicting the availability of navigation methods is an important element in flight preparation. DLR has developed prognostication tools that cover a multitude of current and even future navigation methods. DLR's Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM) web application shows current navigation methods based on the American satellite navigation system GPS as well as future methods incorporating the signals of the European satellite navigation system Galileo or the Russian GLONASS. The bandwidth ranges from employing GPS for area navigation (RNP/RNAV), which is standard today, and barometer-supported approaches (PA mode) to precision approaches using a combination of Galileo and GPS (LPV-200).*



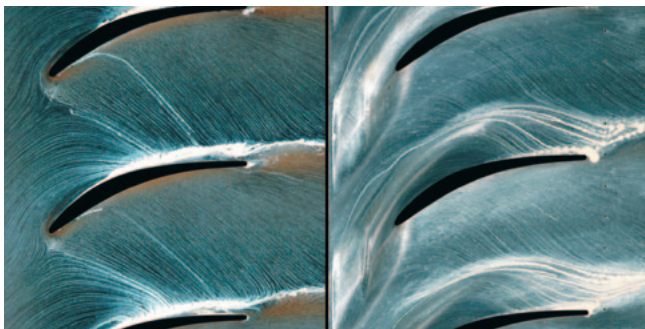
## DLR-Kunstvogel: realitätsnahe Simulation von Flugzeug/Tier-Unfällen

Flugzeuge sollen auch nach einer Kollision mit Vögeln sicher zum Flughafen zurückkehren. Hersteller arbeiten deshalb bei der Entwicklung gefährdeter Strukturen – Leitwerke, Flügelvorderkanten oder Triebwerke – mit Computersimulationen und beschießen das Objekt mit Vogel-Dummys. Für die Zulassung des fertigen Bauteils werden jedoch immer noch echte Vögel herangezogen. Das soll sich künftig ändern: Das DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung arbeitet an einem verbesserten Kunstvogel, der eine ähnliche Schadenswirkung wie ein echter Vogel hat. Dazu untersuchen die Wissenschaftler jeden einzelnen Schritt: von der Herstellung des Kunstvogels bis zur richtigen Beschusstechnik. Ziel ist es, ein Testverfahren mit Kunstvögeln zu entwickeln, welches reproduzierbar ist und von den Behörden zur Zulassung von Luftfahrtstrukturen akzeptiert werden kann.

### ***DLR's artificial bird: realistic simulation of aircraft/animal accidents***

*Aircraft should be able to return safely to their airport even after a bird strike. When developing particularly vulnerable structures such as tail planes, leading wing edges, or engines, therefore, manufacturers use computer simulations and shoot bird dummies at the object. However, real birds are still being used for certifying finished components. To avoid this practice in the future, the DLR Institute of Structures and Design is working on an improved artificial bird which resembles a real bird in the damage it causes. To achieve this, scientists are investigating every single step, from the production of the artificial bird to finding the right shooting technology. They aim is to develop a test method which uses artificial birds that is reproducible and can be accepted by the authorities for certifying aircraft structures.*





## Endwandkonturierung bei Triebwerk-Verdichtern

Verdichterbeschaufelungen haben einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Das Verbesserungspotenzial in der ungestörten Schaufelumströmung ist fast ausgeschöpft. Ein Fokus der aktuellen Forschung im DLR-Institut für Antriebstechnik ist daher auf die Sekundärströmungen in den Randzonen von Verdichterbeschaufelungen gerichtet.

Diese Sekundärströmungen haben einen großen Anteil an den auftretenden aerodynamischen Verlusten und sind daher ein limitierender Faktor für den Wirkungsgrad und den Arbeitsbereich von modernen Verdichtern.

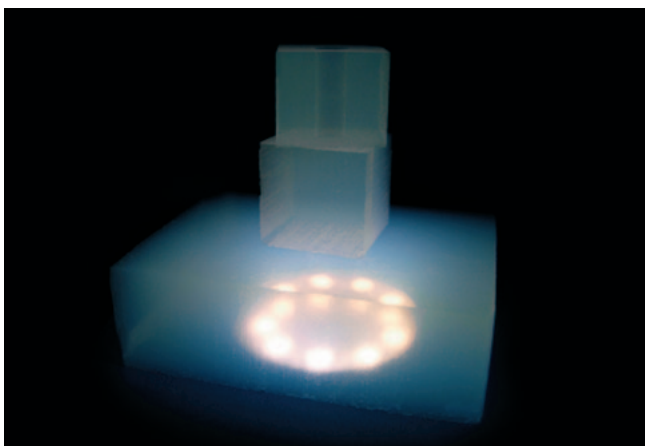
Die gezielte Beeinflussung dieser Strömungsphänomene durch den Einsatz von konturierten Naben- und Gehäusewänden bietet daher ein erhebliches Potenzial zur Wirkungsgradsteigerung. Das DLR hat anhand einer solchen konturierten Endwand gezeigt, dass die Verluste um bis zu 30 Prozent reduziert werden können.

### ***End-wall contour design in engine compressors***

*Compressor air foils have reached a high level of sophistication. The potential to improve the undisturbed flow around the air foils is nearing exhaustion. This is why the DLR Institute of Propulsion Technology has turned its attention to the secondary flows in the boundary zones of compressor air foils.*

*Since they have a major influence on aerodynamic losses, secondary flows are a factor that limits the efficiency and the operating range of modern compressors.*

*Therefore, the bandwidth of options for designing compressors with a maximum working range may be widened considerably by employing appropriately contoured drum and end walls to influence these flow phenomena. DLR has demonstrated that such a contoured end wall may reduce losses by up to 30 per cent.*



## Aerogele: Hochtemperatur-Isolationsstoffe für die Raumfahrt

Aerogele sind extrem leichte, superisolierende, nanostrukturierte Werkstoffe aus Keramik. Füllt man ein Rohr mit Körnern aus Quarz-Aerogel und umgießt die entstandenen Hohlräume mit einer Aluminiumgusslegierung, erhält man einen Werkstoff mit einer schaumartigen Struktur: Die Lamellen bestehen aus einer festen Alu-Legierung, die „Blasen“ sind die Aerogelkörner, die praktisch kein Gewicht haben. Der gesamte Körper ist leichter als Wasser und kann zehn Kilojoule pro Kilogramm an mechanischer Energie aufnehmen. Durchsetzt man keramische Filze mit Aerogelen, kann man Superisolationsmatten herstellen, mit denen Auspuffanlagen oder Flugzeugturbinen besser als mit allen anderen bekannten Werkstoffen isoliert werden können. Neben der Bauraumeinsparung ist die Gewichtsreduktion von entscheidendem Vorteil.

### **Aerogels:** **high-temperature insulation materials for astronautics**

*Aerogels are extremely light, super-insulating nano-structured ceramic materials. If you fill a tube with quartz aerogel grains and pour an aluminium casting alloy into the interstices between these grains, you obtain a material with a foam-like structure: its lamellae consist of a rigid aluminium alloy, while its 'bubbles' are aerogel grains which are practically weightless. The whole body is lighter than water and capable of absorbing ten kilojoules per kilogramme of mechanical energy. If you infiltrate aerogels into a ceramic felt, the result will be a super-insulating mat that will be better than any other known material at insulating car exhausts or aircraft turbines. Its crucial advantage is that it reduces packing space as well as weight.*



## MLT: miniaturisiertes Laserkommunikations-terminal für die Luftfahrt

Kommunikation per Laser für Flugzeuge und unbemannte Flugplattformen (UAV) wird am DLR seit über fünf Jahren erforscht. In einer Vielzahl von Flugkampagnen auf dem Forschungsflugzeug Do228 wurde der Einsatz dieser Technologie erfolgreich gezeigt und ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt. Mit Laserkommunikation können Datenraten von mehr als einem Gigabyte pro Sekunde erreicht werden, die mit konventioneller Funkübertragung nicht möglich sind. Ein 2010 erstmals auf der ILA gezeigter Prototyp für den Highspeed-Datenlink zwischen Flugzeugen oder vom Flugzeug zur Bodenstation wurde inzwischen zu einem miniaturisierten Laserkommunikationsterminal (MLT-20) mit einer optischen Apertur von 20 Millimetern weiterentwickelt. Bei einem Gewicht von unter fünf Kilogramm bieten sich Einsatzmöglichkeiten in einer Vielzahl von Flugszenarien an.

### **MLT:** **miniaturised laser communication terminal for aviation**

*Laser-based communication systems for aircraft and unmanned airborne vehicles (UAVs) have been studied at DLR for more than five years. In a multitude of flight campaigns on the Do228 research aircraft, the technology has successfully demonstrated its serviceability and efficiency. Laser communication can handle data rates in excess of one gigabyte per second, a volume that cannot be reached by conventional radio communication. In 2010, a prototype of a high-speed data link from aircraft to aircraft or between an aircraft and a ground station was first shown at the ILA. This prototype has meanwhile been developed into a miniaturised laser communication terminal (MLT-20) with an optical aperture of 20 millimetres. Weighing less than five kilogrammes, it may be used in a multitude of flight scenarios.*



## Von der Raumfahrt in die Luftfahrt – der Hochleistungswerkstoff Faserkeramik bremst Flugzeug-Propeller

Bei Wartungsarbeiten am Triebwerk eines Propellerflugzeugs müssen die Propeller stillstehen, auch nach der Landung sollen sie schnell abbremsen. Die Faserkeramik – ein Werkstoff, der ursprünglich für Thermalschutzsysteme in der Raumfahrt entwickelt wurde – hilft dabei. Wartungsarbeiten sind mit faserkeramischen Bremsen auch bei starkem Wind möglich, denn sie sind besonders leistungsstark. Beim A400M können Brems Scheiben mit einem Durchmesser von 120 Millimetern 5,3 Meter große Propeller innerhalb weniger Sekunden abbremsen. Der Luftfahrtzulieferer UMBRA Cuscinetti S.p.A. hat dafür ein Bremssystem entwickelt. Die entsprechende Hochleistungsfaserkeramik steuerte das DLR bei und konnte auf Erfahrungen aus Anwendungen in der Raumfahrt, im Automobilbereich und in der Energietechnik zurückgreifen.

### ***From space to aviation – high-performance ceramic matrix composites to boost aircraft propeller brakes***

*During maintenance on a propeller aircraft, engine propellers must be safely prevented from rotating. Additionally, the propeller rotation should dynamically be stopped after engine shut down in ground wind conditions. Fibre reinforced ceramics, originally developed for thermal protection systems in spacecraft, provide an important support. High temperature resistant ceramic brake pads are very powerful and allow engine service even at strong wind conditions. In the A400M, brake discs of just 120 millimetres in diameter can stop the 5.3 metres propellers within a few seconds. The aerospace supplier UMBRA Cuscinetti S.p.A. has developed a dedicated special braking system. The high performance ceramic brake pads were contributed by DLR, bringing in its experiences from various applications in space, automotive industry and emergency brake systems.*



## Dünnschicht-Sensorik bei Windkraftanlagen

Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Windkraftanlagen müssen Wartungsmaßnahmen gezielt in Phasen mit geringem Windaufkommen sowie bei geeigneter Witterung durchgeführt werden. Eine Schlüsseltechnologie dafür ist die Zustandsüberwachung. Durch neuartige Überwachungssysteme sollen Schäden künftig in einem sehr frühen Stadium erkannt und behoben werden, lange bevor diese relevanten Einfluss auf das Systemverhalten haben oder zu Sekundärschäden führen.

Das DLR erforscht Überwachungstechnologien auf Basis neuartiger Dünnschichtsensoren. Für die Überwachung von elektromechanischen Aktuatoren ist diese Forschung bereits im fortgeschrittenen Stadium. Neues Forschungsthema ist die Klärung der Einsatzfähigkeit solcher Systeme in Windkraftanlagen zur Überwachung rotierender mechanischer Komponenten.

### ***Thin-film sensor technology in wind power systems***

*To operate wind power plants economically, maintenance work has to be scheduled for low wind seasons. Therefore reliable condition monitoring systems are required. With these systems faults could be detected in an early stage, well before affecting system behaviour or causing secondary damage. Condition monitoring systems provide maintenance information with a long lead time enabling purposive maintenance.*

*DLR is studying monitoring technologies based on innovative thin-film sensors. As far as monitoring electro-mechanical actuators is concerned, research is in an advanced stage. A new subject for research is to analyse whether thin-film sensor based systems can be used in wind power plants to monitor rotating mechanical components.*

## Zu Gast am DLR-Stand: die französische Raumfahrtorganisation CNES

CNES (Centre national d'études spatiales) ist die französische Raumfahrtorganisation. Sie schlägt der französischen Regierung die nationale Raumfahrtpolitik vor und setzt diese um (besonders in folgenden Themen: Anwendungen für die breite Öffentlichkeit, Weltraumwissenschaften, Erde – Umwelt – Klima, Sicherheit und Verteidigung, Zugang zum All). CNES entwickelt Raumfahrtsysteme der Zukunft und garantiert den autonomen französischen Zugang zum Weltraum. Zugleich engagiert sich CNES in zahlreichen internationalen Kooperationen.

Als Hauptakteure der europäischen Raumfahrt arbeiten Deutschland und Frankreich in vielen Bereichen eng zusammen: Beide wollen den unabhängigen und verlässlichen Zugang zum Weltraum für Europa. In der Erdfernerkundung bündeln sie ihre Kompetenzen in der gemeinsamen Satellitenmission MERLIN zur Detektion von Methan. Zudem kooperieren Deutschland und Frankreich eng bei der Erfassung der Weltraumlage, um natürliche und vom Menschen verursachte Risiken für Weltraum-Infrastrukturen zu verringern.

### ***A guest at the DLR booth: the French space agency CNES***

*CNES (Centre national d'études spatiales) is the national space agency of France. Its task is to propose space policy to the French government and to implement it (in particular: broad public applications, space science, Earth – environment – climate, security and defence, access to space). Through its ability to innovate and its forward-looking vision, CNES is helping to foster new technologies that will benefit society as a whole, focusing on: access to space, civil applications of space, sustainable development, science and technology research, security and defence. CNES develops space systems for the future and guarantees the French autonomous access to space. At the same time, it is actively engaged in numerous international co-operations.*

*As leading players in the European space sector, Germany and France collaborate closely in many fields: both want Europe to have autonomous and reliable access to space. In remote Earth sensing, they pool their competencies in MERLIN, a joint satellite mission to detect methane – a gas with a powerful greenhouse effect whose atmospheric concentration is not yet known on a global scale. Moreover, Germany and France closely co-operate on monitoring the situation in space in order to mitigate natural and man-made risks for space infrastructures.*



## AIRBUS A300 ZERO-G

Dieses Flugzeug wurde eigens umgebaut, um Parabelflüge durchführen zu können. Während eines Parabel-Manövers sind die Kabine, die Passagiere und die Geräte an Bord für die Dauer von 20 Sekunden annähernder Schwerelosigkeit ausgesetzt. Im Auftrag der Europäischen Raumfahrtagentur ESA sowie CNES und DLR führt die französische Firma NOVESPACE sowohl von Bordeaux als auch vom Ausland aus Flugkampagnen für öffentlich-rechtliche und industrielle Kunden durch. Am DLR-Stand gezeigt wird ein Modell im Maßstab 1:20.

Auf Parabelflügen werden wissenschaftliche und technologische Experimente realisiert, technische Protokolle für Instrumente, die in Schwerelosigkeit funktionieren müssen, vorbereitet sowie Astronautentrainings und pädagogische Experimente durchgeführt.

### **AIRBUS A300 ZERO-G**

*This aircraft was specially modified in order to be able to conduct parabolic flights. During the parabolic manoeuvre, the cabin as well as passengers and equipment are subject to 20 seconds of microgravity. The French company NOVESPACE is conducting parabolic flights on behalf of the European Space Agency ESA, CNES, and DLR for scientific and industrial clients – taking-off from Bordeaux and from abroad.*

*On parabolic flights, scientific and technological experiments are run and technical logs for instruments that have to function under microgravity are prepared. Moreover, astronaut training procedures and educational experiments are carried out here. At the DLR booth, a 1:20 scale model is on display.*





## MERLIN (MEthane Remote sensing LIdar missionN)

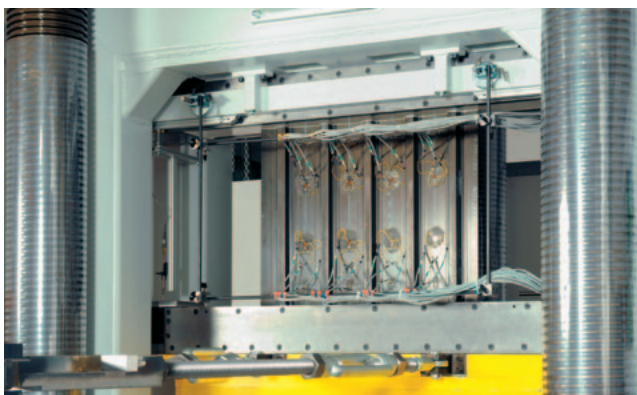
MERLIN ist eine Mission, die sich der weltweiten Überwachung von Methan ( $\text{CH}_4$ ), einem vorherrschenden Treibhausgas, widmet. Es handelt sich um eine französisch-deutsche Kooperation bei der Entwicklung, dem Start und beim Betrieb des Klimaüberwachungssatelliten. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) steuert das Überwachungsinstrument bei.

Die französische Raumfahrtorganisation CNES stellt entwickelt die Plattform auf Basis „Myriade-évolution“ und den Betrieb des Satelliten sicher. Mit einer Masse von 500 Kilogramm wird MERLIN 2016 in eine sonnensynchrone Umlaufbahn gestartet. Am DLR-Stand gezeigt wird ein Modell im Maßstab 1:4.

### **MERLIN (MEthane Remote sensing LIdar missionN)**

*MERLIN is a mission to monitor the worldwide concentration of Methane ( $\text{CH}_4$ ), a predominant greenhouse gas. France and Germany are cooperating in the development, launch and operation of the climate monitoring satellite. DLR, the German Aerospace Center, is to contribute the monitoring instrument.*

*The French Space Agency CNES is to develop the platform, using the "Myriade-évolution" model as basis, and is also to ensure the satellite operation. Having a mass of 500 kilograms, MERLIN is to be launched into a sun-synchronised orbit at 2016. At the DLR stand, a 1:4 scale model is on display.v*

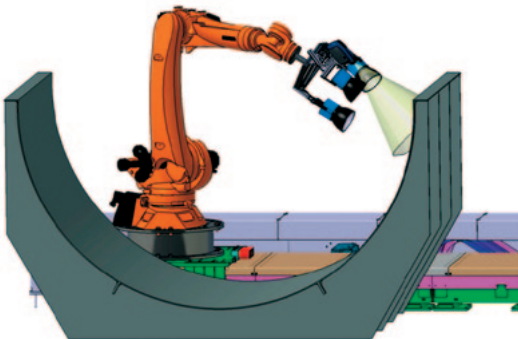


## CFK-Paneele: Flugzeugstrukturen im Härtetest

Versteifte Paneele aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) werden verwendet, um das Stabilitätsverhalten – Beul- und Nachbeulverhalten – typischer Primärstrukturen aus der Luft- und Raumfahrttechnik zu untersuchen, zum Beispiel einen Flugzeugrumpf. Die Paneele werden unter anderem sogenannten „In-Plane-Belastungen“ wie Axialdruck und Schub sowie der Kombination aus beiden Komponenten ausgesetzt. Ziele: Analyse des Lasttrageverhaltens sowie die Erforschung, wie stark eine Struktur ohne Schädigung im Nachbeulbereich belastet werden kann und wie das Strukturelement letztlich versagt. Die Ergebnisse werden verwendet, um die Gültigkeit numerischer Modelle zu überprüfen. So kann das Strukturverhalten in verschiedenen Konfigurationen simuliert und damit auch die Anzahl aufwändiger und teurer Strukturversuche reduziert werden.

### ***CFRP panels: test for structural airplane parts***

*Stiffened panels of carbon fibre-reinforced plastic (CFRP) are used to investigate the stability behaviour (buckling and post-buckling) of typical primary structures in aerospace technology, such as fuselages. The panels are considered as representative structural parts and subjected to in-plane loading conditions such as axial compression and shear and a combination of both. The objective is to analyse the load-bearing behaviour of a panel, the extent to which the structure can be loaded in the post-buckling range without damage, and the manner in which the structural element eventually fails. The results are used to validate numerical models so that the structural behaviour of various configurations can be simulated and the number of expensive and elaborate structural tests can be reduced in the future.*



## Thermografie im automatisierten Produktionsprozess

Der Anteil an Strukturen aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) bei Verkehrsflugzeugen steigt. Um diese großen Bauteile kostengünstig und in hoher Qualität fertigen zu können, arbeitet das DLR-Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP) in Augsburg an Automatisierungslösungen. Eine große Roboterplattform bildet verschiedene Prozessketten im Industriemaßstab flexibel ab. Dabei sichert unter anderem die berührungslose Lock-In-Thermografie die Bauteilqualität. Diese Prüfmethode arbeitet mittels optischer Anregung und detektiert tiefenaufgelöst Defekte anhand von Temperatursignalen.

Das DLR unterhält mit Stade und Augsburg zwei ZLP-Standorte. Schwerpunkte in Augsburg sind die Textil- und Infusionstechnologie (Duromer), Thermoplastverarbeitung, produktionsintegrierte Qualitätssicherung, Montage- und Verbindungstechnologie sowie Robotik für Faserverbundfertigung.

### ***Automated thermography in production chain***

*Implementation of carbon fibre reinforced plastics (CFRP) structures in commercial aircrafts is increasing. Therefore the DLR Center for Lightweight Production Technology (ZLP) in Augsburg is intensively finding solutions to manufacture these large parts assuring their high quality and rentability. A large robot platform is set up to perform various automated manufacturing processes in industrial scale. To ensure the quality of the parts, among other techniques, contactless lock-in thermography is implemented. This test method detects defects in depth of the parts, for example by means of optical excitation and temperature signals.*

*DLR maintains two ZLP sites at Stade and Augsburg. The Augsburg site focusses on textile and infusion technology (duromer), thermoplastics processing, production-integrated quality assurance, assembly and joining technology, and robotics for fibre-composite production.*



## IFAR

IFAR (International Forum for Aviation Research) ist das weltweit einzige Netzwerk für Luftfahrt-Forschungseinrichtungen. Als gemeinnütziges und unabhängiges Gremium verbindet es 21 Institutionen auf der ganzen Welt.

Das IFAR vernetzt die weltweite Luftfahrtforschung, dient als Plattform für Kommunikation und Informationsaustausch und erarbeitet gemeinsame Positionen zu den wichtigsten Herausforderungen der Luftfahrtforschung. Darüber hinaus erstellt IFAR ein Rahmen-dokument mit globalen Forschungszielen und technologischen Möglichkeiten, veröffentlicht eigene Empfehlungen zu Luftfahrt-themen, bietet fachliche Beratungsleistungen an und erschließt neue Zusammenarbeitsmöglichkeiten unter Mitgliedern.

Das IFAR wurde 2010 auf Initiative des DLR gegründet. Die Arbeit des IFAR-Sekretariats wird im Rahmen des Projekts IFARs (International Forum for Aviation Research Support Action) durch das DLR und die Europäische Kommission unterstützt.

### **IFAR**

*IFAR, the International Forum for Aviation Research, is the world's only aviation research establishment network. It connects 21 institutions worldwide and operates on a voluntary, non-binding basis.*

*IFAR is connecting the aviation research community worldwide, serves as a venue for information exchange and communication and develops a shared understanding of key challenges in aviation research. Furthermore, IFAR is compiling a Framework Document outlining global research objectives and technological opportunities, issues recommendations, gives advice on aviation topics, and identifies new opportunities for co-operation between members*

*IFAR was founded in 2010 by the initiative of DLR. The work of the IFAR secretariat is supported by DLR and the European Commission within the project IFARs (International Forum for Aviation Research Support Action).*



## Auswahltest für Piloten, Fluglotsen und Astronauten

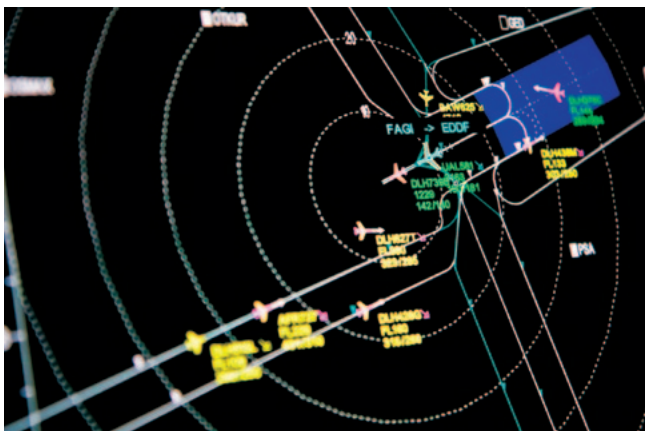
Den Faktoren Auswahl und Training kommen in der Luftfahrt besondere Bedeutung zu, da dieser Aufgabenbereich auf der einen Seite hoch spezialisiert und auf der anderen Seite wenig fehler-tolerant ist. Trotz fortschreitender Computerunterstützung wird auch in Zukunft der Mensch als Operateur im Luft- und Raum-fahrtbereich im Mittelpunkt stehen. Die Abteilung für Luft- und Raumfahrtpsychologie des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrt-medizin widmet sich speziell der Auswahl von Piloten, Fluglotsen und Astronauten.

Auf der ILA werden beispielhafte Testverfahren aus der Personal-auswahl vorgestellt, die Besucher selbst ausprobieren können.

### ***Selection tests for pilots, air traffic controllers, and astronauts***

*In aviation, selection and training are factors of special importance because these tasks are both highly specialised and minimally fault-tolerant. Although increasingly supported by computers, the human operator will still be at the centre of all aerospace activities in the future. The aerospace psychology department of the DLR Institute of Aerospace Medicine is responsible for the selection of pilots, air traffic controllers, and astronauts.*

*At the ILA, we are presenting a sample of personnel selection tests at which visitors may try their hand.*



## Anflugverfahren der Zukunft

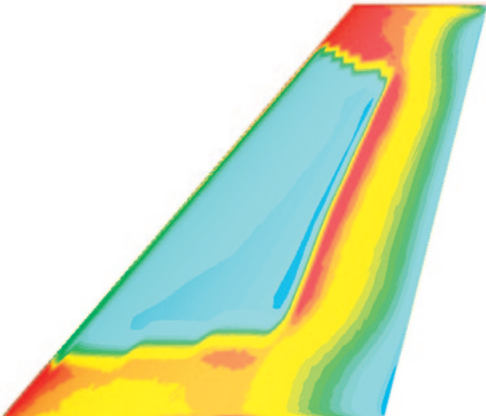
Der moderne zivile Luftverkehr stößt an seine Kapazitätsgrenzen. Trotzdem wachsen Bedarf und Verkehrsaufkommen immer weiter: Die Forschungsinitiative SESAR geht davon aus, dass die Strukturen des europäischen Luftverkehrs 2020 eine Kapazitätserhöhung von 73 Prozent gegenüber 2005 vollzogen haben müssen.

Das DLR-Institut für Flugführung untersucht, wie sich die durch moderne Satellitennavigation gesteigerte Flexibilität gegenüber etablierten Anflugverfahren und Landehilfen am besten zur Flugwegoptimierung, Umweltverträglichkeit und Lärmvermeidung nutzen lässt. Dabei werden Faktoren wie Fliegebarkeit, Flughafenkapazität, Treibstoffverbrauch und Zeitgenauigkeit betrachtet. Im Validierungszentrum Luftverkehr werden hierzu innovative Verfahren und Avionik-Systeme entworfen und untersucht.

### ***Approach and landing procedures for the future***

*At present, civilian air transport is getting close to the limits of its capacity. Still, the demand and the traffic volume keep growing: the SESAR research initiative expects that Europe's air transport structures will have to increase their capacity by 73 per cent over 2005 until 2020.*

*In comparison with established approach methods and landing aids, the DLR Institute of Flight Guidance investigates how flexibility supported by modern satellite navigation may best be used to optimise flight paths, reduce the environmental impact, and avoid noise. Factors like flyability, airport capacity, fuel consumption, and punctuality are considered. In this context, innovative procedures and avionics systems are being designed and examined at the air transport validation centre.*



## LamAiR:

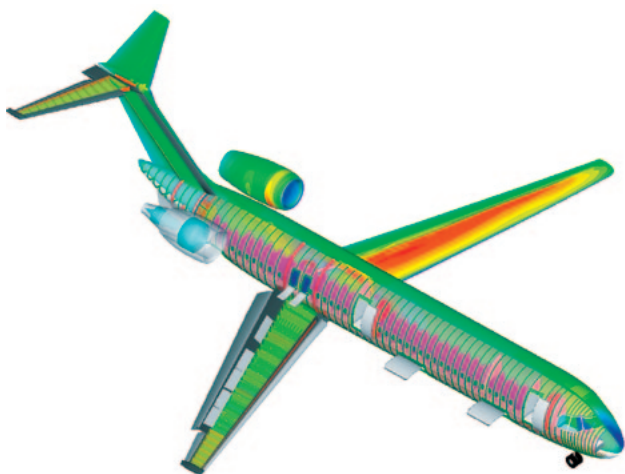
### Seitenleitwerk mit Grenzschichtabsaugung

Ein Flugzeug muss gegen Luftwiderstand anfliegen. Die DLR-Institute für Aerodynamik und Strömungstechnik sowie für Bauweisen- und Konstruktionsforschung zeigen im Projekt LamAiR (Laminar Aircraft Research), wie dieser deutlich verringert werden kann: Durch eine Mikroperforation mit Löchern von maximal 50 Mikrometer Durchmesser in der Außenhaut eines Seitenleitwerks wird Luft abgesaugt – dies verringert Verwirbelungen. Bei einer Ausweitung des Konzepts auf das gesamte Flugzeug kann der Luft-Gesamtwiderstand um rund 15 Prozent reduziert werden. Die damit einhergehende Verringerung des Treibstoffverbrauchs resultiert in einer Verringerung der Betriebskosten und ermöglicht das Einhalten immer strenger werdender Emissionsvorschriften.

#### ***LamAiR: vertical tail plane with boundary layer suction***

*Every plane must overcome the resistance of the air. Under a project called LamAiR (Laminar Aircraft Research), the DLR Institute of Aerodynamics and Flow Technology and the Institute of Structures and Design show how air drag can be significantly reduced: by perforating the outer skin of a vertical tail with holes measuring a maximum of 50 micrometres in diameter through which air is drawn off, which reduces turbulence. By applying this concept to an entire aircraft, its total air drag may be reduced by around 15 per cent. The resultant improvement in fuel economy would reduce the cost of operation and facilitate compliance with increasingly rigid emission regulations.*



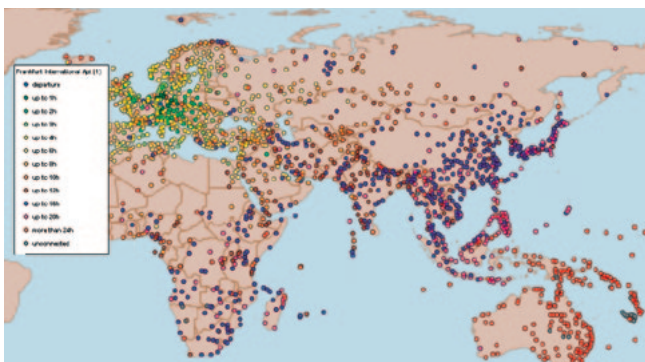


## LamAiR: positiver Effekt durch negative Pfeilung

Bis 2020 sollen Flugzeuge 50 Prozent sparsamer werden. Im Projekt LamAiR hat das DLR eine Passagierflugzeugkonfiguration mit vorwärts gepfeiltem Flügel entwickelt, welche zur Erreichung dieses Ziels beitragen kann. Die Vorpfeilung ermöglicht eine größtenteils laminare, das heißt turbulenzarme Umströmung der Tragflügel, was zu einer deutlichen Verringerung des Luftwiderstands führt. Zur Ermittlung des dynamischen Flugverhaltens einer solchen Flugzeugkonfiguration wurde im Rahmen des Projekts NumEx eine Windkanalmesskampagne mit einem skalierten Modell durchgeführt.

### ***LamAiR: the positive effect of negative sweep***

By 2020, aircraft are supposed to be 50 per cent more economical. Under the LamAiR project, DLR has developed a passenger plane configuration with a forward-swept wing which may contribute towards reaching this goal. Because of the forward sweep, contour flows around the wing become largely laminar, i.e. low-turbulence, which markedly reduces aerodynamic drag. To determine the dynamic flight behaviour of such an aircraft architecture, a wind tunnel measuring campaign with a scale model was run under the NumEx project.



## Konnektivität von Flughäfen

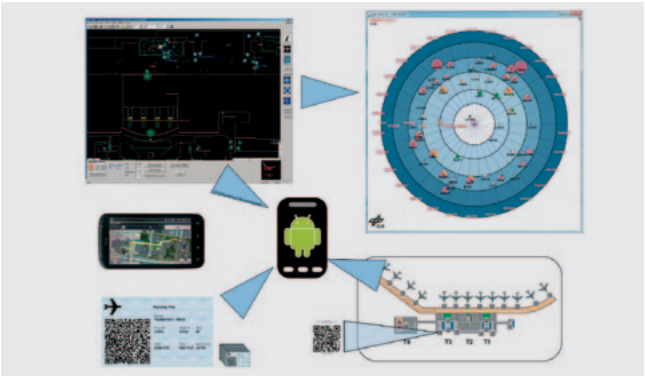
Bei der vom DLR-Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr entwickelten Konnektivitäts-Software handelt es sich um eine neuartige Darstellung der Anbindung eines Flughafens an das internationale Luftverkehrsnetz. Die Anwendung liefert Flughafenbetreibern wichtige Standortinformationen; Airlines können Standortvorteile durch ihre Präsenz aufzeigen. Zudem erhält der Software-Benutzer verlässliche aktuelle Daten über seine tatsächliche Reisezeit. Das System kann auf andere Verkehrsarten ausgeweitet werden. So werden verbindliche Aussagen zu Reisezeiten „von Haus zu Haus“ möglich.

Die Konnektivitäts-Software dient der Evaluierung des vom Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE) ausgegebenen Ziels, demzufolge bis zum Jahr 2050 neunzig Prozent der inner-europäischen Reisen innerhalb von vier Stunden abgewickelt werden.

### **Airport connectivity**

*The connectivity software developed by the DLR Institute of Air Transport and Airport Research innovatively maps the links between an airport and the international air traffic network. The application provides airport operators with important information about the location, while airlines may highlight the advantages of a location by their presence. In addition, software users receive reliable and up-to-date information about their actual travel time. The system may be expanded to cover other transport sectors so that reliable information can be provided about travel times 'from door to door'.*

*The connectivity software serves to evaluate the objective stated by the Advisory Council for Aeronautics in Europe (ACARE) to the effect that by 2050, ninety per cent of journeys within Europe should be completed within four hours.*

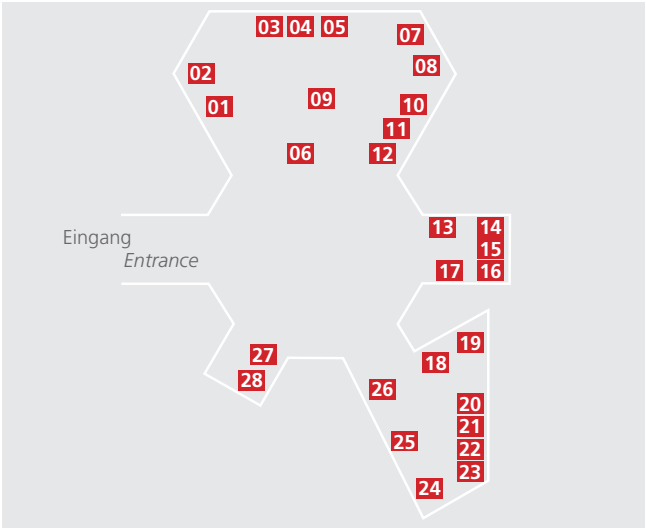


## Indoor-Navigation an Flughäfen

Navigation innerhalb von Gebäuden ist über GPS meist nicht möglich oder schwierig umzusetzen. WLAN-Ortung stellt hohe Ansprüche an die zu installierende Hardware. Die Navigation über QR-Codes liefert einen kostengünstigen Ansatz zur Wegfindung in Häusern. Das DLR-Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr demonstriert auf der ILA, wie eine speziell für den Einsatz an Großflughäfen optimierte Indoor-Navigation funktioniert. Bei diesem Informationstool auf Basis einer Smartphone-App übernehmen statt eines GPS-Signals strategisch im Raum verteilte QR-Codes die Positionsbestimmung. Zusätzlich berücksichtigt die App aktuelle Informationen aus der mitlaufenden Passagiersimulation für eine eventuelle Wegeneuberechnung. Zukünftig kann so die Gefahr verringert werden, dass Passagiere ihren Flug aufgrund von kurzfristigen Gatewechseln oder Staus an der Sicherheitskontrolle verpassen. Durch eine Rückmeldung an den Betreiber des Systems kann gleichzeitig dessen Planungssicherheit erhöht werden.

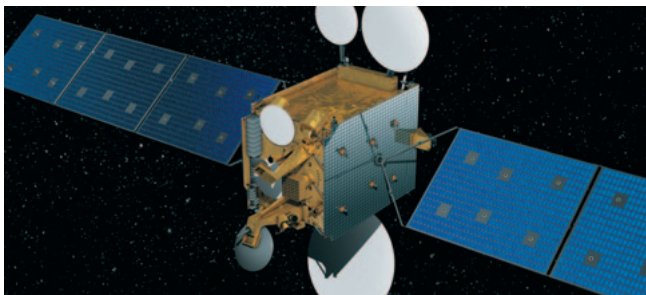
### **Airport indoor navigation**

*Navigating by GPS within a building is mostly difficult or impossible. The hardware that must be installed for WLAN positioning is very sophisticated. Navigation by QR code provides a cost-efficient approach to finding your way in a building. At the ILA, the DLR Institute of Air Transport and Airport Research demonstrates how an indoor navigation system optimised for use in large airports can work. This information tool, which is based on a smartphone app, uses strategically distributed QR codes instead of GPS signals for positioning. In addition, the app gives consideration to current information from the live passenger-simulation programme in case a path might have to be recomputed. In the future, this will reduce the danger of passengers missing their flight because of sudden gate changes or logjams at the security check. At the same time, feedback to the system operators improves planning certainty.*



## Space Pavillon „Space for Earth“ Space Pavilion “Space for Earth”

|    |                             |                             |    |
|----|-----------------------------|-----------------------------|----|
| 01 | Heinrich-Hertz-Satellit     | Heinrich Hertz satellite    | 01 |
| 02 | HEMP                        | HEMP                        | 02 |
| 03 | TerraSAR-X und TanDEM-X     | TerraSAR-X and TanDEM-X     | 03 |
| 04 | 3-D-Radarbilder aus Berlin  | 3D radar images of Berlin   | 04 |
| 05 | Virtueller Flug um den K2   | Virtual flight around K2    | 05 |
| 06 | Alpenrelief                 | Alps relief                 | 06 |
| 07 | Das ROboMObil               | The ROboMObil               | 07 |
| 08 | MIRO                        | MIRO                        | 08 |
| 09 | Mondrover Asimov            | Moon rover Asimov           | 09 |
| 10 | HP³: Geophysik auf dem Mars | HP³: Geophysics on Mars     | 10 |
| 11 | Der Mars                    | Planet Mars                 | 11 |
| 12 | Mars Express                | Mars Express                | 12 |
| 13 | Enceladus                   | Enceladus                   | 13 |
| 14 | Die Jupitermission JUICE    | Jupiter Mission JUICE       | 14 |
| 15 | Asteroidenlander MASCOT     | Asteroid lander MASCOT      | 15 |
| 16 | Dawn                        | Dawn                        | 16 |
| 17 | Mondstaub                   | Moon dust                   | 17 |
| 18 | NEOShield                   | NEOShield                   | 18 |
| 19 | Laser gegen Weltraumschrott | Lasers against space debris | 19 |
| 20 | EXPERT-Nasenkappe           | EXPERT nose cap             | 20 |
| 21 | SHEFEX 2                    | SHEFEX 2                    | 21 |
| 22 | Flugsteuerung für SHEFEX 2  | Flight control for SHEFEX 2 | 22 |
| 23 | Meteoritenforschung         | Research on Meteorites      | 23 |
| 24 | Biofilter C.R.O.P.          | Biofilter C.R.O.P.          | 24 |
| 25 | Schwerelosigkeit trainieren | Microgravity training       | 25 |
| 26 | Raumfahrtkontrollzentrum    | Space Operations Centre     | 26 |
| 27 | Schubkammertechnologie      | Thrust-chamber technology   | 27 |
| 28 | DLR Lampoldshausen          | DLR Lampoldshausen          | 28 |



## Innovation + Kommunikation + Geostation = Heinrich-Hertz-Satellitenmission

Wachsendes Informationsbedürfnis prägt unsere moderne Kommunikationsgesellschaft. Dank Mobiltelefon oder Notebook sind wir immer und überall erreichbar. Um diesen „Informationshunger“ zu stillen, sind neue Technologien für Kommunikationssatelliten notwendig. Die Mission Heinrich-Hertz testet diese auf den Gebieten Nutzlast, Bodenstationen und Antennen sowie Plattform unter den extremen Belastungen des geostationären Orbits wie starker Strahlung und extremen Temperaturschwankungen über einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren.

Durch eine eigenständige Satellitenkommunikationsmission sichert Deutschland seine Position im Bereich von geostationären Systemen und -diensten und stellt sich somit der internationalen Konkurrenz um die besten Ideen und Technologien.

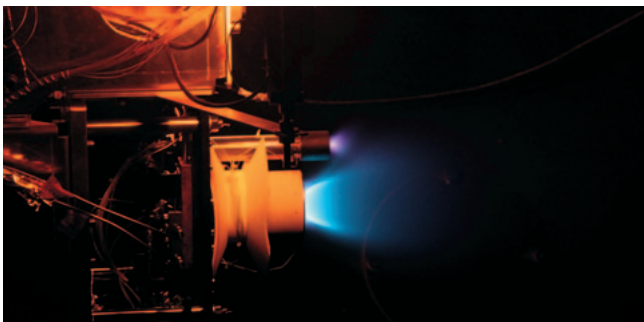
Gefördert durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und unter Beteiligung des Bundesministeriums der Verteidigung.

### ***Innovation + communication + geostation = Heinrich Hertz Satellite Mission***

*Growing need for information characterises our modern communication-based society. We are online everywhere and at any time via mobile phone or notebook. To quench this unlimited thirst for information, new technologies are needed for communication satellites. In the Heinrich Hertz mission, new payload, ground station, antenna, and platform technologies will be tested for up to 15 years under the extreme conditions in a geostationary orbit, such as high radiation levels and extreme temperature fluctuations.*

*A satellite communication mission of its own secures Germany's position in the field of geostationary systems and services in the contest for the best ideas and technologies with international competitors.*

*Funded by DLR Space Administration on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology with the participation of the Federal Ministry of Defence.*

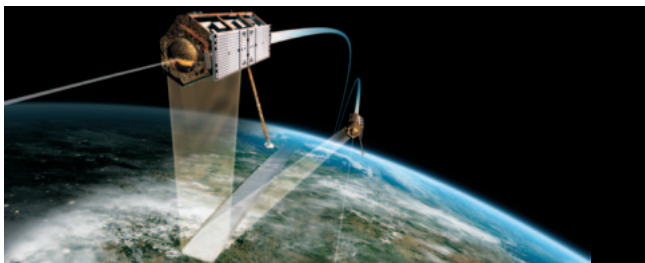


## Mit HEMP effektiver durchs Weltall

Orbit und Lage eines Satelliten können mit elektrischen Triebwerken wesentlich effizienter als mit chemischen Antrieben gesteuert werden. Die Effizienz wird mit dem spezifischen Impuls gemessen. Ein hoher spezifischer Impuls verringert den Treibstoffverbrauch und verlängert die Einsatzdauer. Beim neuartigen High Efficiency Multi Stage Plasma (HEMP)-Triebwerk wird mit ionisiertem Xenon-Gas als Treibstoff ein fünfmal höherer spezifischer Impuls als mit den besten chemischen Triebwerken erreicht. Eine hocheffiziente Power Supply and Control Unit (PSCU) versorgt dabei vier Triebwerke durch Hochspannungsmodulen mit Strom. 2014 soll erstmals ein kleiner geostationärer Satellit (SmallGEO) gestartet werden und im Orbit nachweisen, dass die Betriebskosten für Telekommunikationssatelliten mit neuen Technologien signifikant gesenkt werden können. Die HEMP-Triebwerke, die Stromversorgung, die Regelung für den Xenon-Gasfluss und weitere Komponenten werden dazu als HEMP Thruster Assembly (HTA) in den Satelliten integriert. Das DLR-Raumfahrtmanagement hat das HTA-Projekt beauftragt.

### ***More efficiently through space with HEMP***

*Electric thrusters are much more efficient than chemical drives in controlling the orbit and attitude of a satellite. Specific impulse is the yardstick of efficiency. A high specific impulse reduces fuel consumption and prolongs the duration of a mission. Powered by ionised xenon gas, the High-Efficiency Multi-stage Plasma (HEMP) thruster delivers a specific impulse that is five times that of even the best chemical drives. A highly efficient power supply and control unit (PSCU) supplies high-voltage power to four thrusters. In 2014, a small geostationary satellite (SmallGEO) will be launched to demonstrate in orbit for the first time that new technologies are capable of significantly reducing the operating cost of telecommunication satellites. The HEMP thrusters, their power supply, the xenon gas flow controller, and other components will form a HEMP thruster assembly (HTA) that will be integrated in the satellite. The HTA project was commissioned by DLR's Space Administration.*



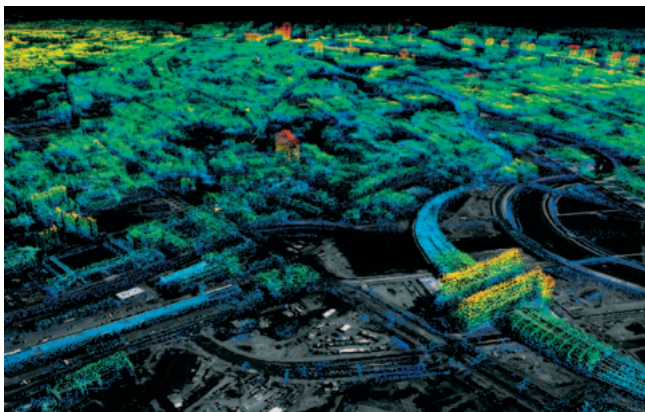
## Die Erdbeobachtungsmissionen TerraSAR-X und TanDEM-X

Die TanDEM-X-Mission (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement) basiert auf zwei nahezu identischen Erdbeobachtungssatelliten: TerraSAR-X und TanDEM-X. Beide sind mit einem modernen, leistungsfähigen Radarsystem, dem Synthetic Aperture Radar (SAR), ausgestattet. Mit diesem kann die Erde unabhängig von Tageslicht und Wolkenbedeckung beobachtet werden. TerraSAR-X wurde bereits 2007 gestartet, TanDEM-X folgte am 21. Juni 2010. Seitdem fliegen die beiden Satelliten auf ihrer Umlaufbahn in 514 Kilometern Höhe für drei Jahre in Formation – in einem Abstand von wenigen hundert Metern. In dieser Zeit erstellen die beiden Satelliten ein in seiner Qualität bislang einzigartiges, hoch aufgelöstes 3-D-Höhenmodell der gesamten Landoberfläche der Erde. Das TanDEM-X-Projekt ist die konsequente Fortführung nationaler und internationaler Radar-Missionen, wie X-SAR und SRTM sowie der erfolgreichen Umsetzung des nationalen Projekts TerraSAR-X. Das DLR ist zuständig für das Projekt- und Missionsmanagement, das Bodensegment und den Betrieb der Satelliten.

### ***The Earth observation missions Terra-SAR-X and TanDEM-X***

*The TanDEM-X mission (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement) is based on two nearly identical Earth observation satellites, TerraSAR-X and TanDEM-X. Both are equipped with modern, efficient synthetic aperture radar systems (SARs) with which the surface of the Earth can be observed independently of daylight and cloud cover. TerraSAR-X has already been launched in 2007; TanDEM-X followed at 21 June 2010. From then on, the two satellites have been flying in formation for three years on their 514-kilometre orbit, maintaining a distance of a few hundred metres. During that time, they will generate a unique high-resolution 3D elevation model of the entire land surface of the Earth. The TanDEM-X project consistently builds on former national and international radar missions such as X-SAR and SRTM as well as on the successful implementation of the national TerraSAR-X project. DLR is in charge of the project and mission management, the ground segment, and the operation of the satellite.*





## 3-D-Radarbilder aus Berlin

Radarsatelliten senden mit einer an Bord befindlichen Antenne Mikrowellenpulse aus. Diese werden von der Erdoberfläche zurückgestreut und von der Antenne wieder empfangen. Aus der Laufzeit der Impulse kann die jeweilige Entfernung zur Erdoberfläche, und daraus ein Geländemodell berechnet werden. Eine Weiterentwicklung dieser Technik ist die SAR-Interferometrie. Hierbei wird ein Gebiet von zwei unterschiedlichen Antennenpositionen aus gescannt. Das Prinzip ähnelt entfernt dem räumlichen Sehen des Menschen mit zwei Augen. Für Punkte auf verschiedenen Höhen ergeben sich unterschiedliche Weglängendifferenzen. Das Ergebnis ist ein Phasendifferenzmuster, ein sogenanntes Interferogramm. DLR-Wissenschaftler haben diese Technik noch weiter verfeinert und in Berlin die Rückstreuung von mehr als 4 Millionen Geländepunkten (permanent scatterer) in vielen Aufnahmen ausgewertet. Mit diesem Verfahren können Höhenänderungen im Zentimeterbereich detektiert werden.

### ***3D radar images of Berlin***

*Radar satellites emit microwave pulses from an on-board antenna which, scattered back from the Earth's surface, are received again by the satellite. The runtime of these pulses is used to compute distances to the surface, which may be developed into a terrain model. SAR interferometry is an advanced version of this technology. It involves scanning an area from two different antenna positions. The principle remotely resembles the way in which humans see with two eyes. For points at various elevations, various path length differences result. Ultimately, we obtain a phase-difference pattern called an interferogram. Having further refined this technique, DLR scientists have evaluated the back-scatter from more than four million permanent scatterers in numerous images. This method permits detecting elevation changes in the centimetre range.*

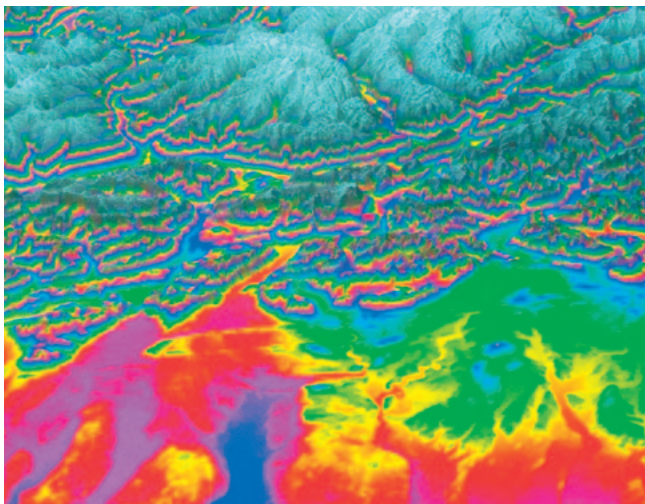


## Virtueller Flug um den K2

Der K2 im Himalaya gilt als einer der schönsten Berge der Welt, aber auch als der am schwierigsten zu besteigende Achttausender. Wissenschaftler des Erdbeobachtungszentrums (EOC) im DLR haben dieses anspruchsvolle Gebiet genutzt, um neueste Verfahren zur Verarbeitung von Satellitendaten zu 3-D-Modellen zu testen. Die Flanken des K2 sind sehr steil, die daraus resultierenden Schatten sowie die hohen Kontraste zwischen Eis, Schnee und den dunklen Felsen erschweren die Erzeugung eines präzisen 3-D-Modells aus den Daten optischer Satelliten. Der US-Satellit „Worldview-2“ wurde daher so programmiert, dass er aus drei verschiedenen Winkelpositionen auf die Grate und Spitzen des K2 blickte. Die DLR-Forscher konnten damit ein Geländemodell mit einer Auflösung von unter einem Meter berechnen – eine weltweite Premiere. Das Ergebnis half den Bergsteigern Gerlinde Kaltenbrunner und Ralf Dujmovits, sich optimal auf ihren K2-Aufstieg vorzubereiten. Es zeigt alle denkbaren Aufstiegsrouten und verdeutlicht das riesige Ausmaß dieser Fels- und Eispyramide.

### ***Virtual flight around K2***

*K2 in the Himalayas is commonly regarded as one of the world's most beautiful mountains, but also as the eight-thousand-metre peak that is most difficult to climb. Scientists from DLR's Earth observation centre (EOC) have used this demanding region to test the latest methods for processing satellite data into 3D models. The flanks of K2 are very steep; the resultant shadows as well as the extreme contrast between ice, snow, and dark rock make it hard to generate a precise 3D model from optical satellite data. Therefore, the US satellite Worldview 2 was programmed to look at the ridges and peaks of K2 from three different angles. From these data, DLR researchers succeeded in computing a terrain model with a resolution of less than one metre per pixel – a worldwide first. The results helped mountaineers Gerlinde Kaltenbrunner and Ralf Dujmovits to optimise their preparations for their K2 ascent. Showing all conceivable ascent routes, the model illustrates the gigantic dimensions of this pyramid of rock and ice.*



## Fernerkundungsdaten für Forschung und Anwendung

Fernerkundungsdaten von Erdbeobachtungssatelliten sind wesentlich für viele geowissenschaftliche Fragestellungen: Sie dokumentieren zum Beispiel den Grad der Urbanisierung und Industrialisierung, die Verkehrsbelastung, die Luftverschmutzung und die land- und forstwirtschaftliche Nutzung von Flächen. Mit hochgenauen und permanent erhobenen Daten wetterunabhängiger Radarsatelliten lassen sich die Auswirkungen auch in schlecht zugänglichen Regionen genau erfassen. Zudem ermöglichen sie die Erstellung von globalen digitalen Geländemodellen. Fernerkundungsdaten geben aber auch Aufschluss über die Folgen des Klimawandels. Am Beispiel der Alpen verdeutlichen DLR- und ESA-Wissenschaftler die Auswirkungen des Klimawandels auf dieses einzigartige Ökosystem.

### ***Remote sensing data for research and application***

*Remote sensing data from Earth observation satellites are essential for many geoscientific questions. They document, for example, degrees of urbanisation and industrialisation, traffic loads, air pollution, and areas that are used for agriculture and forestry. Weather-independent radar satellites constantly gather high precision data from which such effects can be exactly determined even in regions that are difficult to access. Moreover, these data can be used to generate global digital terrain models. At the same time, remote sensing data highlight the consequences of climate change. Using the Alps as an example, DLR and ESA scientists illustrate the impact of climate change on this unique ecosystem.*

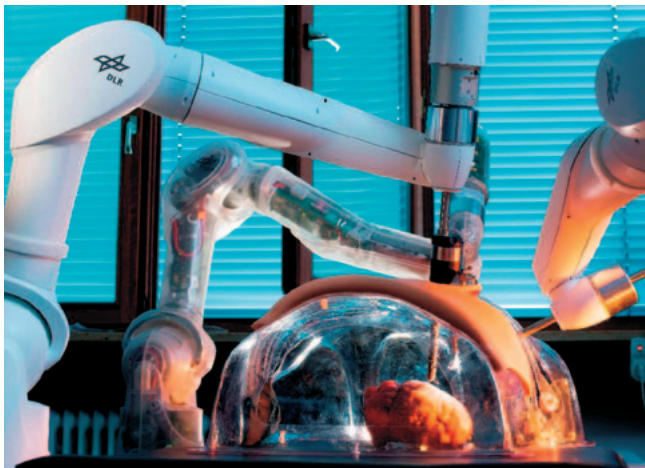


## Das ROboMObil: wendig wie eine Krabbe

Das vom DLR entwickelte ROboMObil (ROMO) verkörpert ein aus der planetaren Rovertechnik und der Robotik abgeleitetes zweisitziges Elektromobilitäts-Konzept. Es ist charakterisiert durch sogenannte Radroboter: Antrieb, Lenkung, Dämpfung und Bremse sind dabei in jedes der vier Räder integriert. Eine intelligente Zentralsteuerung koordiniert die Radroboter. Durch die Einzelradlenkung kann das ROboMObil im „Krabben- oder Hundegang“ schräg bis seitwärts fahren sowie auf der Stelle drehen. Die maximale Manövrierbarkeit spielt ihre Stärken in Großstädten oder im Logistikbereich aus. Das ROMO soll wahlweise von einem Fahrer, unterstützt durch „Shared-Autonomy-Konzepte“ aus der Raumfahrtrobotik, oder vollautonom betrieben werden.

### ***The ROboMObil: as nimble as a crab***

*Developed by DLR, the ROboMObil (ROMO) embodies a two-seater electro-mobility concept derived from robotics and planetary rover technology. Its characteristic element is the so-called wheel robot: drive, steering, shock-absorption, and brake elements are integrated in each of the four wheels. The wheel robots are co-ordinated by a smart central controller. Caster steering enables the RoboMobil to move in crab-style, and turn on the spot. This maximum manoeuvrability comes into its own in big cities and in the logistics sector. ROMO may be operated either by a driver supported by shared-autonomy concepts derived from space robotics, or in fully autonomous mode.*



## Der DLR-Leichtbauroboter MIRO

Der DLR-Leichtbauroboter MIRO wurde speziell für unterschiedliche Aufgabenstellungen entworfen. Das Mirourge-System besteht dabei aus drei Roboterarmen und dient zur Forschung im Bereich der minimalinvasiven Chirurgie. Während des Eingriffs steuert der Chirurg die Roboter von einer Eingabekonzole, die neben einem autostereoskopischen 3-D-Video auch ein beidhändiges High-Fidelity Force-Feedback (1 Kilohertz) ermöglicht. Kerntechnologien wie effiziente Antriebe, Sensorik, Telerobotik und Planungssysteme sind in der Raumfahrt wie auch in medizinischen Systemen relevant. Die sichere und stabile Telepräsenzsteuerung des Roboters ist direkt aus den Arbeiten zur Fernsteuerung von Weltraumrobotern abgeleitet. Hier konnte das DLR mit der ROKVISS-Mission und dem Experiment SpaceJustin das Prinzip des „verlängerten Arms des Menschen im Weltraum“ eindrucksvoll zeigen.

### ***DLR's light-weight robot MIRO***

*The DLR light-weight robot MIRO has been specially designed for different tasks. The Mirourge system consists of three robot arms and serves research in the field of minimally invasive surgery. During surgery, the surgeon controls the robot from an input panel, which enables, besides autostereoscopic 3D video, bimanual High Fidelity Force Feedback (1 kilohertz). Core technologies, such as efficient motors, sensorics, telerobotics, and planning systems are relevant in space as well as in medical systems. The safe and stable telepresence control of the robot is directly derived from the work on tele-operated space robots. Based on the ROKVISS mission and the SpaceJustin experiment, DLR impressively demonstrates the principle of the 'extended arm of man in space'.*



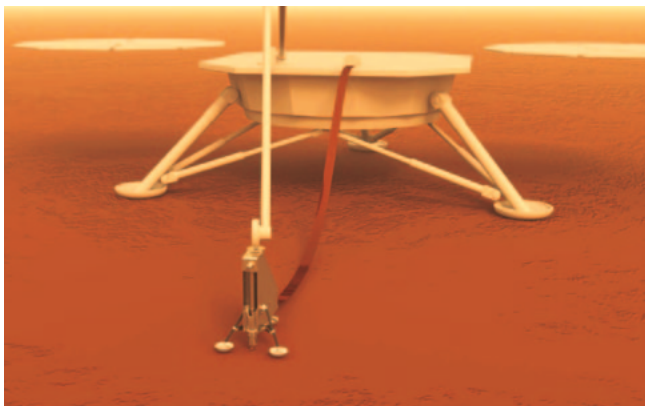
## Der autonome Mondrover Asimov

Mobile Explorationssysteme unterstützen die Wissenschaft bei der Erforschung von Planeten, Asteroiden und Kometen. Hierfür müssen die Robotersysteme weitgehend autonom arbeiten und selbstständig auf selbst-gefährdende Gegebenheiten der Umgebung reagieren können. Redundanz stellt einen wesentlichen Ansatz zur Risikominimierung in der Raumfahrt dar. Bisher bezieht sich dies allerdings meist auf Komponenten eines Raumfahrtssystems. Für die robotische Exploration von Himmelskörpern dagegen könnte Redundanz mehrere explorierende Systeme bedeuten, die kooperativ die Umgebung erkunden. Der in Kooperation mit Partnern entwickelte Rover Asimov nutzt die am DLR entwickelte Antriebstechnologie und Umgebungswahrnehmung mittels „Semi-Global-Watching“ (SGM), um autonom seine Umgebung zu explorieren. Die universelle Anwendbarkeit des Autonomiekonzepts wird anhand des Rovers demonstriert.

### ***The autonomous Asimov moon rover***

*Mobile exploration systems support scientists in exploring planets, asteroids, and comets. For such missions, robot systems must be capable of doing their work and responding to self-threatening circumstances in the environment on a largely autonomous basis. System redundancy is an important approach to minimising risks in space, although it has been applied to individual space system components so far. For the robotic exploration of celestial bodies, redundancy might imply deploying multiple robotic systems that explore the environment co-operatively. Developed in collaboration with partners, the Asimov Moon rover uses a drive technology developed by DLR as well as semi-global matching (SGM) environmental perception technology to explore its surrounding terrain autonomously.*





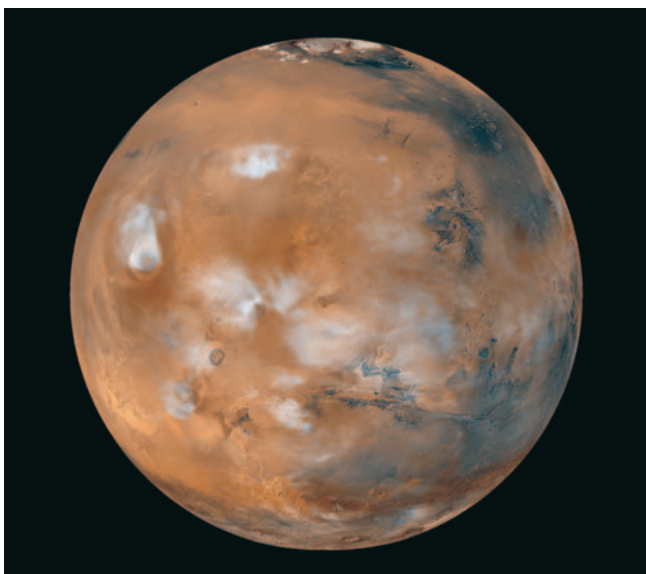
## HP<sup>3</sup> – Geophysikexperiment für den Mars-Untergrund

Der Wärmefluss aus dem Inneren eines Planeten gibt Aufschluss über Aufbau, Zusammensetzung und vor allem die thermische Entwicklung. Trotz zahlreicher Planetensonden stehen derartige Untersuchungen erst am Anfang. Hierzu entwickelt das DLR die Wärmeflusssonde HP<sup>3</sup> (Heat Flow and Physical Properties Package). HP<sup>3</sup> würde erstmals seit Apollo den Wärmefluss im Untergrund eines erdähnlichen Körpers messen. Dazu gräbt sich ein elektromechanischer „Maulwurf“ mehrere Meter tief in den Marsboden und zieht ein Flachkabel mit Thermalsensoren hinter sich her. Diese messen Temperaturprofil und Wärmeleitfähigkeit des Bodens, woraus sich der Wärmefluss bestimmen lässt. HP<sup>3</sup> ist als Experiment für das Landemodul der NASA-Mission InSight (Start 2016) ausgewählt worden.

### **HP<sup>3</sup> – geophysical experiment to investigate the subsoil of Mars**

*The flow of heat from the interior of a planet tells us about its structure, composition, and – most importantly – its thermal evolution. Despite the large number of planetary probes on the job at Mars already, these investigations are only beginning. To this end, DLR is developing the HP<sup>3</sup> probe (Heat Flow and Physical Properties Package). HP<sup>3</sup> would be the first probe after Apollo to measure the heat flow in the subsoil of a terrestrial body. It comprises an electro-mechanical ‘mole’ that will burrow several metres deep into the soil of Mars, pulling a flat cable with heat sensors after it. These heat sensors will measure the temperature profile and thermal conductivity of the soil, data from which the heat flow can be determined. HP<sup>3</sup> will be one of the experiments carried by the lander module of NASA’s InSight mission scheduled for launch in 2016.*



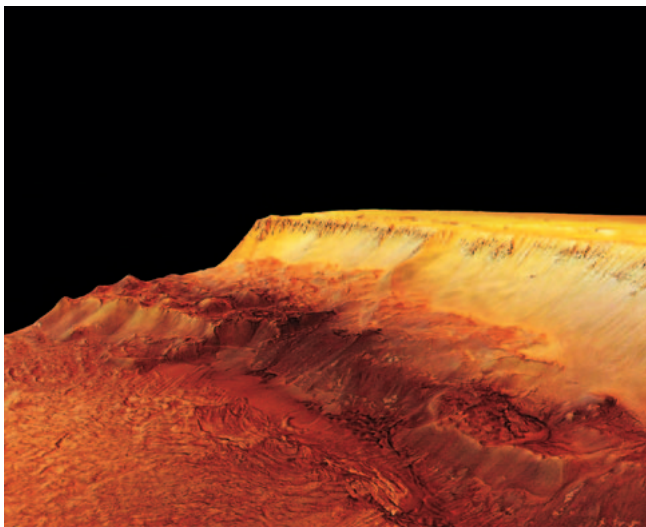


## Der Mars

Der äußere Nachbar der Erde ist ein Wüstenplanet. Im Durchmesser nur halb so groß wie die Erde, ist seine Oberfläche doch so groß wie die aller irdischen Kontinente zusammen genommen. Auf dem Mars fließt heute kein Wasser, die frostigen Temperaturen lassen das Eis an Nord- und Südpol nicht schmelzen. Die bis zu 24 Kilometer hohen Vulkane – die größten im Sonnensystem – scheinen erloschen. Ein riesiges System aus Gräben und Tälern, die Valles Marineris, zeugt von einst intensiver tektonischer Aktivität, die von Kräften im Innern des Planeten angetrieben wurde. Der Mars ist von einer dünnen Atmosphäre umgeben, in der heftige Stürme um den ganzen Planeten wehen und die den charakteristischen, orangeroten Staub verteilen.

### **Planet Mars**

*Earth's outer neighbour is a desert planet. Its diameter is only half that of Earth, but its surface area is nevertheless as large as that of all terrestrial continents put together. Today, no water flows on Mars; its icy temperatures do not allow the ice at the North and South Pole to melt. Its volcanos – the tallest in the Solar System, rising up to 24 kilometres – appear extinct. A gigantic system of rifts and valleys, Valles Marineris, bears witness to the intense tectonic activity that was once powered by forces in the interior of the planet. Mars is surrounded by a thin atmosphere in which violent storms blow around the entire planet, scattering the characteristic orange-red dust.*



## Mars Express – der „Rote Planet“ in 3-D

Der Werbeslogan für den legendären VW Käfer gilt auch für die ESA-Raumsonde Mars Express: Sie läuft und läuft und läuft! Seit 2003 erkundet die erste europäische Planetensonde den Mars, über elftausend Mal hat sie den Planeten bereits umrundet. Mit an Bord die Hochleistungskamera HRSC: Die in Deutschland gebaute und vom DLR betriebene High Resolution Stereo Camera ist das erste Kamerasystem, das einen Planeten systematisch in hoher Auflösung, in Farbe und in „3-D“ erfasst. Bis 2014 wird mit den Aufnahmen der HRSC ein topographischer Bildatlas des Mars erstellt werden. HRSC und sechs weitere Experimente auf Mars Express ermöglichen fundamentale Erkenntnisse zu Fragen der geologischen Entwicklung und der Klimageschichte des Mars.

### ***Mars Express – the Red Planet in 3D***

*ESA's Mars Express space probe bears some resemblance to the legendary VW beetle: it goes on and on and on. Europe's first planetary probe has been exploring Mars since 2003, having encircled the planet more than eleven thousand times. Built in Germany and operated by DLR, the probe's High Resolution Stereo Camera (HRSC) is the first camera system to map a planet systematically in high-resolution 3D colour images. Based on the data of the HRSC, a topographical image atlas of Mars will be completed by 2014. HRSC and the six other experiments on Mars Express have yielded fundamental insights into the geological evolution and the climate history of Mars.*

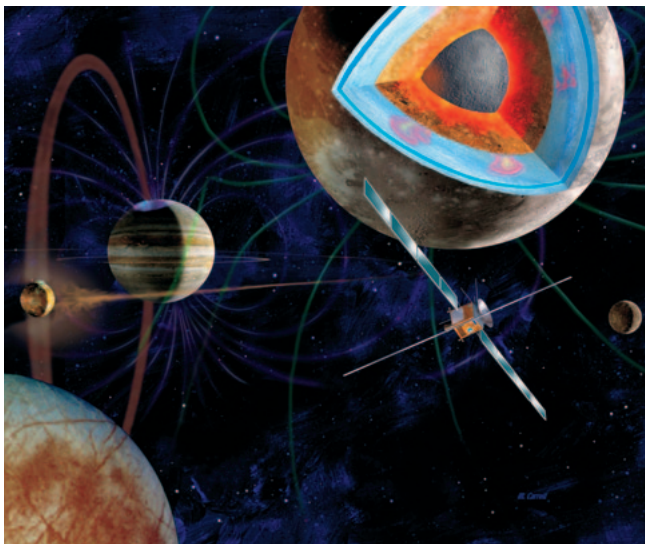


## Saturnmond Enceladus: Dem Leben im Wasser auf der Spur

Gibt es Leben unter dem Eispanzern des Saturnmonds Enceladus? Aus aktiven, eisspeienden Spalten auf seiner Oberfläche – den sogenannten Kryovulkanen – schießen riesige Wassereis-Fontänen ins All, in denen organische Verbindungen existieren und damit eine Chance auf Leben. Sollten Europas Pläne für eine Enceladus-Mission Wirklichkeit werden, wollen deutsche Forscher die dortigen Wasservorkommen genauer auf Lebensspuren untersuchen. Mit einer Einschmelzsonde, dem IceMole, wollen sie in dem vom DLR-Raumfahrtmanagement geförderten Verbundvorhaben „EnEx“ (Enceladus Explorer) in einem ersten Schritt einen subglazialen See in der Antarktis anbohren und dort kontaminationsfrei Proben entnehmen. EnEx wird von einem Hochschulkonsortium unter Leitung der FH Aachen durchgeführt, die mit dem selbstentwickelten IceMole bereits über einen ideal geeigneten Instrumententräger verfügt.

### ***Saturn's moon Enceladus: looking for traces of life in the water***

*Is there life under the icy armour of Saturn's moon Enceladus? Active surface fissures that spew ice – the so-called cryovolcanoes – throw enormous jets of water ice into space, jets that harbour organic compounds and thus a chance of life. If Europe's plans for a mission to Enceladus should become reality, German researchers intend to scrutinise its bodies of water for traces of life. In a first step taken under the EnEx (Enceladus Explorer) joint project funded by the DLR Space Administration, they plan to use a melt probe to drill down to a subglacial lake in the Antarctic and take contamination-free samples from it. EnEx is implemented by a university consortium headed by the Aachen University of Applied Sciences, where a suitable instrument platform, called IceMole, is already available.*

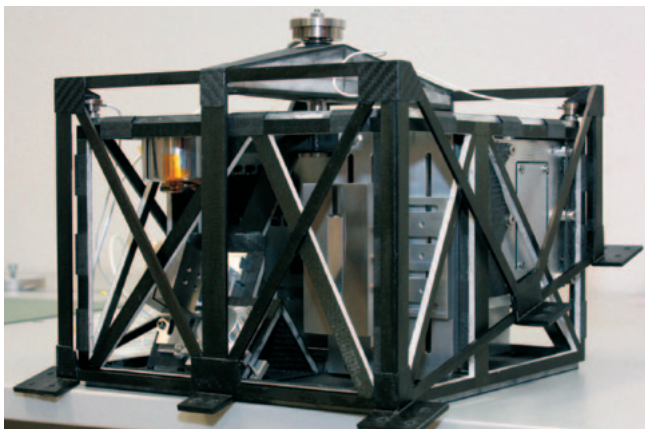


## Die Jupitermission JUICE der ESA

Jupiter und seine 67 Monde können als ein Sonnensystem en miniature betrachtet werden. Das Wissen um diesen Gasriesen, sein starkes Magnetfeld und vor allem seine vier großen „Galileischen“ Monde ist von Bedeutung für das Verständnis fundamentaler Prozesse im Sonnensystem. Die ESA wird 2022 die Raumsonde JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer) zum Jupiter starten, auch das DLR ist an der Mission beteiligt. Neben dem Planeten selbst stehen die drei großen Monde Ganymed, Callisto und Europa im Mittelpunkt. Unter deren dicken Eispanzern werden Ozeane aus Wasser vermutet – sogar Leben könnte dort entstanden sein. Die Ankunft am Jupiter ist für das Jahr 2030 geplant. Nach drei Jahren Beobachtungszeit endet JUICE voraussichtlich 2033.

### **ESA's Jupiter mission JUICE**

*Jupiter and its 67 moons might be regarded as a miniature solar system. Knowing more about this gas giant, its powerful magnetic field and, most importantly, its four large 'Galilean' satellites is important for our understanding of certain fundamental processes in the Solar System. In 2022, ESA's JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer) will be launched for Jupiter, a mission in which DLR is strongly involved. Besides the planet itself, the mission will focus on three of its large moons, Ganymede, Callisto, and Europa. Under their thick ice shields, oceans of water are suspected to exist, and even life might have evolved there. The probe is scheduled to arrive at Jupiter in 2030. After three years of observation, JUICE will probably end in 2033.*

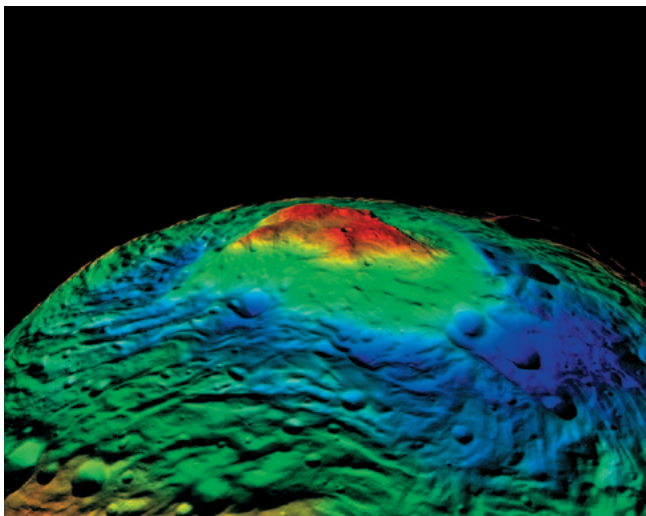


## Mobiler Asteroidenlander für Hayabusa-II

MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout) ist ein hochintegrierter Asteroidenlander, federführend entwickelt von DLR-Wissenschaftlern in Kooperation mit der CNES und der JAXA. Das Landemodul wiegt knapp zehn Kilogramm und hat Platz für rund drei Kilogramm schwere Nutzlasten. Seine Struktur ist mit 450 Gramm extrem leicht und zugleich hochsteif. Dies wird durch die Verwendung spezieller, nur 0,125 Millimeter dicker CFK-Schichten möglich, die mit einem Schaumkern bzw. als Laminat zu einer materialgerechten Fachwerkstruktur kombiniert sind. MASCOT soll sich 2014 an Bord der japanischen Raumsonde Hayabusa-II auf den Weg zum erdnahen Asteroiden 1999 JU3 machen. Mitte 2018 soll Hayabusa-II dort ankommen, um Gesteinsproben zu entnehmen und zur Erde zurückzubringen. Der bewegliche Lander MASCOT unterstützt dabei das Mutterschiff bei der Suche nach einem geeigneten, wissenschaftlich interessanten Landeplatz und wird auf 1999 JU3 wissenschaftliche Untersuchungen durchführen.

### ***Mobile asteroid lander for Hayabusa-II***

*MASCOT (A mobile asteroid surface scout) is a highly-integrated asteroid lander whose development is co-ordinated by DLR scientists collaborating with CNES and JAXA. Weighting nearly ten kilogrammes, the lander has room for around three kilogrammes of payload. Its structure is extremely light and stiff at the same time with a mass of 450 grammes. This has been achieved by using special CFC layers no more than 0.125 millimetres thick and combining them into an appropriate framework structure with a foamed core or in laminate form. In 2014, MASCOT is to set out for the Near Earth Asteroid 1999 JU3 on board the Japanese spacecraft Hayabusa II. The spacecraft is scheduled to arrive in mid-2018 to gather rock samples and bring them back to Earth. The MASCOT mobile lander should support the orbiter in its search for a suitable landing site that is scientifically interesting and will carry out experiments on 1999 JU3.*



## Die Raumsonde Dawn am Asteroiden Vesta

Das in jüngster Zeit spannendste Ereignis der internationalen Planetenforschung war die Mission der NASA-Raumsonde Dawn zum Asteroiden Vesta. Der Orbiter erkundete 2011 und 2012 den drittgrößten und zweitschwersten Körper zwischen Mars und Jupiter. Das in Deutschland entwickelte Kamerasystem fotografierte den Planetoiden mit einem Durchmesser von 500 Kilometern aus drei unterschiedlich hohen Umlaufbahnen. Die Wissenschaftler kamen aus dem Staunen nicht mehr heraus: Vesta, so zeigte sich, ist ein „Beinahe-Planet“ im Asteroidengürtel. Am DLR wurden Bilddaten ausgewertet, außerdem die Topographie und die exakte Form des Körpers berechnet. Ende August 2012 nahm Dawn Abschied von Vesta – die Reise geht nun zum Zwergplaneten Ceres, der 2015 erreicht wird.

### ***The Dawn space probe at Asteroid Vesta***

*The most thrilling event that recently occurred in international planetary research was the mission of NASA's Dawn space probe to the asteroid Vesta. In 2011 and 2012, the orbiter explored the third-largest and second-heaviest body between Mars and Jupiter. Developed in Germany, its camera system photographed the planetoid having a diameter of 500 kilometres from three orbits at different altitudes. Scientists were endlessly astonished when it emerged that Vesta comes close to being classed as a planet in the asteroid belt. Image data were evaluated at DLR and the topography and exact shape of the body were computed. At the end of August 2012, Dawn took leave of Vesta; it is now making tracks for the dwarf planet Ceres, which it will reach in 2015.*





## Mondstaub aus dem Mare Crisium

„Bringt mir eine Handvoll Mondstaub, und ich erkläre Euch das Universum“ – solches behauptete der Nobelpreisträger Harold Urey, noch bevor der Mensch den Mond betreten hatte. Tatsächlich ermöglichte die Analyse von lunarem Gestein und Proben des Mondstaubs grundlegende Einblicke in die Entwicklung aller Körper des Sonnensystems. Von den 12 Apollo-Astronauten wurden knapp 400 Kilogramm davon eingesammelt. Diese winzige Probe aus dem Bestand des DLR wurde einem 2,25 Meter langen Bohrkern der Sonde Luna 24 entnommen: Der damaligen Sowjetunion war es 1976 gelungen, 326 Gramm Mond mit robotischen Sonden zur Erde zu bringen. Die Zusammensetzung ist irdischem Basalt ähnlich, einem weit verbreiteten Vulkangestein.

### ***Moon dust from Mare Crisium***

*‘Bring me a handful of moon dust, and I will explain the universe to you’ – thus the claim made by Harold Urey, a Nobel laureate, even before humans had arrived on the moon. In point of fact, analyses of lunar rock and dust samples have yielded fundamental insights into the evolution of all bodies in the solar system. The twelve Apollo astronauts gathered nearly 400 kilogrammes of the material. This minute sample held by DLR was taken from a 2.25-metre drilling core gathered by the Luna 24 probe: in 1976, the Soviet Union succeeded in bringing 326 grammes of lunar material back to Earth with robotic probes. The sample’s composition resembles that of terrestrial basalt, a common type of volcanic rock.*



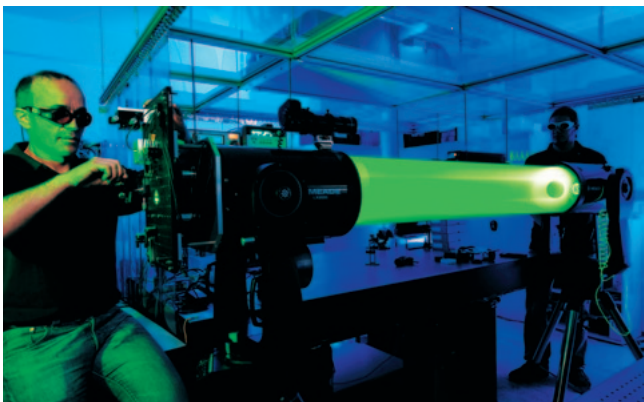


## NEOShield

Wie groß ist die Gefahr, dass die Erde mit einem Asteroiden kollidiert? Und was könnten wir unternehmen, wenn sich herausstellt, dass ein die Erdbahn kreuzender Asteroid, einer der über 8.000 bekannten „Near-Earth Objects“ (NEOs), auf Kollisionskurs mit unserer kosmischen Heimat ist? Auch wenn derzeit kein Anlass zur Sorge besteht: Mit diesen Fragestellungen beschäftigt sich das Projekt NEOShield, in dem 13 Partner aus Forschung und Industrie unter der Führung des DLR vereint sind. Durchaus realistisch ist beispielsweise die Idee, die Bahn eines solchen Asteroiden ein klein wenig zu verändern – NEOShield sucht hier nach Möglichkeiten. Gefördert wird die Initiative über dreieinhalb Jahre von der Europäischen Union.

### **NEOShield**

*How great is the danger of Earth colliding with an asteroid? And what could we do if we found that an asteroid crossing the Earth's orbit, one of the more than 8,000 known Near-Earth Objects (NEOs), is on a collision course with our cosmic home? Even though there is no occasion to worry at the moment, these questions are nevertheless addressed by the NEOShield project which, led by DLR, unites 13 partners from research and industry. It is, for example, quite a realistic idea to change the trajectory of such an asteroid just a little – NEOShield is looking for options in this regard. The initiative is being funded by the European Union for a period of three and a half years.*



## Mit Lasern Weltraumschrott beobachten

In Zukunft soll per Laser Weltraumschrott im All vermessen, von seiner Bahn abgelenkt und beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre zum Verglühen gebracht werden. Denn jährlich nimmt die Zahl kleiner Schrottteilchen im Weltall um mehrere Zehntausend zu. Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickeln derzeit ein optisches Beobachtungssystem mit einem leistungsstarken Laser, dessen Pulse auch Teilchen mit einem Durchmesser von nur wenigen Zentimetern erfassen und ihre Umlaufbahn vermessen können. Laserstrahlen lassen sich sehr gut bündeln. Dies hat zur Folge, dass mit dem Verfahren des „Laser-Tracking“ sehr präzise Winkelkoordinaten gemessen werden können. Zudem lassen sich Abstandsmessungen über die Bestimmung der Laufzeit der Laserpulse durchführen (Laser Ranging). Das Exponat zeigt die Durchführung einer solchen 3-D-Positionsmessung an einem vereinfachten Aufbau.

### ***Using lasers to observe space debris***

*The continuously increasing number of space debris endangers space faring especially in low earth orbits. Scientists of the German Aerospace Centre (DLR) are currently developing an optical observation system featuring a pulsed laser capable of highly accurate position determination of particles measuring only a few centimetres in diameter. Laser beams are easy to focus, which is why angular coordinates may be measured very precisely by laser tracking. Moreover, distances can be measured by determining the time-of-flight of laser pulses (laser ranging). The exhibit is a simplified set-up to demonstrate how such a 3D position measurement is carried out.*



## Wiedereintritt mit der EXPERT-Nasenkappe

Bei der EXPERT-Weltraumkapsel der ESA geht es um den Wiedereintritt von Raumfahrzeugen in die Erdatmosphäre. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat die faserkeramische Nasenkappe für EXPERT entwickelt. Diese muss extremen Temperaturen von circa 2.100 Grad Celsius an der Außenseite standhalten. Gefertigt ist die Nasenkappe deshalb aus keramischen Werkstoffen, die im Vergleich zu metallischen wesentlich hitzebeständiger, extrem leicht und auch bei hohen Temperaturen formstabil sind. Ziel der Mission ist es, qualitativ hochwertige Daten zur Aerothermodynamik des Wiedereintritts zu sammeln. So ist die EXPERT-Kapsel mit 14 Experimenten ausgerüstet, die während des Fluges durch die Atmosphäre Messungen durchführen. Wichtige Instrumente sind vor allem in die Nase der Raumkapsel integriert. Die Kapsel wurde bereits vollständig integriert, umfangreich getestet und ist bereit für den Flug.

### **Re-Entry with the EXPERT Nose Cap**

*ESA's EXPERT nose cap relates to the re-entry of spacecraft into the Earth's atmosphere. Developed by the German Aerospace Centre, EXPERT's fibre-ceramic nose cap must withstand extreme surface temperatures of about 2,100 degrees Celsius. The nose cap is made of ceramic materials because these are much more heat-resistant than metals, extremely light, and dimensionally stable even at high temperatures. The objective of the mission is to gather high-quality data on the aero-thermodynamics of re-entry. For that purpose, the EXPERT capsule is equipped with 14 experiments that will carry out measurements during its flight through the atmosphere. Most of the important instruments are built into the nose of the space capsule. The capsule has already been completely integrated and extensively tested; it is now ready to fly.*

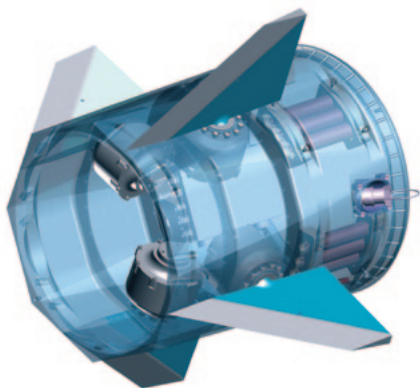


## Raumflugkörper SHEFEX 2 erfolgreich gestartet

Seit zehn Jahren entwickelt das DLR mit dem SHEFEX-Programm eine Technologie, mit der ein Flugkörper nach einem Flug ins Weltall wieder unbeschadet in die Atmosphäre eintreten und landen kann. Der Wiedereintritt soll durch ein scharfkantiges Design deutlich kostengünstiger werden. SHEFEX 1 flog 2005 erfolgreich. Am 22. Juni 2012 startete nun SHEFEX 2, das erstmals auch mithilfe von Steuerflügeln aktiv gesteuert wurde und die Manöver wie geplant absolvierte. Für alle Experimente an Bord lieferte SHEFEX 2 während des zehnminütigen Fluges vor der norwegischen Küste im Nordatlantik umfangreiche Daten. Bei einem Experiment wurde beispielsweise eine poröse Hitzeschuttkachel von Stickstoff durchströmt – die Kachel wurde so gekühlt. Die Erfahrungen von SHEFEX 2 sollen in das Nachfolgeprojekt SHEFEX 3 einfließen. Dessen Eintritt in die Atmosphäre soll bis zu 15 Minuten lang dauern und mit Mach 20 noch näher an die Orbitalgeschwindigkeit von Mach 27 herankommen.

### ***SHEFEX 2 spacecraft successfully launched***

*For ten years, DLR has been developing return technology under the SHEFEX programme that will enable flying objects to enter the atmosphere and land safely after a flight in space. A sharp-edged design is supposed to enhance mission flexibility and lower the cost of re-entry considerably. SHEFEX 1 successfully flew in 2005. On 22 June 2012, SHEFEX 2 took off, the first version to be actively controlled by wing flaps. It successfully completed all scheduled manoeuvres. All experiments on board SHEFEX 2 supplied copious amounts of data during the craft's ten-minute flight over the North Atlantic off the Norwegian coast. In one experiment, for example, cooling was achieved by nitrogen flowing through a porous thermal protection tile. The experience gathered with SHEFEX 2 will be employed in the successor project SHEFEX 3, whose entry into the atmosphere will take 15 minutes at a speed of Mach 20, coming even closer to the orbital velocity of Mach 27.*



## Maßgeschneidertes Flugsteuerungssystem für SHEFEX 2

Im Gegensatz zu seinem Vorgänger ist das vom DLR entwickelte scharfkantige Raumfahrzeug SHEFEX 2 (SHarp Edge Flight Experiment) bei seinem Wiedereintritt in die Atmosphäre aktiv gesteuert worden: DLR-Wissenschaftler haben dazu ein maßgeschneidertes aerodynamisches Flugsteuerungssystem entwickelt, mit dem der Raumflugkörper kontrolliert zur Erde zurückgekehrt ist. Kern des sogenannten Canard-Systems sind kleine Ruderflächen (Flügel, Canards), die im vorderen Teil von SHEFEX 2 angebracht waren und mit denen das Raumfahrzeug automatisch gesteuert werden konnte. Elektromechanische Ruderstellsysteme weisen ein großes Potenzial für künftige wiedereintretende Raumfahrzeuge auf, da sie extreme aerodynamische und thermische Lasten aushalten. SHEFEX 2 war beim Wiedereintritt mit einem Tempo von fast drei Kilometern pro Sekunde unterwegs – damit wäre man in 80 Sekunden von Braunschweig aus in Berlin.

### ***Tailored flight control system for SHEFEX 2***

*A new module makes it possible. Unlike its predecessor, the sharp-edged space vehicle SHEFEX 2 (SHarp Edge Flight EXperiment) developed by DLR was under active control when it re-entered the atmosphere: a tailored aerodynamic flight control system developed by DLR scientists enabled the spacecraft to return to Earth in controlled flight. At the core of the so-called canard system there are small control surfaces (wings, canards) which were mounted in the forepart of SHEFEX 2 and used to control the spacecraft automatically. Electro-mechanical actuator systems for control surfaces have great potential for future re-entry spacecraft because they are able to withstand extreme aerodynamic and thermal loads. During re-entry, SHEFEX 2 flew at almost three kilometres per second – at that speed you could travel from Braunschweig to Berlin in 80 seconds.*



## Meteoriten unter dem Mikroskop untersuchen

Täglich treffen etliche Tonnen außerirdisches Material auf die Erdatmosphäre. Das Meiste ist so winzig, dass es vollständig verglüht und allenfalls als Sternschnuppe in Erscheinung tritt. Von dem kleinen Rest fällt ein Großteil in die Weltmeere oder auf unbewohntes Land. Daher bekommt der Mensch, abgesehen von den romantischen Leuchtspuren am Nachthimmel, fast nichts von Meteoriten mit. Aber sie haben die Geschichte der Erde entscheidend geprägt und stellen noch immer eine Gefahr dar. Im DLR\_School\_Lab Berlin können Nachwuchswissenschaftler dieser Frage nachgehen und Dünnschliffe von Meteoriten unter dem Polarisationsmikroskop untersuchen.

### ***Studying meteorites under a microscope***

*Several tons of extra-terrestrial material hit the Earth's atmosphere every day. Most of the particles are so tiny that they burn up entirely, becoming visible only as meteors, if at all. Most of what is left drops into the oceans or on uninhabited country. For this reason, people almost never notice meteorites, apart from the romantic luminous traces they leave in the night sky. Yet they have had a crucial influence on the history of Earth, and they are still dangerous. At the Berlin DLR\_School\_Lab, young scientists may pursue this question and study transparent sections of meteorites under a polarising microscope.*



## C.R.O.P.: Biofilter für geschlossene Lebenserhaltungssysteme

Das DLR forscht an einem Biofilter-System (C.R.O.P.), mit dem organische Abfälle reduziert und leistungsfähige Lebenserhaltungssysteme entwickelt werden sollen. Ein mikrobiologischer Rieselfilter aus Lavagestein ist Lebensraum für viele Bakterien, Pilze und Einzeller. Diese reinigen und entgiften das Wasser. Das Wasser läuft kreislaufartig durch eine mit dem Lavagestein gefüllte Filterröhre. Der Filter stellt sich individuell auf die Stoffe ein. Ziel ist ein Nass-Komposter-System, das in geschlossenen Lebensräumen zum Einsatz kommen kann, zum Beispiel bei der Vorreinigung von Abwässern, im Agrarsektor zur Veredelung von Stickstoffquellen, in der Industrie beim mikrobiellen Abbau von Umweltgiften sowie unter extremen Bedingungen wie in Krisengebieten, verseuchten Landstrichen oder im Weltraum. C.R.O.P. ist zudem Bestandteil von „:envihab“, einer einzigartigen medizinischen Forschungsanlage des DLR, in der ab Juli 2013 die Wirkung verschiedenster Umweltbedingungen auf den Menschen und mögliche Gegenmaßnahmen erforscht werden.

### **C.R.O.P.: A biofilter for closed-loop life support systems**

*DLR is researching a special biofilter system (C.R.O.P) for reducing organic waste and developing efficient life support systems. A microbiological trickling filter of lava rock is the habitat of a multitude of bacteria, fungi, and monocytes, which purify and decontaminate water. The water percolates in circular flow through a filter tube filled with lava rock. The filter adjusts itself individually to the substances. The development aims at a wet composting system that may be used in closed environments such as, for instance, sewage pre-treatment, the improvement of nitrogen sources in agriculture, the microbial degradation of environmental toxins in industry, and other extreme environments such as crisis regions, contaminated areas, or outer space. Furthermore, CROP is a constituent element of :envihab, a unique medical research facility where, from July 2013 onwards, DLR intends to investigate the impact of various environmental conditions on humans, and to explore possible countermeasures.*





## Herz und Kreislauf in der Schwerelosigkeit

Schwerelosigkeit wirkt sich unter anderem auf das Herz-Kreislauf-System des Menschen aus. Als Folge können Astronauten nach einem langen Aufenthalt im All nach ihrer Rückkehr zur Erde zunächst nur eingeschränkt aufrecht stehen. Ähnliche Veränderungen treten auch nach langer Bettruhe auf, z. B. bei Patienten auf einer Intensivstation. Grund dafür ist, dass sich unser Herz-Kreislauf-System unter dem kontinuierlichen Einfluss der Schwerkraft auf der Erde entwickelt hat. Es sorgt zum Beispiel dafür, dass beim Positionswechsel vom Liegen zum Stehen nicht unser gesamtes Blut vom Gehirn in die Füße strömt. Wäre dies der Fall, würden wir bewusstlos. Das DLR-Mitmachexperiment veranschaulicht diesen Zusammenhang, also die Mechanismen im Körper, die die aufrechte Körperhaltung (Orthostase) ermöglichen. Bei einem Parabelflug haben DLR-Wissenschaftler die Orthostase unter den Schwerkraftverhältnissen von Mars und Mond untersucht.

### ***The cardiovascular system in microgravity***

*Among other things, microgravity affects the human cardiovascular system, the consequence being that astronauts who have just returned to Earth after a prolonged stay in space are able to stand upright only within limits. Similar changes occur in patients who have been confined to bedrest for a long time, in intensive care, for example. The reason is that our cardiovascular system has evolved under the continuous influence of gravity on Earth. Thus, it ensures that our blood does not rush entirely from the brain to the feet when we stand up after lying down. If it did, we would faint. DLR's join-in experiment illustrates this interaction, i.e. those mechanisms in our body that enable us to assume an upright position (orthostasis). On a parabolic flight, DLR scientists have examined orthostasis under the gravity conditions prevailing on Mars and the Moon.*

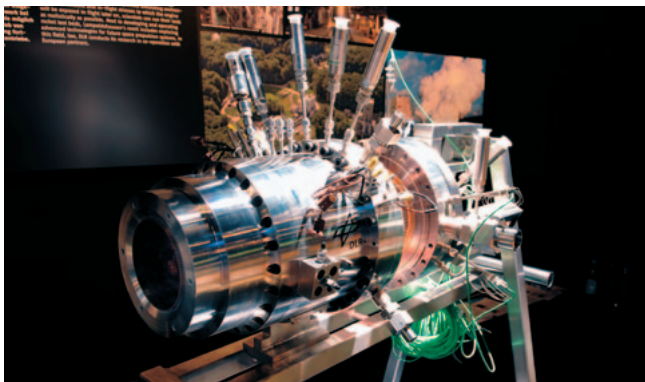


## Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum

Das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum (GSOC) in Oberpfaffenhofen bei München gehört zum DLR-„Raumflugbetrieb und Astronautentraining“, der zentralen Einrichtung für die Durchführung von Raumflugmissionen in Deutschland. Zu den Aufgaben zählen Satellitenmissionen für die Erdbeobachtung, Kommunikation und Aufklärung, bemannte Raumflüge und Erkundungsmissionen in das Planetensystem. Das GSOC hat seit 1969 in mehr als 60 Missionen seine Kompetenz im Betrieb von Raumfahrzeugen aller Art unter Beweis gestellt. Mit der Inbetriebnahme des europäischen Forschungslabors „Columbus“ im Februar 2008 als größter europäischer Beitrag zur Internationalen Raumstation ISS nahm das zum GSOC gehörende Columbus-Kontrollzentrum seine Arbeit auf. Darüber hinaus gehört zum GSOC eine Satelliten-Bodenstation in Weilheim (Oberbayern). Diese verfügt über unterschiedliche Antennen und ist in ein weltweites Kommunikationsnetzwerk eingebunden.

### **German Space Operations Centre**

*Located at Oberpfaffenhofen near Munich, the German Space Operations Centre (GSOC) is part of DLR's space operations and astronaut training division, the key institution for implementing space missions in Germany. Its tasks include satellite missions for Earth observation, communication, and reconnaissance as well as manned space flights and exploratory missions into the planetary system. In more than 60 missions since 1969, the GSOC has furnished ample proof of its competence in operating space vehicles of any kind. When the European research laboratory Columbus, Europe's most important contribution to the International Space Station, was commissioned in February 2008, the Columbus Control Centre which forms part of the GSOC took up its duties. In addition, the GSOC operates a satellite ground station at Weilheim (Upper Bavaria). Equipped with a variety of antennas, the station is integrated into a worldwide communication network.*



## Schubkammertechnologie

Eine der wichtigsten Leistungsgrößen moderner Raketentriebwerke ist der erzielbare Brennkammerdruck. Je größer dieser Druck ist, desto effizienter kann das Triebwerk die chemische Energie der Treibstoffe in Schub umwandeln. Hochleistungstriebwerke benötigen zusätzliche Gasgenerator-Brennkammern, die die notwendige Antriebsleistung für die Brennstoffpumpen bereitstellen. Diesen Gasgeneratoren kommt eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung eines Triebwerks für die nächste Generation der europäischen Trägerfamilie Ariane zu. Das DLR-Institut für Raumfahrtantriebe am DLR Lampoldshausen betreibt eine mit einem porösen Einspritzkopf (API, Advanced Porous Injector) ausgerüstete Forschungsbrennkammer zur Untersuchung der speziellen Einspritzbedingungen und Treibstoffaufbereitung in Gasgeneratoren. Am europäischen Forschungs- und Technologieprüfstand P8 wurde mit dieser Brennkammer ein Druck von 300 bar erreicht.

### ***Thrust-chamber technology***

*Thrust-chamber pressure is one of the most important performance parameters of all modern rocket engines. The higher the pressure, the greater the efficiency with which the engine converts the chemical energy of the fuel into thrust. High-performance engines need additional gas-generator combustion chambers to power the fuel pumps. These gas generators play a crucial role in the development of an engine for the next generation of the European Ariane launcher family. At the DLR Lampoldshausen, the DLR Institute of Space Propulsion operates an experimental combustion chamber equipped with a porous injector (API, Advanced Porous Injector) to investigate the injection and atomization conditions typical for gas generators. At the European research and technology test bench P8, a pressure of 300 bar was achieved with this combustion chamber.*

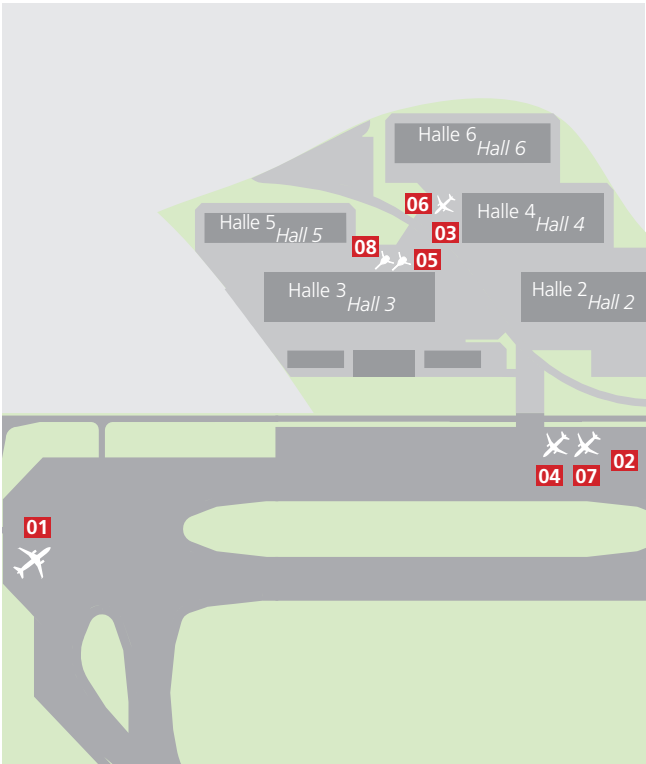


## Triebwerkstests beim DLR Lampoldshausen

Das DLR verfügt bei der Entwicklung und beim Betrieb von Triebwerkprüfständen über einmalige Kompetenzen. Am Standort Lampoldshausen werden seit nunmehr 50 Jahren Antriebe für Raketen und Raumfahrtssysteme getestet und weiterentwickelt. Die Forschungsarbeiten sind Bestandteil des Ariane-Programms und sichern Europa einen wettbewerbsfähigen und unabhängigen Zugang zum Weltraum. Dieser ist die Voraussetzung zur uneingeschränkten Nutzung von Satellitendaten. Der Höhensimulationsprüfstand P4 des DLR ist für die Entwicklung des in Europa künftig leistungsfähigsten Oberstufentriebwerks VINCI unverzichtbar: Wissenschaftler können Tests dank der Simulation von Umgebungsbedingungen und Fluglasten, denen das Triebwerk bei seinem späteren Flug ausgesetzt ist, so realistisch wie möglich durchführen. Zudem werden beim DLR Lampoldshausen – zusammen mit europäischen Partnern – fortschrittliche Technologien für künftige Raumfahrtantriebe erforscht.

### **Engine tests at DLR's Lampoldshausen site**

*DLR's competence in the development and operation of engine test stands is unique. For more than 50 years now, rocket and space-system propulsion units have been tested and developed at the Lampoldshausen site. Forming part of the Ariane programme, these research activities serve to secure Europe's competitive and autonomous access to space on which the unrestricted use of satellite data depends. DLR's P4 high-altitude simulation test bed is indispensable for the development of VINCI, Europe's most powerful upper-stage engine of the future: as the stand permits simulating environmental conditions and in-flight stresses to which the engine will be exposed in flight later on, scientists can run their tests as realistically as possible. Moreover, DLR's Lampoldshausen site conducts research on advanced technologies for future space propulsion systems in co-operation with European partners.*



## Das DLR-Static Display

## *The DLR Static Display*

**01** Airbus A300 ZERO-G

*Airbus A300 ZERO-G* **01**

**02** Luftfrachtcontainer-Demonstrator Typ AAX

*Airfreight Container demonstrator type AAX* **02**

**03** PET-Launcher

*PET launcher* **03**

Forschungsluftfahrzeuge des DLR

*DLR Research Aircraft*

**04** Antares DLR-H2

*Antares DLR-H2* **04**

**05** Bölkow BO 105

*Bölkow BO 105* **05**

**06** Cessna 208B Grand Caravan

*Cessna 208B Grand Caravan* **06**

**07** Dassault Falcon 20E-5

*Dassault Falcon 20E-5* **07**

**08** EC 135 ACT/FHS

*EC 135 ACT/FHS* **08**

Static Display



## AIRBUS A300 ZERO-G

Dieses Flugzeug wurde eigens umgebaut, um Parabelflüge durchführen zu können. Während eines Parabel-Manövers sind die Kabine, die Passagiere und die Geräte an Bord für die Dauer von 20 Sekunden annähernder Schwerelosigkeit ausgesetzt. Im Auftrag der Europäischen Raumfahrtagentur ESA sowie CNES und DLR führt die französische Firma NOVESPACE sowohl von Bordeaux als auch vom Ausland aus Flugkampagnen für öffentlich-rechtliche und industrielle Kunden durch. Am DLR-Stand gezeigt wird ein Modell im Maßstab 1:20.

Auf Parabelflügen werden wissenschaftliche und technologische Experimente realisiert, technische Protokolle für Instrumente, die in Schwerelosigkeit funktionieren müssen, vorbereitet sowie Astronautentrainings und pädagogische Experimente durchgeführt.

### **AIRBUS A300 ZERO-G**

*This aircraft was specially modified in order to be able to conduct parabolic flights. During the parabolic manoeuvre, the cabin as well as passengers and equipment are subject to 20 seconds of microgravity. The French company NOVESPACE is conducting parabolic flights on behalf of the European Space Agency ESA, CNES, and DLR for scientific and industrial clients – taking-off from Bordeaux and from abroad.*

*On parabolic flights, scientific and technological experiments are run and technical logs for instruments that have to function under microgravity are prepared. Moreover, astronaut training procedures and educational experiments are carried out here. At the DLR booth, a 1:20 scale model is on display.*



## Luftfrachtcontainer-Demonstrator Typ AAX

Bei dem Demonstrator handelt es sich um einen leichtbaumodifizierten Luftfrachtcontainer vom Typ AAX. Dieser kommt auf dem Hauptdeck von Frachtflugzeugen zum Einsatz und hat ein maximales Abfluggewicht von über sechs Tonnen. Um möglichst viel Fracht mitnehmen zu können, sollte das Leergewicht gering gehalten werden. Weitere Gründe für einen Leichtbau-Luftfrachtcontainer sind ein geringerer Kraftstoffverbrauch, insbesondere bei Leertransport, und ein verminderter CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Frachtflugzeugs. Um die Lebenszykluskosten möglichst gering zu halten, werden für den Demonstrator Materialien eingesetzt, die kostengünstigere, einfachere und weniger häufige Reparaturen erwarten lassen. So wird für die Seitenwände und die Tür ein technisches Textil eingesetzt, welches - neben seinem geringen Flächengewicht - aufgrund seiner elastischen Eigenschaften resistenter gegenüber Beschädigungen ist und somit Schäden vorbeugt. Die Bodenplatte besteht aus einem Materialmix, der auf die speziellen Anforderungen an einen Luftfrachtcontainer-Boden ausgelegt ist.

### **Airfreight container demonstrator type AAX**

*This demonstrator is a lightweight-modified airfreight container of the AAX type. Transported on the main deck of cargo aircraft, its maximum gross weight is more than six tons. The tare weight should be kept low so that as much freight as possible can be shipped. Further reasons for having lightweight containers include reduced fuel consumption, particularly when empty containers are transported, and reduced CO<sub>2</sub> emissions from the aircraft. To keep life-cycle costs low, the demonstrator was built of materials from which more cost-efficient, simpler, and less frequent repairs may be expected. The material used for the side panels, for example, is an industrial fabric which – next to its low surface weight – is elastic and therefore impact-tolerant, which prevents damage. The baseplate is made of a hybrid material designed to meet the special requirements applying to the base of an air cargo container.*





## Der Countdown läuft

Zehn, neun, acht ... Der Countdown läuft, bis bei „null“ die Raketenmotoren zünden. Mit einem ohrenbetäubenden Donner löst sich die europäische Trägerrakete Ariane 5 vom Boden und begibt sich auf den Weg in den Weltraum. Schon nach kurzer Zeit ist die Rakete kaum noch zu erkennen – und aus der Entfernung sieht man nur noch ihren riesigen „Feuerschweif“.

Raketen bewegen sich nach dem Rückstoßprinzip fort, indem sie Gas aus den Düsen ausstoßen und dadurch in die entgegengesetzte Richtung beschleunigen. Mit einer Modellrakete können Sie dieses physikalische Grundprinzip des Raketenantriebs selbst erforschen. Nur etwas Druckluft ist nötig, um die Mini-Rakete „in den Orbit“ zu schießen.

### ***The countdown has started***

*Ten, nine, eight ... the countdown is running until, at 'zero', the rocket engines ignite. A deafening thunder roars as Europe's launcher Ariane 5 lifts off the ground and heads for space. In a flash, the rocket has almost completely disappeared from view, leaving behind only its gigantic 'fiery tail'.*

*Rocket propulsion uses the repulsion principle. By emitting a jet of gas from its engine nozzles in one direction, the rocket is accelerated in the opposite direction. With a model rocket, you may research on this basic physical principle yourself. All you need for this experiment is some compressed air to launch your mini-rocket 'into orbit'.*

# Bauanleitung für den PET-Launcher

## Benötigtes Material für die Rakete:

2 unbeschädigte PET-Flaschen (1,5 Liter), 1 Wasserhahnanschluss 3/4", 1 Müllsack, 8 x 50 cm Nyllonschnur, 1 Rolle Tesafilm, 1 Rolle Isolierband, 1 Rolle Teflonband, 1 Bogen Fotokarton oder Bastelpappe, Schere, Bleistift, Lineal, Haartrockner oder Heißluftgebläse



1. Plastikring der Verschlusskappe entfernen



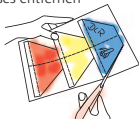
2. Dichtungsring des Wasserhahnanschlusses entfernen



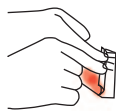
3. Flaschengewinde mit Haartrockner erhitzen  
Achtung: heiß/Verbrennungsgefahr



4. Wasserhahnanschluss auf Flasche drehen und abkühlen lassen



5. 3 Flügel aus Fotokarton ausschneiden



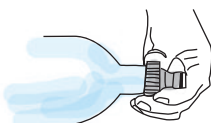
6. Flügel falten und zusammenkleben



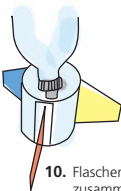
7. Zweite Flasche zerschneiden



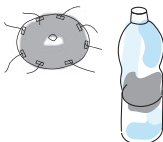
8. Flügel ankleben



9. Wasserhahnanschluss von abgekühlter Flasche abdrehen, Dichtung wieder rein, Gewinde mit Teflonband umwickeln, Anschluss wieder aufschrauben



10. Flaschenteile zusammenstecken und mit Klebestreifen verbinden



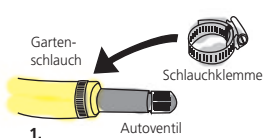
11. Fallschirm aus Mülltüte (Ø 50 cm) basteln, am Tank befestigen und den oberen Teil der zweiten Flasche locker aufsetzen



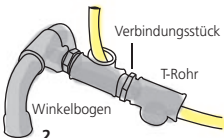
12. Tank zu 1/3 mit Wasser befüllen

## Benötigtes Material für die Startrampe:

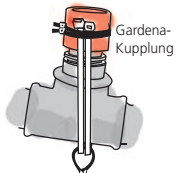
2 x 1"-Winkelbogen 90°, 3 x 1"-T-Rohr, 2 x 1"-Verbindungsstück, ca. 1 m Gartenschlauch (1/2") – bis min. 10 bar belastbar, 1 x Autoventil, 1 x Schlauchklemme, 1 x Gardena-Kupplung, 1 x Luftpumpe mit Manometer, 3 x Kabelbinder klein, 4 x Kabelbinder groß, 1 x Stange (am besten aus Metall, ca. 1 m Länge)



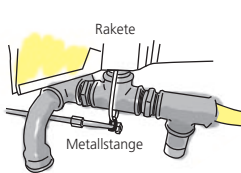
1. Autoventil



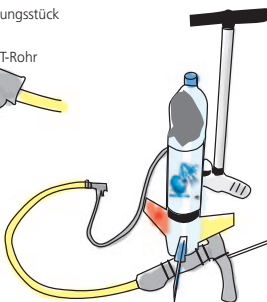
2.



3. Für den Auslösemechanismus die Kabelbinder an der Gardena-Kupplung befestigen



4. Rakete anschließen. Die Kabelbinder-Öse nimmt die Metallstange für die Auslösung der Rakete auf.



- ! Befüllung mit max. 3-4 bar!
- ! Steighöhe bis zu 40 Meter!
- ! Benutzung auf eigene Gefahr!

Ausführlichere Bauanleitung unter: <http://s.dlr.de/41f3>

# Assembly instructions for the PET Launcher

## Materials needed for the rocket:

2 undamaged PET bottles (1.5 litres), 1 tap connection 3/4", 1 bin bag, c. 8 x 50cm nylon cord, 1 reel of adhesive tape, 1 reel of insulating tape, 1 reel of teflon tape, 1 sheet of photo cardboard or construction cardboard, scissors, pencil, ruler, hair dryer or hot air blower



1. Remove plastic ring from cap



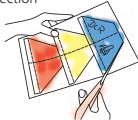
2. Remove sealing washer from tap connection



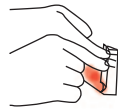
3. Heat bottle thread with hair dryer  
Caution: hot!/risk of burning



4. Screw tap connection onto bottle and let it cool off



5. Cut out 3 wings from photo cardboard



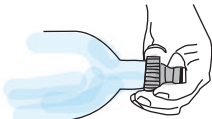
6. Fold wings and stick them together



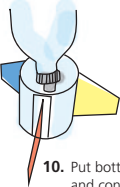
7. Cut second bottle



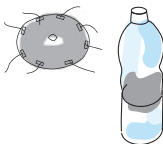
8. Stick wings onto it



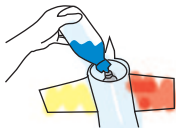
9. Unscrew tap connection from cooled-off bottle, insert sealing washer, wrap thread with teflon tape, screw connection on



10. Put bottle parts together and connect them with adhesive tape



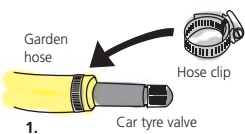
11. Make a parachute (Ø 50cm) from the bin bag, connect it to the tank and loosely fit the upper part of the second bottle



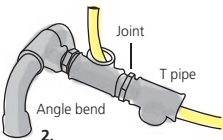
12. Fill tank with water to one third

## Materials needed for the launch pad:

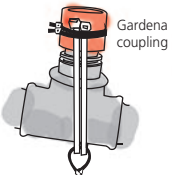
2 x 1"-angle bend 90°, 3 x 1"-T pipe, 2 x 1" joint, c. 1m of garden hose (1/2") – resilient to at least 10 bar, 1 x car tyre valve, 1 x hose clip, 1 x Gardena coupling, 1 x tyre pump with manometer, 3 x cable ties small, 4 x cable ties large, 1 x rod (best made of metal, length c. 1m)



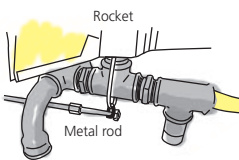
1. Car tyre valve



2.



3. Fasten cable ties at the Gardena coupling for release mechanism



4. Connect rocket  
The cable tie eye holds the metal rod for releasing the rocket

- ⚠ Fill with 3-4 bar max.!
- ⚠ Ascent height up to 40 metres!
- ⚠ Use at your own risk!

Detailed assembly instructions under: <http://s.dlr.de/41f3>

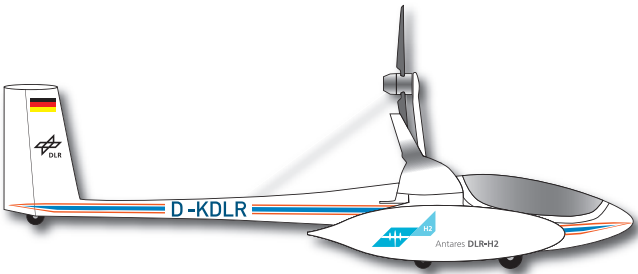


## Die DLR-Einrichtung Flugexperimente

Die DLR-Forschungsflugabteilungen betreiben die größte zivile Flotte von Forschungsflugzeugen in Europa. Stationiert sind die Flugzeuge und Hubschrauber an den DLR-Standorten in Braunschweig und in Oberpfaffenhofen bei München. Die DLR-Forschungsflugabteilungen sind als Luftfahrttechnische Betriebe zur selbständigen Durchführung von Wartungs- und Entwicklungsarbeiten an ihren Flugzeugen anerkannt. In Zusammenarbeit mit anderen DLR-Einrichtungen kann die Zulassung von Modifikationen für wissenschaftliche Ein- und Umbauten in die Flugzeuge weitestgehend selbständig abgewickelt werden. Die Forschungsflugzeugflotte des DLR reicht vom mehrstrahligen Verkehrsflugzeug (Airbus A320) über Hubschrauber (EC 135) bis hin zum Segelflugzeug. Ein Teil der Flotte kann auf der ILA besichtigt werden.

### ***DLR Flight Experiments Facility***

*DLR Flight Operations run the largest civilian fleet of research aircraft in Europe. Planes and helicopters are stationed at DLR's flight facilities in Braunschweig and in Oberpfaffenhofen near Munich. As approved aeronautical workshops, DLR Flight Operations are allowed to conduct their own maintenance and engineering work on their own research aircraft. Certification of aircraft modifications to install scientific instruments can be handled in collaboration with other DLR institutes on a largely independent basis. DLR's fleet of research aircraft ranges from multijet commercial aircraft (Airbus A320) and helicopters (EC 135) down to a glider. Part of the fleet is on show at the ILA.*

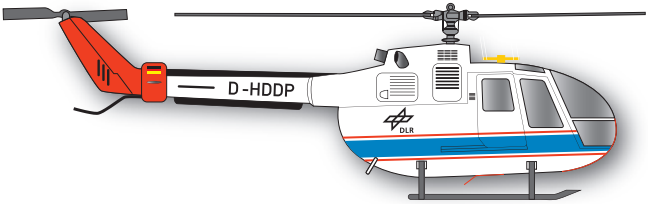


## Antares DLR-H2: das weltweit erste piloten-gesteuerte Flugzeug mit Brennstoffzellenantrieb

Das Forschungsflugzeug Antares DLR-H2 ist das weltweit erste bemannte und ausschließlich mit Brennstoffzellen angetriebene Flugzeug. Durch den Brennstoffzellenantrieb sind Start, Flug und Landung völlig CO<sub>2</sub>-frei. Als Kraftstoff kommt Wasserstoff zum Einsatz, der in einer direkten elektrochemischen Reaktion mit dem Sauerstoff der Luft ohne Verbrennung in elektrische Energie umgewandelt wird. Während dieser partikelfreien Reaktion entsteht ausschließlich Wasser. Brennstoffzellensystem und Wasserstoffspeicher sind in zwei zusätzliche Außenlastbehälter eingebaut, die unter den dafür verstärkten Tragflächen angebracht sind. Im Frühjahr 2009 konnte die Antares DLR-H2 ihre Einsatzfähigkeit demonstrieren. Inzwischen wurde eine neue und leistungsfähigere Generation von Brennstoffzellen integriert. Die Möglichkeit der Hybridisierung mit in den Tragflächen untergebrachten Akkumulatoren verbessert die Leistungsfähigkeit bei Spitzenbelastungen.

### ***Antares DLR-H2: The first fuel cell-powered aircraft worldwide to be flown by a pilot***

*The Antares DLR-H2 research aircraft is the first crewed plane worldwide that is entirely powered by fuel cells. Because of its unique powertrain, it can take off, fly, and land without emitting any CO<sub>2</sub>. The fuel it uses is hydrogen that is converted into electric energy in a direct electro-chemical reaction with atmospheric oxygen. The process does not involve combustion. The end product of this particulate-free reaction is only water. The fuel-cell system and the hydrogen tank are installed in two external pods mounted below the wings, which have been reinforced for this purpose. In the spring of 2009, Antares DLR-H2 demonstrated its flight capability. Meanwhile a new, more efficient generation of fuel cells has been integrated. The option of hybrid operation using storage batteries installed in the wings increases the aircraft's peak power.*



## Bölkow BO 105

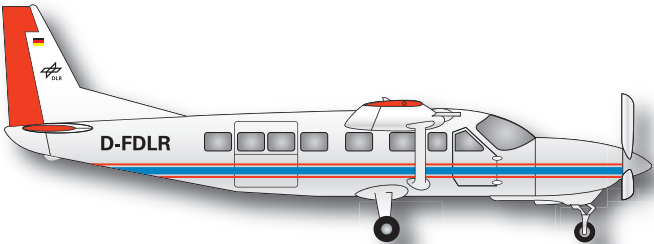
Die BO 105 ist ein fünfsitziger Hubschrauber mit einem starren vierblättrigen Hauptrotor und einem halbstarren zweiblättrigen Heckrotor. Die Haupt- und Heckrotorblätter sind aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt. Der Hubschrauber wird angetrieben durch zwei Allison 250-C20 Triebwerke. Das Leistungsspektrum der BO 105 ist breit gefächert. Der vielseitige Hubschrauber kommt zum Einsatz bei Flugeigenschaftsuntersuchungen, Wärmebildaufnahmen als Kameraträger, Untersuchungen von lärmarmen Anflug-Profilen, Entwicklungen von Pilotenassistenzsystemen und Flügen mit Außenlasten.

Für unterschiedliche Forschungsaufgaben bietet die BO 105 eine vielseitige Ausrüstung: Messanlage, Instrumentierter Haupt- und Heckrotor, Außenlastgeschirr und Außenlastträger an Zelle, IFR-Cockpit und LASSIE-System.

### **Bölkow BO 105**

*BO 105 is a five-seater helicopter with a rigid four-bladed main rotor and a semi-rigid two-bladed tail rotor. The blades of both the main and the tail rotor are made of glass fibre-reinforced plastic. The main rotor is powered by two Allison 250-C20 engines. The BO 105 serves a wide range of purposes. This versatile helicopter is used to investigate data for handling-quality, as a platform for thermal-imaging cameras, to study low-noise approach profiles, to develop pilot assistance systems and for flights with slung loads.*

*The BO 105 features a wide range of equipment for a variety of research functions: Measuring system, instrumented main and tail rotor, fuselage-mounted harness and frame for slung loads, IFR cockpit, LASSIE system.*



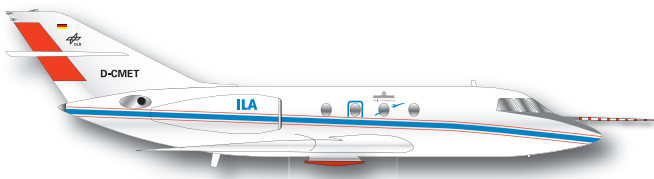
## Cessna 208B Grand Caravan

Ausgestattet mit robusten Systemen ist die einmotorige Turboprop Cessna Grand Caravan in der Lage, von kurzen Startbahnen aus zu operieren und unter Instrumenten-Flugregeln zu fliegen. Für Flüge in großen Höhen ist das Flugzeug mit einem Sauerstoffatemsystem ausgerüstet. Aufgrund all ihrer Modifikationen ist die Cessna Grand Caravan eine sehr effiziente und kostengünstige Messplattform für wissenschaftliche Anwendungen in der Atmosphärenforschung, Erdbeobachtung und Fernerkundung.

### **Cessna 208B Grand Caravan**

*Equipped with robust systems and a single turboprop engine, the Cessna Grand Caravan is able to take off from short runways and fly under instrument flight rules. The plane is equipped with an oxygen breathing system for flights at high altitudes. With all its modifications, the Cessna Grand Caravan is a highly effective and cost-efficient measuring platform for scientific applications in atmospheric research, Earth observation, and remote sensing.*



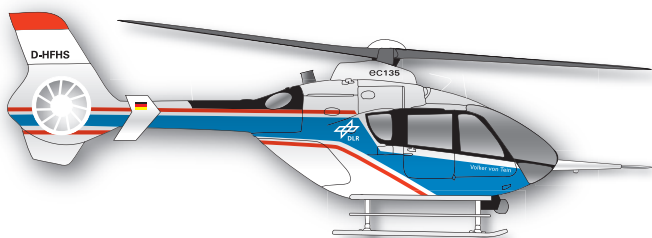


## Dassault Falcon 20E-5 „Volcano Ash Hunter“

Die Dassault Falcon 20E-5 „D-CMET“ ist für den Forschungseinsatz beim DLR stark modifiziert worden und wird hauptsächlich zur Atmosphärenforschung eingesetzt. Forscherteams messen Spurengase und Aerosole direkt an Bord und sammeln Luftproben, die im Labor analysiert werden. Der zweistrahlige Jet basiert auf einem Geschäftsreiseflugzeug der französischen Firma Dassault und fliegt in Höhen bis zu 12.800 Meter. Das Forschungsflugzeug ist seit 1976 in Betrieb und seitdem eine der wichtigsten Plattformen deutscher und europäischer flugzeuggetragener Forschung zur Erkundung von Erde und Atmosphäre. Die Falcon 20E-5 spielt eine große Rolle in der europäischen Flotte für Flugzeugforschung EUFAR (EUropean Fleet for Airborne Research). Darüber hinaus ist sie ein anerkanntes Kalibrierflugzeug für RVSM-Vermessungen (reduced vertical separation minimum), so bei der Zulassung des Eurofighters. Seit dem 19. April 2010 ist die Falcon 20E-5 als „Volcano Ash Hunter“ im Einsatz.

### **Dassault Falcon 20E-5 'Volcano Ash Hunter'**

*Extensively modified by DLR for research missions, the Dassault Falcon 20E-5 'D-CMET' is mainly used for atmospheric research. Teams of scientists measure trace gases and aerosols on board and gather air samples for analysis in a laboratory. Based on a business jet made by the French company Dassault, the twin-jet plane can fly at altitudes of up to 12,800 metres. Ever since it was commissioned in 1976, the aircraft has been one of the most important platforms for German and European airborne research to explore the Earth and its atmosphere. The Falcon 20E-5 plays an eminent part in the European fleet for airborne research (EUFAR). In addition, it is recognised as a calibration aircraft for RVSM surveys (reduced vertical separation minimum), as for instance in the certification of the Eurofighter. Since 19 April 2010, the Falcon 20E-5 has become known as 'Volcano Ash Hunter'.*

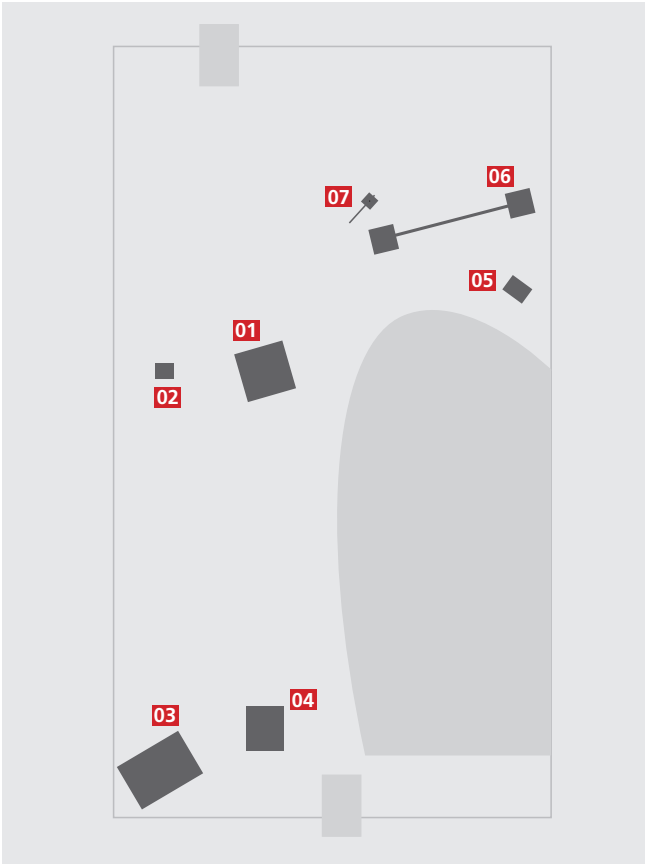


## EC 135 ACT/FHS: Der „Fliegende Hubschrauber-Simulator“

Der „Fliegende Hubschrauber-Simulator“ ACT/FHS des DLR basiert auf einem Serienhubschrauber des Typs Eurocopter EC 135. Für die Verwendung als Forschungs- und Versuchsgerät wurde der Hubschrauber erheblich modifiziert. Neben der experimentellen Messausrüstung zeichnet er sich vor allem durch seine einzigartige Fly-by-Wire/Light-Steuerung (FBW/FBL) aus. FBW/FBL bedeutet, dass anstelle der Steuerstangen elektrische Kabel und Glasfaser-Lichtleitkabel die Steuerkommandos übertragen. Das Einsatzspektrum des FHS ist vielfältig: Das DLR unterstützt mit dem fliegenden Simulator die Ausbildung von Testpiloten und erprobt neue Steuerungs- und Regelungssysteme unter realen Umgebungsbedingungen. 2009 hielt eine Innovation Einzug ins Cockpit: Zwei aktive Sidesticks ersetzen seitdem die herkömmlichen Steuerelemente. Der Pilot erhält über diese Joystick-ähnlichen Sticks Rückmeldung über das Flugverhalten.

### ***EC 135 ACT/FHS: the ‘flying helicopter simulator’***

*DLR’s ‘flying helicopter simulator’ ACT/FHS is based on a standard helicopter of the Eurocopter EC 135 type. The helicopter was considerably modified for research and experimental uses. Next to its experimental measuring equipment, its most outstanding characteristic is its unique fly-by-wire-light (FBW/FBL) control system. FBW/FBL means that control commands are not transmitted by rods but by electric and fibre-optic cables. The FHS serves a wide range of purposes: with the flying simulator, DLR supports the training of test pilots and tests new control laws and feedback systems under real-life environmental conditions. In 2009, an innovation made its appearance in the cockpit when conventional control elements were replaced by two active side sticks. From these joystick-like control elements the pilot receives feedback about the helicopter’s flight characteristics.*

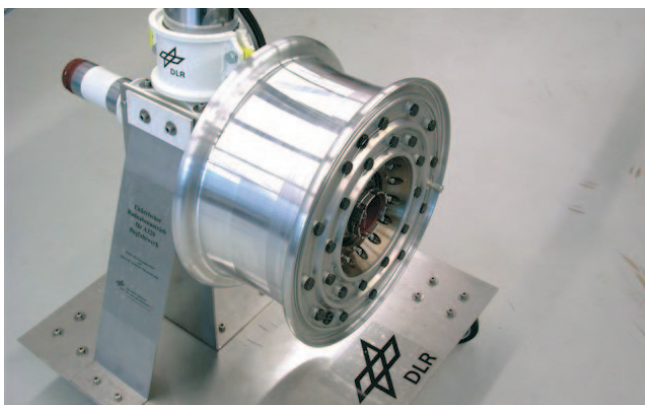


DLR-Exponate am Stand des  
Bundesministeriums für Wirtschaft  
und Technologie (BMWt)

*DLR Exhibits at the booth of the  
Federal Ministry of Economics  
and Technology (BMWt)*

- 01** Bugrad-Antrieb
- 02** MERLIN
- 03** Mission to Mars
- 04** DEOS
- 05** SIMBOX
- 06** Heinrich Hertz
- 07** GATES

- Nose wheel drive **01**
- MERLIN **02**
- Mission to Mars **03**
- DEOS **04**
- SIMBOX **05**
- Heinrich Hertz **06**
- GATES **07**



## Elektrischer Bugrad-Antrieb

Laut einer Studie zu Schadstoffemissionen von Flugzeugen am Boden entstehen bis zu 27 Prozent der Schadstoffe wie Stickstoffoxide, Partikel und Kohlenstoffdioxid durch Bodenbewegungen und Bodenbetrieb auf dem Flughafengelände. Durch die Verwendung einer effizienten und schadstoffarmen Energiequelle wie beispielsweise einer Brennstoffzellen-APU (Auxiliary Power Unit), gekoppelt mit einem elektrischen Antrieb des Flugzeugs am Boden, lassen sich sowohl Lärm als auch Schadstoffemissionen minimieren. Im Projekt ELBASYS (Elektrische Basissysteme) des DLR koppeln die Wissenschaftler dafür ein Brennstoffzellensystem mit einem Hochdrehmoment-Antrieb. Mit diesen Untersuchungen haben die Forscher gezeigt, dass ein Flugzeug der A320er-Klasse am Boden nur mit der Kraft des elektrischen Antriebs vorwärts und rückwärts anfahren kann. Dazu wurden Versuche mit dem DLR-Forschungsflugzeug ATRA durchgeführt.

### ***Electrical nose wheel drive***

*According to a study on the emissions of aircraft on the ground, as much as 27 percent of pollutants such as nitrogen oxides, particulates, and carbon dioxide are generated by moving and operating the aircraft on the ground at airports. By combining an efficient, low-polluting energy source, such as a fuel-cell APU (Auxiliary Power Unit) with an electric motor to move the aircraft on the ground, noise as well as pollutant emissions may be minimised. To achieve this goal, scientists on DLR's ELBASYS (Electrical Baseline Systems) project have coupled a fuel-cell system with a high-torque motor. By these experiments, researchers demonstrated that the electric drive and its sophisticated controls can handle the high torques required to move an A320-class aircraft on the ground both forward and backward. For this purpose, experiments have been conducted with DLR's ATRA research aircraft.*



## MERLIN: deutsch-französische Klimamission

Unter Führung von DLR und CNES arbeiten Industrie und Wissenschaft an der Satellitenmission MERLIN (MEthane Remote sensing LIdar mission) zur Untersuchung des Methangehaltes der Erdatmosphäre. Die Mission soll ab 2016 einen wichtigen Beitrag zur Erforschung des Klimawandels leisten. Deutschland entwickelt und baut ein auf modernster Laser-Technologie basierendes Integrated Path Differential Absorption LIDAR (Light detection and ranging).

Durch das Senden von Pulsen zweier Wellenlängen bestimmt das Messgerät den Gehalt des Klimagases Methan auf der Strecke zwischen Satellit und Boden. Frankreich wird eine verbesserte Version seiner MYRIADE-Kleinsatellitenplattform beisteuern sowie den Betrieb des Satelliten übernehmen. Bei der Datenprozessierung und -nutzung werden Frankreich und Deutschland eng zusammenarbeiten.

Gefördert durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

### **MERLIN: Franco-German climate mission**

*Under the lead of DLR and CNES, industry and science work on the satellite mission MERLIN (MEthane Remote sensing LIdar mission) to monitor concentrations of methane in the Earth's atmosphere. From 2016 on, it will substantially contribute to climate change research. An Integrated Path Differential Absorption LIDAR (Light Detection And Ranging), will be developed in Germany.*

*Using laser light, a LIDAR measures the content of the methane from satellite to ground by emitting pulses at two wavelengths. France is to develop the satellite on the MYRIADE basis and to operate the system. Germany and France will co-operate closely in data processing and use.*

*Funded by DLR Space Administration on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology.*



## Mit ASURO auf dem Weg zum Mars

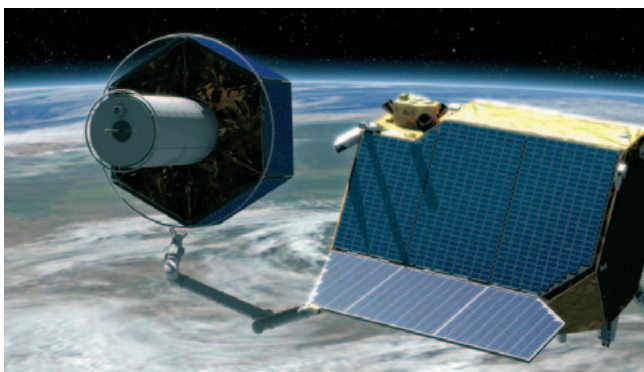
„Raus aus der Schule, rein ins Labor“ ist das Motto der DLR\_School\_Labs. Bei den Experimenten werden jungen Forschern geballtes Know-how und viele Technologien zur Verfügung gestellt: Roboter, das DLR-Satellitendatenarchiv, ein Profiarbeitsplatz für Meteorologen und vieles andere. Für Lehrkräfte bietet das DLR\_School\_Lab Fortbildungen an, um den Wissenstransfer zwischen Forschung und dem natur- und technikkwissenschaftlichen Unterricht zu optimieren.

Der ASURO (Another Small and Unique Robot from Oberpfaffenhofen) ist ein frei programmierbarer Roboterbausatz des DLR. Er ermöglicht Jugendlichen, einen eigenen Roboter zusammenzusetzen und zu programmieren. Die Fernsteuerung wurde von Schülerinnen und Schülern im Rahmen eines Projekts zum Thema „Remotely Controlled Roboting“ entwickelt. Die Marslandschaft mit den ferngesteuerten ASUROs gehört zum Telepräsenz-Experiment „ASURONaut“ des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen.

### **Off to Mars with ASURO**

*‘Out of school and into the lab’ is the motto of the DLR’s School\_Labs. Experiments provide young researchers with copious new knowledge and a chance to handle numerous technologies: robots, DLR’s satellite data archive, a workplace for meteorology pros, and many other things. For teachers, the DLR\_School\_Lab offers development courses to optimise the transfer of knowledge between research and teaching in science and engineering.*

*ASURO (Another Small and Unique Robot from Oberpfaffenhofen) is a freely-programmable robot kit developed by DLR. Young adults can use it to put together and program their own robots. The remote control system was developed by students as part of a project called remotely controlled roboting. A Martian landscape featuring remotely-controlled ASUROs is part of a telepresence experiment called ‘ASURONaut’ run by the DLR\_School\_Lab at Oberpfaffenhofen.*



## DEOS: Ein Roboter greift nach defekten Satelliten

Die Deutsche Orbitale Servicing Mission DEOS ist das Vorzeigeprojekt der deutschen Raumfahrt-Robotik. Ein Roboter soll im Welt- raum einen unkontrollierbaren Satelliten einfangen, reparieren, betanken und am Missionsende kontrolliert entsorgen. Im Rah- men dieser Mission wird ein breites Technologiespektrum rund um die Themen Inspektion, Wartung und Montage entwickelt und getestet, um sie für Einsätze im Weltraum verfügbar zu machen. Deutschland hat hierfür in den letzten Jahren eine breit angelegte Technologieentwicklung in der Automation und Robotik angesto- ßen. Sie ebnet den Weg für einen verantwortungsvollen Umgang mit Raumfahrtsystemen während ihrer gesamten Lebensdauer bis hin zu ihrer Entsorgung und fördert damit eine stärkere kommer- zielle Ausrichtung der Raumfahrt.

Gefördert durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

### ***DEOS: a robot grabs defective satellites***

*DEOS, the German orbital servicing mission, is the poster project of Germany's space robotics. The robot is designed to capture, repair, and refuel uncontrollable satellites in space and dispose of them safely at the end of their mission. Under the project, a wide range of technologies relating to inspection, maintenance, and as- sembly is being developed and tested in order to prepare them for missions in space. In this context, Germany has set in motion a wide range of technological developments in automation and robotics, thus paving the way for responsibly dealing with space- going systems throughout their life and their ultimate disposal, and encouraging commercialisation in space technology.*

Funded by DLR Space Administration on behalf of the Federal Mi- nistry of Economics and Technology.





## SIMBOX auf Shenzhou-8: Meilenstein der deutsch-chinesischen Raumfahrtkooperation

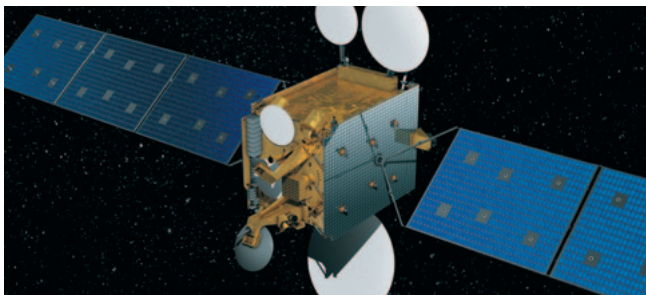
Am 17. November 2011 landete die chinesische Raumkapsel Shenzhou-8 mit der deutschen Experimentieranlage SIMBOX in der innermongolischen Wüste. Zuvor waren die Pflanzen, Bakterien und menschlichen Krebszellen an Bord zweieinhalb Wochen lang Schwerelosigkeit und Weltraumstrahlung ausgesetzt. Wissenschaftler deutscher Forschungseinrichtungen beteiligten sich an acht Experimenten. Auf der ILA 2012 wird zum ersten Mal nach dem Raumflug die Original SIMBOX-Flughardware öffentlich gezeigt.

Im Rahmen des Shenzhou-Programms kooperierte die chinesische Raumfahrt-Organisation CMSEO erstmals mit einer anderen Nation. Das DLR Raumfahrtmanagement hatte im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) die Projektleitung für den deutschen Missionsanteil inne. Gebaut wurde die SIMBOX bei Astrium in Friedrichshafen.

### ***SIMBOX on Shenzhou-8: a milestone of Sino-German co-operation in space***

*On 17 November 2011, the Chinese Shenzhou-8 space capsule carrying the German SIMBOX experimental apparatus landed in the desert of Inner Mongolia. In the Earth orbit, the plants, bacteria, and human cancer cells contained in the apparatus had been exposed for two and a half weeks to weightlessness and cosmic radiation. Scientists from German research institutes took part in eight experiments. At the 2012 ILA, the original SIMBOX flight hardware is presented to the public for the first time after its flight in space.*

*The Shenzhou programme is the first-ever occasion on which China's space organisation, CMSEO, co-operated with another nation. Acting on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology, DLR's Space Administration handled the project management for the German part of the mission and provided the experiment hardware for the Chinese and the German scientists. SIMBOX was built by Astrium of Friedrichshafen.*



## Innovation + Kommunikation + Geostation = Heinrich-Hertz-Satellitenmission

Wachsendes Informationsbedürfnis prägt unsere moderne Kommunikationsgesellschaft. Dank Mobiltelefon oder Notebook sind wir immer und überall erreichbar. Um diesen „Informationshunger“ zu stillen, sind neue Technologien für Kommunikationssatelliten notwendig. Die Mission Heinrich-Hertz testet diese auf den Gebieten Nutzlast, Bodenstationen und Antennen sowie Plattform unter den extremen Belastungen des geostationären Orbits wie starker Strahlung und extremen Temperaturschwankungen über einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren.

Durch eine eigenständige Satellitenkommunikationsmission sichert Deutschland seine Position im Bereich von geostationären Systemen und -diensten und stellt sich somit der internationalen Konkurrenz um die besten Ideen und Technologien.

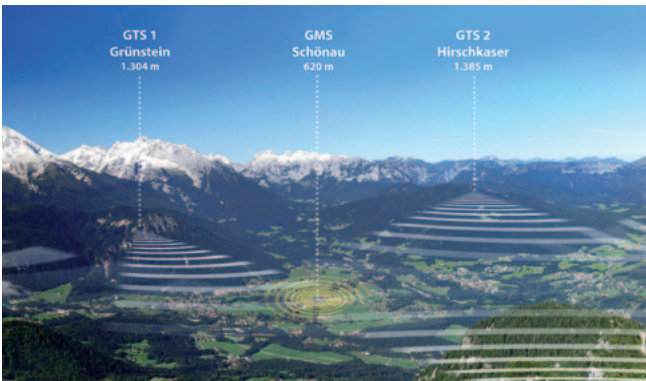
Gefördert durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und unter Beteiligung des Bundesministeriums der Verteidigung.

### ***Innovation + communication + geostation = Heinrich Hertz Satellite Mission***

*Growing need for information characterises our modern communication-based society. We are online everywhere and at any time via mobile phone or notebook. To quench this unlimited thirst for information, new technologies are needed for communication satellites. In the Heinrich Hertz mission, new payload, ground station, antenna, and platform technologies will be tested for up to 15 years under the extreme conditions in a geostationary orbit, such as high radiation levels and extreme temperature fluctuations.*

*A satellite communication mission of its own secures Germany's position in the field of geostationary systems and services in the contest for the best ideas and technologies with international competitors.*

*Funded by DLR Space Administration on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology with the participation of the Federal Ministry of Defence.*



## GATEs: Deutschlands Tor zu Galileo

Mit dem geplanten Satellitennetz Galileo wird Europa künftig über ein eigenes Navigationssystem unter ziviler Kontrolle verfügen – und das nicht nur für den Autoverkehr. Mit den präzisen Galileo-Signalen können zum Beispiel nach Naturkatastrophen Leben gerettet werden, indem sich Einsätze genauer und schneller koordinieren und durchführen lassen. Dafür müssen neue Dienste und Anwendungen mit den „echten“ Galileo-Signalen schon vorab getestet werden. In den fünf deutschen Galileo-Testregionen – den GATEs – können neue Technologien in der Satellitennavigation erprobt und entwickelt werden: GATE (Berchtesgaden), SEA GATE (Rostock), aviationGATE (Braunschweig), railGATE und automotiveGATE (beide bei Aachen) öffnen Deutschland das Tor zu Galileo.

Gefördert durch das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

### **GATEs: Germany's gateway to Galileo**

*The Galileo satellite system now being planned will give Europe its own positioning system under civilian control, designed to serve other purposes besides car navigation. Galileo's precise signals may be used, for example, to save lives after a natural disaster because they enable missions to be co-ordinated and implemented more quickly and exactly. Before that can happen, however, any new services and applications will have to be tested using 'genuine' Galileo signals. There are five German Galileo test beds called GATEs where new satellite navigation technologies are being developed and tested: GATE (Berchtesgaden), SEA GATE (Rostock), aviationGATE (Braunschweig), and railGATE and automotiveGATE (both near Aachen) constitute Germany's gateway to Galileo.*

*Funded by DLR Space Administration on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology.*

## DLR-Pressekontakte



### Andreas Schütz

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation, Pressesprecher  
Telefon +49 2203 601-2474  
Mobil +49 171 312 64 66  
Fax +49 2203 601-3249  
E-Mail andreas.schuetz@dlr.de

### Manuela Braun

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation, Redaktion Raumfahrt  
Telefon +49 2203 601-3882  
Mobil +49 173 3956896  
E-Mail manuela.braun@dlr.de

### Dorothee Bürkle

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation, Redaktion Energie /Verkehr  
Telefon +49 2203 601-3492  
Mobil +49 172 385 464 0  
E-Mail dorothee.buerkle@dlr.de

### Falk Dambowsky

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation, Redaktion Luftfahrt  
Telefon +49 2203 601-3959  
Mobil +49 173 537 2 666  
E-Mail falk.dambowsky@dlr.de

### Elisabeth Mittelbach

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Kommunikation, Raumfahrtmanagement  
Telefon +49 228 447-385  
Mobil +49 172 200 333 8  
E-Mail elisabeth.mittelbach@dlr.de

## Impressum

|                           |                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Herausgeber:</b>       | <b>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt</b>                                                                                                                                                                                        |
| <b>Anschrift:</b>         | Linder Höhe, 51147 Köln                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Redaktionsleitung:</b> | Sabine Göge (ViSdP), Leiterin DLR-Kommunikation                                                                                                                                                                                         |
| <b>Redaktion:</b>         | Manuela Braun, DLR-Kommunikation<br>Martin Fleischmann, DLR-Kommunikation<br>Nicole Hofmann, DLR-Kommunikation<br>Elisabeth Mittelbach, DLR-Kommunikation<br>Michael Müller, DLR-Kommunikation<br>Jens Wucherpfennig, DLR-Kommunikation |
| <b>Gestaltung:</b>        | CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Druck:</b>             | Druckerei Thierbach KG, Mülheim/Ruhr                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Drucklegung:</b>       | Köln, August 2012                                                                                                                                                                                                                       |

Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung nur nach vorheriger  
Absprache mit dem DLR gestattet.

**www.DLR.de**

## DLR press contacts



### Andreas Schütz

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Communications, Spokesman  
Phone +49 2203 601-2474  
Mobile +49 171 312 64 66  
Fax +49 2203 601-3249  
E-mail andreas.schuetz@dlr.de

### Manuela Braun

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Communications, Editor Space  
Phone +49 2203 601-3882  
Mobile +49 173 3956896  
E-mail manuela.braun@dlr.de

### Dorothee Bürkle

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Communications, Editor Energy /Transportation Research  
Phone +49 2203 601-3492  
Mobile +49 172 385 464 0  
E-mail dorothee.buerkle@dlr.de

### Falk Dambowsky

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Communications, Editor Aviation  
Phone +49 2203 601-3959  
Mobile +49 173 537 2 666  
E-mail falk.dambowsky@dlr.de

### Elisabeth Mittelbach

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Communications, Space Administration  
Phone +49 228 447-385  
Mobile +49 172 200 333 8  
E-mail elisabeth.mittelbach@dlr.de

## Imprint

**Publisher:** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

**Address:** Linder Höhe, 51147 Köln, Germany

**Editor in Chief:** Sabine Göge (responsible according to press law),  
Director Corporate Communications

**Editorial staff:** Manuela Braun, DLR Communications  
Martin Fleischmann, DLR Communications  
Nicole Hofmann, DLR Communications  
Elisabeth Mittelbach, DLR Communications  
Michael Müller, DLR Communications  
Jens Wucherpennig, DLR Communications

**Layout:** CD Werbeagentur GmbH, Troisdorf

**Print:** Druckerei Thierbach KG, Mülheim/Ruhr

**Place/date of release:** Köln, August 2012

Copy of this printing (in whole or in part) or any other usage only permitted  
with prior approval by DLR

**www.DLR.de**