



DIE DEUTSCHE RAUMFAHRTINDUSTRIE

RAUMFAHRTSTANDORTE IN DEUTSCHLAND



ROSTOCK

STADE
BREMERHAVEN HAMBURG

NEUSTRELITZ

BREMEN TRAUEN

POTSDAM
BERLIN BDLI
BERLIN-ADLERSHOF

BRAUNSCHWEIG

BOCHUM BESTWIG GÖTTINGEN

MEINERZHAGEN

JÜLICH
KÖLN
BONN

JENA

DARMSTADT

NÜRNBERG

HEIDELBERG
SCHWETZINGEN LAMPOLDSHAUSEN

DITZINGEN BACKNANG OBERKOCHEN
STUTTGART

ULM AUGSBURG

ROTTWEIL OTTOBRUNN

OBERPFAFFENHOFEN MÜNCHEN
TAUFKIRCHEN

FRIEDRICHSHAFEN WEILHEIM
FELDKIRCHEN-
WESTERHAM

// Kompetenz, Technologie, Innovation

RAUMFAHRT IN DEUTSCHLAND – AUS DEM WELTRAUM FÜR DIE ERDE

Raumfahrt ist Teil unseres Lebens: Satelliten ermöglichen Verbindungen in die entlegensten Winkel unseres Planeten. Ihre Daten geben Auskunft über Umwelt- und Klimaentwicklung. Sie bieten hochpräzise Orientierungshilfe. Die Forschung unter Weltraumbedingungen führt zu wichtigen Ergebnissen in der Werkstoffkunde, der Robotik, der Sensortechnik und der Biologie, in der Pharmazie und in der Medizin. Extrem leistungsfähige Raumtransportsysteme sichern heute und in Zukunft für Europa einen unabhängigen Zugang zum Weltall. Die großen Industrienationen und zahlreiche Schwellenländer wissen um die strategische Bedeutung der Raumfahrt und setzen seit vielen Jahren auf diese Wissenschaft. Aus dem Weltraum für die Erde.

Raumfahrt ist Zukunft: Wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig symbolisiert Raumfahrt heute internationale Kooperation, Spitzentechnologie und den erfolgreichen Schulterschluss von Wissenschaft, Politik und Industrie. Raumfahrt steht für Hightech, Wachstum, Innovation und internationale Kooperationen. Sie leistet wichtige Beiträge für unser Leben, für unser Land und für ein zusammenwachsendes Europa.

Deutschland gehört in der Raumfahrt zur Weltspitze: Die deutsche Raumfahrtindustrie verfügt gemeinsam mit Forschung und Wissenschaft über weltweit anerkannte Kompetenzen und Technologien in allen wesentlichen Raumfahrtbereichen. Deutsche Unternehmen entwickeln Systeme und Instrumente, die den Hightech-Standort Deutschland weltweit hervorheben. Wichtige Programme der europäischen Weltraumorganisation ESA stehen unter deutscher Systemführung. Auch für weltweite Kooperationsvorhaben ist die deutsche Raumfahrtindustrie ein gefragter Partner.

Raumfahrt ist Faszination, Entdeckung und Wissen. Ökonomische Verantwortung und technologische und wissenschaftliche Spitzenleistungen liegen in der Raumfahrt nah beieinander. Die Forschung im Weltraum und die Erforschung des Universums sind für Politik, Wissenschaft und Öffentlichkeit gleichermaßen fesselnd.

Die deutsche Raumfahrtindustrie ist für die Zukunft bereit.

Airbus Defence and Space

81663 München
Tel.: +49 89 607 0, Fax: +49 89 607 26481
www.airbusdefenceandspace.com

Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH

Albert-Einstein-Straße 12, 12489 Berlin
Tel.: +49 30 6392-1000, Fax: +49 30 6392-1002
www.astrofein.com

IABG Industrieanlagen Betriebsgesellschaft GmbH

Einsteinstraße 20, 85521 Ottobrunn
Tel.: +49 89 6088 - 0, Fax: +49 89 6088 - 4000
www.iabg.de

Jena-Optronik

Otto-Eppenstein-Straße 3, 07745 Jena
Tel.: +49 3641 200-110, Fax: +49 3641 200-222
www.jena-optronik.de

MT Aerospace AG

Franz-Josef-Strauß-Str. 5, 86153 Augsburg
Tel.: +49 821 505 01, Fax: +49 821 505 100
www.mt-aerospace.de

OHB System AG

Universitätsallee 27-29, 28359 Bremen
Tel.: +49 421 2020 8, Fax: +49 421 2020 700
www.ohb-system.de

Rockwell Collins Deutschland GmbH

Grenzhofer Weg 36, 69123 Heidelberg
Tel.: +49 6221 512 0, Fax: +49 6221 512 305
www.rockwellcollins.com

SCISYS Deutschland GmbH

Borgmannstraße 2, 44894 Bochum
Tel.: +49 234 9258 0, Fax: +49 234 9258 190
www.scisys.de/space

Telespazio VEGA Deutschland GmbH

Europaplatz 5, 64293 Darmstadt
Tel.: +49 6151 8257 0, Fax: +49 6151 8257 799
www.telespazio-vega.de

Tesat Spacecom GmbH & Co. KG

Gerberstr. 49, 71522 Backnang
Tel.: +49 7191 930 - 0, Fax: +49 7191 930 - 1835
www.tesat.de

Thales Deutschland GmbH

Thalesplatz 1, 71254 Ditzingen
Tel.: +49 7156 353-0
www.thalesgroup.com/germany

Thales Alenia Space Deutschland GmbH

Thalesplatz 1, 71254 Ditzingen
Tel.: +49 7156 353-0, Fax: +49 7156 353-349 83
www.thalesaleniaspace.com

von Hoerner & Sulger GmbH

Forschung - Raumfahrt - Industrie
Schloßplatz 8, 68723 Schwetzingen
Tel.: +49 6202 5756-0, Fax: +49 6202 5756 55
www.vh-s.de



// Raumfahrt – Teil unseres täglichen Lebens

MOBILITÄT, KOMMUNIKATION UND SICHERHEIT



Erdbeobachtungssatellit Sentinel-2A in der Testanlage

Die Live-Übertragung der Olympischen Spiele und von Fußballweltmeisterschaften, Unternehmenskommunikation um die ganze Welt, die Verbindung zu Frachtschiffen auf dem Meer oder zu Expeditionen im ewigen Eis – ohne Satelliten wäre all das nicht möglich. Fernsehsatelliten in 36.000 Kilometern Höhe über der Erde schicken Bilder aus den entferntesten Winkeln der Welt auf unseren heimischen Bildschirm, Unternehmen halten über Netze von Kommunikationssatelliten mit ihren Niederlassungen, die in Metropolen über den ganzen Globus verteilt sind, Kontakt. Navigationssatelliten weisen uns den richtigen Weg – sei es in der Einsamkeit der Wüste oder auf hoher See. Erdbeobachtungssatelliten klären uns über den Zustand unserer Umwelt auf und helfen gezielt, Katastrophen zu verhindern.

Satellitennavigation

Exakte Positionsbestimmung zu jeder Zeit, an jedem Ort, sichere und genaue Navigation, effiziente Routenplanung – dafür wird in Zukunft vor allem ein Name stehen: Das Europäische Satellitennavigationssystem Galileo. Testsatelliten wurden bereits im Dezember 2005 und April 2008 unter deutscher

Systemführung und mit deutscher Technologie an Bord gestartet. Seit Anfang 2013 arbeiten die ersten vier Galileo IOV (In-Orbit-Validation)-Satelliten des Gesamtsystems aus der Überprüfungsphase im Orbit – unter industrieller Führung aus Ottobrunn bei München. Sie strahlen Signale aus und

beweisen in Zusammenarbeit mit den Bodenstationen und zwei Kontrollzentren, von denen eines in Oberpfaffenhofen bei München seinen Sitz hat, die Leistungsfähigkeit dieses neuen Navigationssystems. Die Phase der Validierung der vier ersten operationellen Galileo-Satelliten und des dazugehörigen Bodensegments wurde Anfang 2014 erfolgreich abgeschlossen. Im Gegensatz zum heute verfügbaren amerikanischen System GPS ist Galileo ein ziviles System, das auf die Nutzerbedürfnisse zugeschnitten ist.

Galileo wird das Tor öffnen zu einer Welt neuartiger Anwendungen und zu neuen Märkten für die Satellitennavigation. Großes Marktpotenzial liegt dabei vor allem in der Kombination von Navigation, mobiler Telekommunikation und Informationsdiensten. Galileo ist das größte technologische Infrastrukturprojekt der Europäischen Union.

Die deutsche Raumfahrtindustrie zählt zu den wichtigsten Partnern sowohl beim Aufbau des Galileo-Systems als auch bei Betrieb und Nutzung. Entwickelt und gebaut werden die Satelliten in Bremen und Ottobrunn bei München. Darüber hinaus spielen deutsche Unternehmen eine führende Rolle als Zulieferer von Komponenten, bei der Lageregelung, den Nutzlasten, den Startdiensten und den Bodenkontrolleinrichtungen sowie beim Aufbau des kompletten Galileo-Systems im Weltraum. Ein Bremer Unternehmen trägt die Verantwortung für die erste Tranche der Satelliten für die Betriebsphase von Galileo. Bochumer Spezialisten liefern Systeme zur Überwachung, Konfiguration und Steuerung aller Systemkomponenten und Datenflüsse innerhalb des Galileo-Bodensegments sowie zur zentralen Archivierung der Missionsdaten. Schon seit den Anfangsphasen des Projekts ist ein Darmstädter Unternehmen mit der Entwicklung und Durchführung von System-Simulationen beauftragt, die die Leistungsfähigkeit des Galileo-Gesamtsystems untersuchen und feststellen. Mit einem weiteren System, ebenfalls aus Darmstädter Entwicklerhand, werden die Betreiber der Galileo-Konstellation ausgebildet. Hier kommt die von einem Münchener Raumfahrtunternehmen entwickelte „Precise Timing Facility“ zum Einsatz: Sie sorgt für die Generierung der Galileo-Systemzeit – dem „Herzschlag“ der gesamten Satellitenkonstellation. Ein Unternehmen im schwäbischen Ditzingen trug die Verantwortung für die Systemvalidierung



Integration eines Galileo-FOC-Satelliten

des Galileo-Bodenmissionssegments. Zudem brachte es sein Technologiewissen im Bereich Kommunikationssicherheit für IP-Netzwerke ein und stellte sein Know-how für Verschlüsselung und Authentifizierung bereit.

Die Galileo-Konstellation soll aus 30 Satelliten bestehen, die die Erde in einer Höhe von rund 23.600 km umrunden. Der Empfänger bestimmt seine Position auf dem Globus, indem er die Entfernung zu mindestens vier Navigationssatelliten ermittelt. Diese Entfernung wird mithilfe eines hochgenauen Zeitsignals gemessen. Die Satelliten senden dieses Zeitsignal, der Empfänger misst die Zeit, die bis zum Empfang des Signals verstreicht. Ein globales Netzwerk von Bodenstationen sorgt für den Datentransfer zu und von den Satelliten. Sensor-Stationen rund um den Erdball überwachen und korrigieren ständig die Qualität des Signals.

Galileo wird fünf spezifische nutzerorientierte Dienste anbieten, die teils öffentlich zugänglich, teils für hoheitliche Anwendungen reserviert sind. Beispiele der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sind die Steuerung des Flug- oder Bahnverkehrs, es wird als elektronische Fahrhilfe verwendet und für Staumeldungen, zur Kollisionswarnung und zum Management von Notfallsituationen zu Lande, zu Wasser und in der Luft. Zusätzlich kann Galileo helfen, Fisch- oder Erntebestände zu überwachen. Auch die öffentliche Sicherheit kann Galileo fördern.

MOBILITÄT, KOMMUNIKATION UND SICHERHEIT



Der deutsche Radarsatellit TanDEM-X im Reinraum

Satellitengestützte Erdbeobachtung

Im gleichen Maße wie Europa mit Galileo seine Souveränität bei der sensiblen Thematik der Navigation erreicht, sichert Copernicus diese in der Erdbeobachtung. Copernicus ist eine gemeinsame Initiative der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der Europäischen Kommission und dient der globalen Umwelt- und Sicherheitsüberwachung.

Klimaveränderungen spüren wir heute fast täglich. Wirbelstürme, Jahrhundertfluten wie an Elbe und Donau, aber auch Naturkatastrophen wie Tsunamis, Erdbeben, Waldbrände und Vulkanausbrüche stellen Bedrohungen dar.

Doch die sich verändernde Umwelt ist nicht die einzige Herausforderung unserer Zeit: Auch Fragen des Bevölkerungswachstums, die Suche nach Bodenschätzen oder die Überwachung der öffentlichen Sicherheit erfordern zuverlässige, schnelle und weltweit einsetzbare Kontroll- und Kommunikationsinstrumente. Voraussetzung dafür sind leistungsfähige Satellitensysteme.

Das Copernicus-Projekt führt die in Europa vorhandenen Quellen von Umweltdaten zusammen und bietet innovative Dienstleistungen an – von der Beobachtung des Wachstums urbaner

Zentren, hochwassergefährdeter Regionen und abschmelzender Gletscher bis hin zum Datensupport für Hilfsorganisationen in Katastrophengebieten.

In einem ersten Schritt wurden im Copernicus-Projekt die Daten bestehender Satelliten wie ERS-2, Meteosat und TerraSAR-X/TanDEM-X vernetzt und ausgewertet. Im zweiten Schritt werden fünf spezielle Satelliten, die so genannten Sentinel-Satelliten (englisch: Wächter), ins All geschossen und das System damit vervollständigt. Durch Copernicus wird Europa eine global führende Rolle in der operationellen Erdbeobachtung einnehmen. Die deutsche Raumfahrtindustrie hat die Führung des Copernicus-Projekts übernommen und bringt dabei ihr über Jahre aufgebautes Know-how ein.

Dem Raumfahrt-Unternehmen mit Sitz in Friedrichshafen kommt die verantwortliche Rolle zu bei Entwicklung und Bau des zweiten und vierten Sentinel-Satelliten. Auch ist bzw. war es an der Herstellung von Instrumenten für die anderen Sentinels beteiligt, beispielsweise mit einer Radarantenne als Hauptinstrument an Sentinel 1, der im April 2014 – mit neuer aus Backnang bei Stuttgart stammender optischer Laser-Kommunikationstechnologie an Bord – ins All geschossen wurde,

wodurch Copernicus nunmehr seinen operativen Dienst aufgenommen hat. Die deutsche Zulieferindustrie wirkt ebenfalls maßgeblich an den Sentinels mit und liefert mit Subsystemen und Instrumenten wesentliche Komponenten.

Die Aufgaben der Sentinels umfassen operationelle Landbeobachtungs- und Notfalldienste, Temperatur- und exakte Höhenmessungen mittels Radar sowie multispektrale Aufnahmen. Auch die Analyse der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und die Überwachung der Luftqualität gehören zum Tätigkeitsspektrum. Damit liefern die Sentinels umfassende Daten für die Landüberwachung, die Überwachung der Meeresumwelt, Katastrophen- und Krisenmanagement, die Überwachung der Atmosphäre und des Klimawandels sowie zur Sicherheit. Sentinel-1 ist außerdem der erste Satellit für die geplante europäische „Datenautobahn im All“, das System EDRS (European Data Relais System). EDRS wird unter industrieller Führung des Ottobrunner Systemhauses in einer öffentlich-privaten Partnerschaft (Public Private Partnership, PPP) verantwortet.

Die Bedeutung der Synthetic Aperture Radar (SAR)-Technologie

Deutsche Unternehmen haben sich bei der Erdbeobachtung in enger Zusammenarbeit mit Wissenschaft und Forschung schon früh auf wichtige Technologiefelder im Bereich Radar konzentriert. Bei Entwicklung und Anwendung der SAR-Technologie sind deutsche Unternehmen heute weltweit führend und an einer ganzen Reihe von Radarsatelliten beteiligt. Mitte 2007 ist der in Friedrichshafen gebaute Radarsatellit TerraSAR-X ins All gestartet. TerraSAR-X ist das erste deutsche Raumfahrtprogramm, das in einer öffentlich-privaten Partnerschaft zwischen dem industriellen Hauptauftragnehmer mit Sitz in Friedrichshafen und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt wurde. Seit seinem Start liefert TerraSAR-X Bilder, auf denen sogar Gegenstände zu erkennen sind, die kaum einen Meter groß sind.

Von der deutschen Industrie stammt zudem ein hochleistungsfähiges optisches Kommunikationsterminal, das auf TerraSAR-X mitfliegt. Dieses Laserkommunikationsterminal ermöglicht die optische Kommunikation zwischen den beiden Satelliten mit bislang unerreichten Datenraten. Seit Mitte 2010 hat TerraSAR-X einen nahezu identischen Begleiter. Das Satellitenpaar TanDEM-X hat bis Mitte 2014 ein einheitliches digitales globales

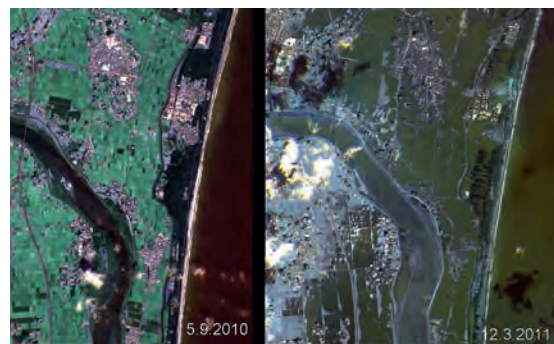
und dreidimensionales Höhenmodell der Erdoberfläche erstellt. Dieses sogenannte DEM (Digital Elevation Model) der gesamten Erdoberfläche ist weltweit einmalig.

Es sichert eine Vielzahl ziviler und sicherheitsrelevanter Anwendungen. Das Anwendungspotenzial ist umfassend, da die Daten unabhängig vom Wetter mittels Radartechnologie erhoben werden. Sie reichen vom Monitoring von Klima- und Umweltauswirkungen über Landes- und Stadtplanung, die Erkundung von Ressourcen bis hin zu militärischen Einsatzzwecken für die Bundeswehr und ihre Verbündeten.

Optische Erdbeobachtungsmissionen

Komplementär hierzu entwickelte ein mittelständisches Unternehmen eine Konstellation von optischen Kleinsatelliten, RapidEye, die seit Sommer 2008 die Erdoberfläche beobachten. Die dazu notwendigen Multispektralkameras kamen aus Jena. Eine Flotte von fünf baugleichen Satelliten, auf denen sich die Kameras aus Thüringen befinden, ermöglicht eine Datenabdeckung der gesamten Erde innerhalb von 48 Stunden.

Diese Satelliten spielen in der ersten Phase des Copernicus-Programms eine Schlüsselrolle: TerraSAR-X und RapidEye bilden im Copernicus-Verbund das Rückgrat der Dienste zur Krisenunterstützung.



Vorher-Nachher-Vergleich der Tsunami-Zerstörungen in Japan aufgenommen von RapidEye

// Raumfahrt – Teil unseres täglichen Lebens

MOBILITÄT, KOMMUNIKATION UND SICHERHEIT



SAR-Lupe ist das erste satellitengeschützte Radar-Aufklärungssystem Deutschlands

Unter Münchner Systemführung wird der optische Umwelt-Satellit EnMAP realisiert. Als erster Hyperspektralsensor soll EnMAP qualitativ hochwertige Datensätze für die globale Erdbeobachtung erzeugen. Anwendung finden die Daten unter anderem bei Untersuchungen der Dynamik der Erde, des Klimawandels und der Ökosystem-Stabilität.

In Backnang bei Stuttgart werden nicht nur Subsysteme und Komponenten für Erdbeobachtungssatelliten entwickelt, sondern auch Systeme für Kommunikationssatelliten in der ganzen Welt. Das schwäbische Unternehmen ist mit einem Anteil von über 50% weltweiter Marktführer bei Leistungsverstärkern. Einen besonderen Höhepunkt in dieser Erfolgsgeschichte stellte die Fertigung der 10.000. Verstärkereinheit „made in Backnang“ im Jahr 2014 dar.

Auch für meteorologische Empfangssysteme verfügt die deutsche Raumfahrtindustrie über herausragende Kompetenzen. In Bochum ist einer der führenden europäischen Anbieter für diese Systeme ansässig.

Mit Copernicus stärkt Europa nicht nur seine Autonomie bei der Umweltbeobachtung. Die darauf basierenden kommerziellen Dienste führen auch zu einem erheblichen wirtschaftlichen Schub in den Bereichen Satellitenbau und Start, für Datenverkauf, Bodenstationen und nachgeordnete Dienstleistungen.

Wissenschaftliche Erdbeobachtung

Der in Friedrichshafen entwickelte CryoSat ist ein Forschungs-satellit, der das Volumen der Eismassen an den Polkappen erfasst. Der Satellit gehört zu den Earth Explorer Missionen der Europäischen Weltraumorganisation ESA innerhalb ihres „Living Planet“ Programms. Im Rahmen dieser Mission erhalten die Wissenschaftler neue wichtige Erkenntnisse über die Veränderung des Klimas der Erde, über die Zusammenhänge zwischen der Erderwärmung, dem Abschmelzen der Polkappen und den Veränderungen der ozeanischen Wasser- und Luftzirkulation. Aufgabe ist es, die genauen Oberflächenhöhen der Landeismassen in Grönland und in der Antarktis zu vermessen. Außerdem wird erstmals aus dem Weltraum die Dicke des schwimmenden Meereises erfasst.

Am 08. April 2010 wurde CryoSat-2 erfolgreich gestartet. Seitdem liefert er aus seiner polaren Umlaufbahn Missionsdaten zur Erde. Zunächst auf drei Jahre ausgelegt, wurde die Mission aufgrund des guten Zustands des Satelliten und der hohen Qualität der gewonnenen Daten bis 2017 verlängert.

Allgemeine Krisenvorsorge und Konfliktbewältigung sowie der Einsatz deutscher Soldaten und Hilfsorganisationen in Krisengebieten weltweit haben die Notwendigkeit für Deutsch-

land verdeutlicht, auf moderne und unabhängige Aufklärungskapazitäten zugreifen zu können. Das Bundesministerium der Verteidigung hat daher sein eigenes Satellitensystem, SAR-Lupe, beschafft. Diese Aufklärungssatelliten wurden unter Systemführung der deutschen Raumfahrtindustrie entwickelt und in Bremen gebaut. Mit dem erfolgreichen Start des fünften SAR-Lupe Satelliten im Jahr 2008 wurde dieses deutsche Satellitenaufklärungssystem für die Bundeswehr komplettiert, das jetzt Bilder höchster Auflösung liefert. Die Satelliten leisten damit einen wichtigen Beitrag, die Einsatzfähigkeit der Bundeswehr und den Schutz deutscher Soldaten sicherzustellen. Im Jahr 2013 wurde das Nachfolgesystem SARah in Auftrag gegeben: Dieses Mal als Kombination der bewährten Bremer Technologie ergänzt um die TerraSAR-Technologie aus Friedrichshafen am Bodensee. Damit verfügt die Bundeswehr über ein extrem leistungsfähiges nationales Aufklärungssystem. Auch ist die deutsche Raumfahrtindustrie Partner bei der Entwicklung und dem Betrieb der modernsten europäischen Wettersatelliten: den MetOp-Satelliten und den Meteosat-Satelliten der dritten Generation (MTG). Der erste MetOp-Satellit wurde 2006 und der zweite im Jahr 2012 gestartet. Beide umkreisen die Erde in einer Höhe von 820 Kilometern. Das „Herz“ der Satelliten, die meteorologische Nutzlast, stammt aus Friedrichshafen. Datenverteilungssysteme und Satellitenempfangsstationen kommen aus Bochum. Diese Satelliten haben die Wettervorhersage revolutioniert: Aus ihren Daten lassen sich erstmals zuverlässige Wettervorhersagen von bis zu sechs Tagen erstellen. Das zentrale Kerninstrument der Wettersatelliten, die ab 2020 von der europäischen Wetterorganisation EUMETSAT betrieben werden, kommt ebenfalls aus Deutschland. Die in Thüringen entwickelte Kamera wird künftig Daten für Meteorologie, Ozeanographie und Klimaüberwachung liefern.

Satellitenkommunikation

Zu den wichtigsten Technologietreibern in der Satellitenentwicklung zählt die Telekommunikation, der kommerziellste Bereich der Raumfahrt.

Die deutsche Raumfahrtindustrie ist maßgeblicher Partner an Alphasat, dem größten und leistungsfähigsten Telekommunikations-Satelliten der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Alphasat wurde im Juli 2013 erfolgreich auf einer Ariane 5 Trägerrakete gestartet. Dieser Satellit dient der Erprobung neuer Telekommunikations-Technologien, die es mit dieser Leistungsfähigkeit noch nie gab.

Die Subsysteme wie Solargeneratoren werden in Ottobrunn bei München entwickelt und gebaut, die Satellitenantriebe stammen aus Lampoldshausen, die Sternensensoren aus Jena und die Drallräder zur Lagestabilisierung aus Heidelberg.



Alphasats Laser-Kommunikationsterminal (LCT) im Betrieb

Zudem wird mit Alphasat die Datenkommunikation zwischen zwei Satelliten mittels Laser betrieben. Er fungiert zukünftig als Teststation für die optische Datenübertragung mit dem Laser Communication Terminal (LCT) auf Sentinel 1A, der im April 2014 gestartet wurde. Das LCT, hergestellt bei einem in Backnang bei Stuttgart ansässigen Raumfahrtunternehmen, wird die ESA zukünftig im EDRS (European Data Relay Satellite)-System auf Erdbeobachtungssatelliten einsetzen.

Das LCT ermöglicht, sehr viel höhere Datenmengen als bislang ohne Zeitverzug aus dem Weltraum zur Erde zu senden: Zum einen ist die Übertragungskapazität rund dreimal so hoch wie bei herkömmlichen Systemen. Zum anderen kann mit dem Datenrelaissystem die Übertragungsdauer von zehn auf 45 Minuten erhöht werden. Insgesamt bietet Deutschland damit im Rahmen des EDRS-Satellitensystems weltweit einzigartige Hochtechnologien für die optische Hochgeschwindigkeits-Kommunikation zwischen Satelliten im geostationären Orbit.

Deutschland ist damit führender Partner in diesem ESA-Programm. In den letzten Jahren haben deutsche Unternehmen ihre Systemkompetenz im Bereich der Telekommunikations-satelliten kontinuierlich ausgebaut. In Bremen wurden die Grundlagen für kleine, geostationäre Satelliten von gut 1.500 Kilogramm Startgewicht entwickelt. Bei diesen innovativen „Small Geo“-Satelliten hat die deutsche Industrie im europäischen Kontext die Systemführung inne.

Mit der nationalen Satellitenkommunikationsmission „Heinrich Hertz“ sollen neue Kommunikationstechnologien im Welt- raum wissenschaftlich und technisch untersucht und getestet werden. Zu diesen Technologien gehört zum Beispiel die Breitbandkommunikation, die hohe Datenraten zum mobilen Endnutzer bringen kann. Deutsche Unternehmen aus Bremen und Backnang bei Stuttgart sind hieran maßgeblich beteiligt.

// Raumfahrt – Teil unseres täglichen Lebens

MOBILITÄT, KOMMUNIKATION UND SICHERHEIT



Alphasat I-XL in der Testanlage

Satellitenkommunikation für die Sicherheitsvorsorge

Zum breiten Einsatzspektrum der Bundeswehr gehören die Evakuierung deutscher Staatsbürger aus Notlagen und der Einsatz in humanitärer Mission. Gemeinsam mit Streitkräften befreundeter Nationen und Partnern beteiligt sie sich weltweit an friedenserhaltenden, stabilisierenden und friedens erzwingenden Operationen. Deutsche Soldaten benötigen deshalb modernste Kommunikationsmittel.

Mit dem satellitengestützten Kommunikationssystem SATCOMBw Stufe 2 verfügt die Bundeswehr erstmals über ein eigenes System. Dieses stärkt die strategische und taktische Kommunikation zwischen Heimatland und Einsatzgebieten und bietet die gesamte Palette moderner IT-Vernetzung: von Sprache und Fax über Daten bis zu Video- und Multimedia-Anwendungen. Auftragnehmer für SATCOMBw Stufe 2 (Lieferung & Betrieb) ist ein Joint-Venture mit Beteiligung von Europas größtem Raumfahrtunternehmen. Die Systemführung des gesamten Systems einschließlich des Weltraumsegments und der Nutzlasten lag in Ottobrunn bei München. Zahlreiche deutsche Unternehmen lieferten wichtige Komponenten für das Boden- und Raumsegment zu. Seit dem Start des zweiten Satelliten im Jahr 2010 ist das gesamte System erfolgreich in Betrieb. Es leistet einen maßgeblichen Beitrag zur Sicherheit unserer Soldaten in den Einsatzgebieten. Deutschland hat erfolgreich in nationale Technologie investiert – die Notwendigkeit,

Kapazitäten bei kommerziellen Satellitenbetreibern anmieten zu müssen entfällt. Vor diesem Hintergrund erweist sich die Investition auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten als sinnvoll. Seit dem Jahr 2011 ermöglicht die ebenfalls bereitgestellte Betreuungskommunikation für die Bundeswehr den deutschen Soldaten im Auslandseinsatz die Kommunikation mit ihren Familien und Freunden zu Hause. Industriell wird diese wichtige Aufgabe von dem Unternehmen in Ottobrunn geführt.

Umfassende Kompetenzen in der Satellitentechnologie

Über Navigation, Erdbeobachtung und Telekommunikationsanwendungen hinaus sind deutsche Raumfahrtunternehmen in nahezu allen Bereichen der Satellitentechnologie erfolgreich tätig. Aus Lampoldshausen kommen komplette Antriebssysteme für Satelliten, entsprechende Treibstofftanks aus Bremen und Augsburg. Entscheidende Komponenten und Subsysteme für Telekommunikationssatelliten werden ebenso wie die optischen Satellitenterminals der neuesten Generation in Backnang bei Stuttgart hergestellt.

Die On-Board-Computer und Massenspeicher der Satelliten kommen aus Ottobrunn bei München. Dort werden auch die Solargeneratoren zur Energieversorgung von Satelliten gefertigt. In Jena werden Lageregelungssensoren für Satelliten und in Heidelberg Schwungräder für deren Lagestabilisierung

hergestellt. In Ottobrunn wird das Abstrahlverhalten von Satelliten aus einer Entfernung von 36.000 km zur Erde simuliert und vermessen. Diese Testanlagen werden zudem in die ganze Welt verkauft. Wanderfeldröhren und deren Verstärker, Schlüsselkomponenten für die Raumfahrt, stammen aus Ulm. Jeder Satellit im Orbit verfügt über Leistungsverstärker vor der Antenne, um die Verbindung zum Boden aufrechtzuerhalten und genügend Leistung zur Verfügung zu stellen, um alle relevanten Informationen Richtung Erde zu übertragen.

Die deutsche Raumfahrtindustrie ist im Satellitenbodensegment führend tätig. So leistet Deutschland für die Entwicklung der zukünftigen Europäischen Bodensystem-Infrastruktur (European Ground Systems – Common Core, EGS-CC) den größten Beitrag. Durch EGS-CC werden zukünftige Monitoring- und Steuerungssysteme über alle Raumfahrtmissionstypen und -phasen hinweg standardisiert, wodurch Synergien entstehen und Entwicklungszeiten verkürzt werden. Zudem wird die Entwicklung dieser Infrastruktur, welche Standards für die Raumfahrtagenturen und -industrie in Europa vorgeben wird, von einem Darmstädter Unternehmen geleitet. Ebenfalls dort werden für das Kontrollzentrum der ESA und die Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT) Echtzeit-Simulatoren sowie Kontroll- und Planungssysteme entwickelt und gewartet. Unter Münchener Führung wurde mit Beteiligung eines Berliner Unternehmens ein nationaler Technologieerprobungsträger realisiert, dessen mitgeführte Nutzlasten für rund ein Jahr im All erprobt wurden. Hierdurch wurde der Grundstein für den Bau künftiger Raumfahrtssysteme gelegt.



TET-Kleinsatellit

Auch in Technologieerprobungsprogrammen nimmt die deutsche Raumfahrtindustrie eine wichtige Rolle wahr. So hat die Systemführung am Technologieerprobungsträger TET ein Raumfahrtunternehmen aus München inne und arbeitet dabei eng mit einem in

Berlin-Adlershof ansässigen Unternehmen zusammen. Die Mikrosatelliten TET eröffnen den Herstellern nun die Möglichkeit einer Vorabprüfung im Weltraum und damit ein neues Maß an Sicherheit.

MetOp-SG-Wettersatelliten

Ab dem Jahr 2021 werden die MetOp-SG-Satelliten (MetOp Second Generation – MetOp-SG) verbesserte, kontinuierliche und hochwertige Wetterdaten für die gesamte Erde liefern. Europas größtes Raumfahrtunternehmen wird diese neue Generation von Wettersatelliten für die Europäische Weltraumorganisation ESA entwickeln und bauen. MetOp-SG besteht aus zwei Satellitenreihen mit drei „A-Satelliten“ (Schwerpunkt auf optischen Instrumenten und Sounder-Instrumenten zur Erforschung der Erdatmosphäre) und drei „B-Satelliten“ (Schwerpunkt auf Mikrowellen-Instrumenten). Während die A-Satelliten-Serie im französischen Toulouse entwickelt und



Vertragsunterzeichnung für die Entwicklung des Wetterstatelliten MetOp-SG

gebaut wird, ist Friedrichshafen für Entwicklung und Fertigung der B-Satelliten-Serie verantwortlich. Von dort aus wird ein internationales Industriekonsortium mit mehr als 100 Unternehmen aus sechzehn europäischen Ländern geleitet.

Für jeden der Satelliten mit einer Startmasse von etwa vier Tonnen ist ein Einzelstart vorgesehen. Die Erdtrabanten werden in einen sonnensynchronen polaren MetOp-Orbit in eine Höhe von 831 Kilometern gebracht. Die MetOp-SG-Satelliten bilden das Weltraumsegment des EUMETSAT-Systems polarumlaufender Wettersatelliten der zweiten Generation (EUMETSAT Polar System – EPS-SG); das Programm ist eine Kooperation von ESA und EUMETSAT. Der erste A-Satellit soll 2021 ins All starten, der erste B-Satellit 2022. Die drei Satelliten der A- und B-Serie werden eine nominelle Lebenszeit des Systems von bis zu 21 Jahren sichern – mit sechs Monaten In-Orbit-Überschneidungen zwischen den einzelnen Satelliten einer Serie. Die neuen MetOp-SG-Satelliten werden gegenüber der ersten Generation von MetOp-Satelliten eine verbesserte spektrale und räumliche Auflösung bieten. Zehn verschiedene Instrumente, die den ultravioletten, sichtbaren Infrarot- und Mikrowellen-Spektralbereich abdecken, ermöglichen eine große Bandbreite an Beobachtungen.

// Raumfahrt schafft Unabhängigkeit

DER EUROPÄISCHE ZUGANG ZUM WELTALL

Nur Länder, die über einen eigenen, unabhängigen Zugang zum Weltall verfügen, können Raumfahrtanwendungen zielgerichtet nutzen. Auf seinem Weg in den Weltraum setzt Europa weiterhin auf diese Autonomie. Sowohl beim Zugang zum Weltraum als auch bei der Nutzung der vielfältigen Möglichkeiten, die der Weltraum bietet, muss Europa weiterhin seine Unabhängigkeit wahren.

Das ARIANE-Programm – der Türöffner zum Weltall

Die Geschichte der europäischen Raumfahrt reicht weit zurück: Bereits im Jahre 1979 startete vom europäischen Weltraumbahnhof in Französisch-Guayana, nahe dem Äquator, die erste in europäischer Gemeinschaftsproduktion entwickelte und gebaute Ariane-Rakete. Seit diesem Zeitpunkt wurden über



Ariane 5 mit ATV-4 „Albert Einstein“

200 Starts erfolgreich durchgeführt. In ihrer modernsten Version kann die aktuell noch im Einsatz befindliche Ariane 5 zwei Satelliten mit einem Gesamtgewicht von zehn Tonnen in die Erdumlaufbahn (GTO) bringen.

Mit dem Transport institutioneller und kommerzieller Nutzlasten sichert die Ariane 5 Europas unabhängigen Zugang zum Weltraum. Mit 60 erfolgreichen Starts in Folge ist die Ariane 5 bisher die zuverlässigste Trägerrakete weltweit.

Mit der Entscheidung bei der Ministerratskonferenz der Europäischen Weltraumorganisation ESA im Dezember 2014 zur Entwicklung der Ariane 6 wird diese Erfolgsgeschichte fortgesetzt. Deutschland ist neben Frankreich mit einer Beteiligung von rund 22 Prozent an diesem Nachfolgeträger der Ariane 5 auch weiterhin wichtigster Partner im Ariane-Programm. Davon profitieren sowohl große deutsche Raumfahrtunternehmen als auch die rund 200 Unternehmen der mittelständisch geprägten Zulieferindustrie in Deutschland. Für die Entwicklung der Ariane 6 stellt die deutsche Raumfahrtindustrie umfassende Kompetenzen und Know-how bereit, zu denen Oberstufentechnologie, Strukturen, Booster und Antriebstechnik gehören. Ziel ist die Entwicklung und die Herstellung einer möglichst leistungsfähigen, kostenoptimierten und wettbewerbsfähigen europäischen Trägerrakete für das kommende Jahrzehnt.

Die deutsche Raumfahrtindustrie wird gemäß der deutschen Beteiligung am Ariane 6 Programm zentraler Auftragnehmer bei der Entwicklung der neuen Trägerrakete sein. In Bremen sollen Entwicklung und Integration der Oberstufe sowie die Integration der Oberstufentanks erfolgen. Aus Ottobrunn kommen die Triebwerke, die Vulcain- und Vinci-Brennkammern. Augsburg und das DLR arbeiten zusammen beim Aufbau einer zweiten Produktionslinie für die P120C Booster in Partnerschaft mit Italien, bei Entwicklung und Test neuer Boostergehäuse aus Verbundwerkstoffen und bei der Fertigung von metallischen Tanks und Strukturen. Geplant ist eine 2-stufige Rakete mit zwei bzw. vier Feststoffboostern



Tankböden der Ariane 5

und einer Nutzlastkapazität von sechs bzw. elf Tonnen. Die stärkere Version ermöglicht auch Doppelstarts von Satelliten. Neben dem Ariane-Programm beteiligt sich Deutschland auch an der Entwicklung des kleineren europäischen Trägers, der Vega-C, die mit der neuen Ariane 6 die Booster teilt.

Erfolgreich im Einsatz – die Ariane 5

Rund 10.000 hochqualifizierte Ingenieure und Facharbeiter sind in Europa im Ariane-Programm beschäftigt. Die deutsche Raumfahrtindustrie ist nach Frankreich der wichtigste Partner im europäischen Ariane-Programm. Für Entwicklung, Bau und Betrieb der Ariane arbeitet die europäische Systemfirma in enger Zusammenarbeit mit europäischen Partnerunternehmen, mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der Vermarktungsgesellschaft Arianespace.

Die deutsche Raumfahrtindustrie verfügt im Bereich der Raketenantriebe über jahrzehntelange Erfahrung. In Bremen liegt die Systemführung für die komplette Ariane 5-Oberstufe einschließlich der Steuerung, die den Bordrechner des Trägers und des Triebwerks umfasst. Der Oberstufe kommt ein entscheidender Anteil an jeder Ariane 5 Mission zu: Sie liefert Satelliten punktgenau im Orbit ab. In Ottobrunn bei München werden das Oberstufentriebwerk Aestus sowie die Schubkammer für das Zentraltriebwerk Vulcain bzw. Vulcain 2 entwickelt und produziert. An diesem Standort wird auch das neue, wiederzündbare Oberstufen-Triebwerk Vinci für die nächste Version der Ariane 5 entwickelt. Mit einer Vinci-Oberstufe kann sie mehrere Satelliten in unterschiedlichen Umlaufbahnen aussetzen.

Antriebe werden in Deutschland nicht nur entwickelt und gebaut: In Lampoldshausen erfolgt in den Prüfständen des

DLR auch die Erprobung der Triebwerke. Im Raumfahrt-Testzentrum in Ottobrunn bei München finden die umfangreichen mechanischen Tests und Strukturuntersuchungen für die Ariane-Oberstufe statt.

Die wichtige Rolle der deutschen Zulieferindustrie

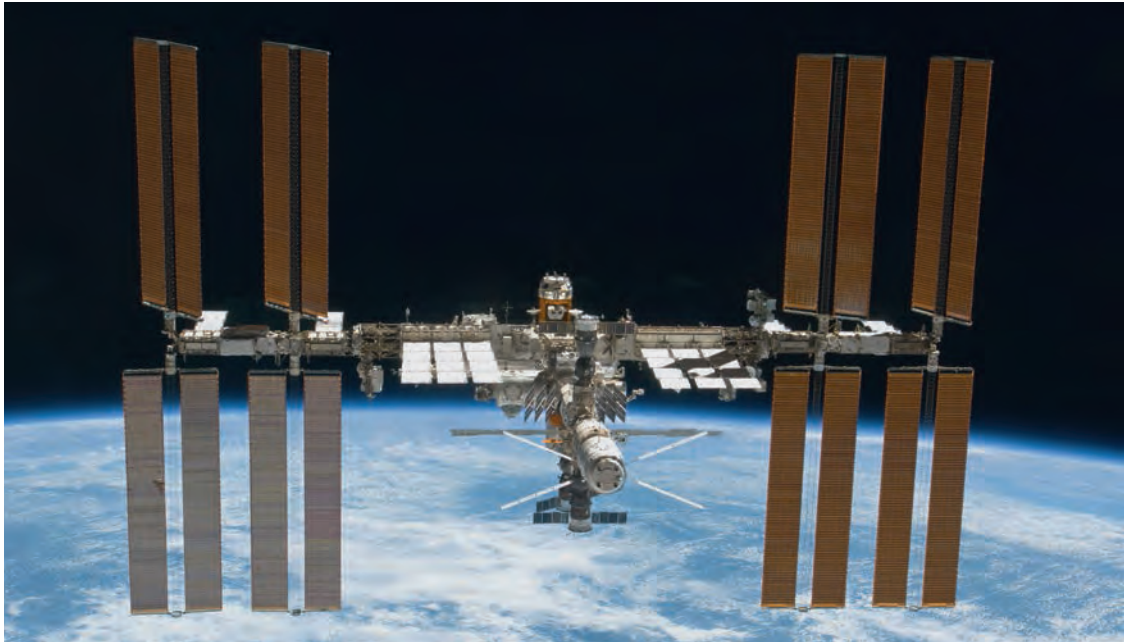
Gut 60 Prozent des gesamten Arbeitsvolumens der Ariane werden von der Systemfirma an die spezialisierte und mittelständisch geprägte Zulieferindustrie weitergegeben. Zu ihr gehören allein in Deutschland rund 200 Unternehmen.

Gerade für die Zulieferer in der so genannten „Non-Space Industry“ bedeutet der Status „Ariane 5 Zulieferer“ eine Auszeichnung für ihre hohe Produktionsqualität. So werden im Sauerland bei einer Titan- und Aluminiumfeingießerei Versorgungsklappen und Kraftstoffmischer für die Ariane produziert. Ein mittelständisch geprägtes Münchner Systemhaus liefert modulare Nutzlastelemente zum Ausgleich von Masseunterschieden. In Augsburg entstehen in einem einzigartigen Verfahren die rund 25 Meter hohen Gehäuse für die Booster der Ariane 5-Trägerrakte. Die beiden Booster mit einem Fassungsvermögen von je 240 Tonnen Festtreibstoff dienen beim Start der Ariane 5 als seitliche Zusatzantriebe. Sie liefern dem Träger dabei gut 90 Prozent des Schubs. Tanks und Tankstrukturen, insbesondere für die cryogenen Treibstoffe, werden ebenso in Augsburg entwickelt und gefertigt. Zu ihnen gehört das zentrale Strukturbauteil „Front Skirt“ für die Zentralstufe der Ariane 5. Spezialisten aus Augsburg übernehmen Aufgaben bei Betrieb und Wartung der Startanlage für die Ariane 5 in Kourou am europäischen Raumfahrtbahnhof.

Ariane Oberstufe

Gut 780 Tonnen Raketenmasse werden heute gebraucht, um zwei insgesamt zehn Tonnen schwere Satelliten auf eine geostationäre Transferbahn (GTO) zu bringen. Treibstoffe machen gut 80 Prozent des Raketengewichts aus. Enorme Produktivitätsfortschritte haben dazu geführt, dass die Herstellungskosten der Ariane-Rakete in den letzten Jahren erheblich gesunken sind. Für die Entwicklung des Nachfolgeträgers der Ariane 5 – das Ariane 6-Programm – stellt die deutsche Raumfahrtindustrie umfassende Kompetenzen und Know-how bereit, zu denen Oberstufentechnologie, Strukturen, Booster und Antriebstechnik gehören. Primäres Ziel ist dabei, dass Europa seinen unabhängigen Zugang zum Weltall sichert und ausbaut.

DIE INTERNATIONALE RAUMSTATION ISS



ISS mit ATV und Columbus

Die Internationale Raumstation ISS (International Space Station) ist **das** Beispiel für gelebte, Nationen übergreifende Kooperation und interkulturelle Zusammenarbeit. Sie stellt das bisher anspruchsvollste internationale Wissenschaftsprojekt dar und ist der größte, von Menschen gebaute Außenposten im Weltraum. Wissenschaftler und Ingenieure aller großen Industrienationen der Welt – USA, Russland, Japan, Kanada und europäischer Länder – sind an der ISS beteiligt. Forschung und Wissenschaft steht damit – gut 400 Kilometer entfernt von der Erde – ein einmaliges Großforschungslabor zur Verfügung an dem die deutsche Raumfahrtindustrie entscheidend beteiligt ist. Die Systemfirma in Bremen führt industriell den europäischen Anteil an der ISS.

Europa schickt seit über 30 Jahren Wissenschaftsastronauten ins All. Seit den 1980er Jahren haben sich Europäer an wissenschaftlichen Missionen im Weltraum beteiligt. Sie untersuchen das Wachstum von Kristallen unter Bedingungen der Schwerelosigkeit. Weitere Forschungsschwerpunkte sind das Verhalten von Materialien und Kleinstlebewesen in der Schwerelosigkeit ebenso wie deren Auswirkung auf ihren Organismus. Sämtliche Forschungsaktivitäten werden vor dem Gesichtspunkt des Nutzens für die Menschen auf der Erde durchgeführt.

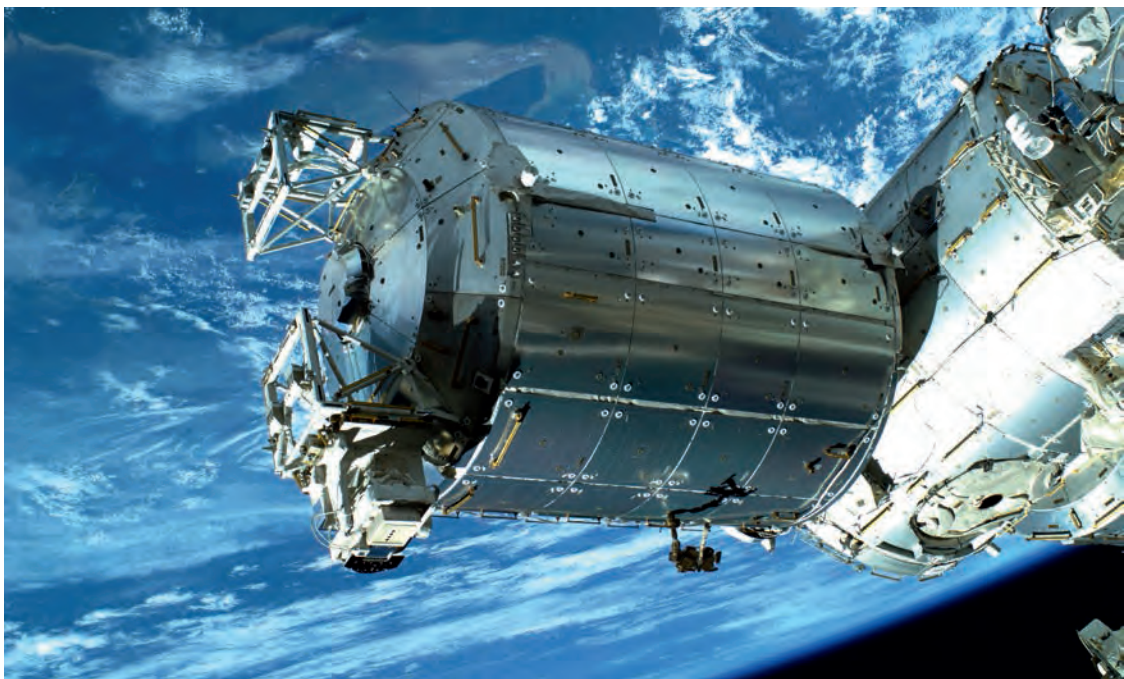
Deutschland hat sich schon früh auf die Forschung unter Weltraumbedingungen konzentriert. In Bremen wurde das europäische Weltraumlabor Spacelab gebaut, das insgesamt 22-mal in der Ladebucht der Space Shuttles erfolgreich im Weltraum flog. Mit den Spacelab-Missionen D1 und D2 an Bord des amerikanischen Space Shuttle verfügen die deutsche Wissenschaft und die deutsche Raumfahrtindustrie über langjährige Erfahrungen in der Forschung unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit.

Diese Erfahrung bildete die Voraussetzung dafür, dass Deutschland die Systemführung bei der Entwicklung und dem Bau des Columbus-Labors übernehmen konnte. Columbus ist der europäische Beitrag zur ISS: Dieses Weltraumlabor für Spitzenforschung im All wurde im Auftrag der ESA vom industriellen Hauptauftragnehmer in Bremen entwickelt und gebaut. Die deutsche Industrie zeichnete verantwortlich für das Systemengineering, für die Integration der von den Industriepartnern angelieferten Subsysteme ebenso wie für Simulationen und Tests. Auch die Entwicklung der notwendigen Betriebssoftware und das Lebenserhaltungssystem waren Teil des Leistungsspektrums der deutschen Industrie. Das komplette Labor ist – einschließlich externer Nutzlast-Plattformen für Außenexperimente – rund 7 Meter lang und 10 Tonnen schwer.

Am 11. Februar 2008 wurde Columbus an die ISS andockt und nahm erfolgreich seinen Forschungsbetrieb auf. Seitdem ermöglicht Columbus als einzigartiges Labor im Weltraum Forschungsleistungen unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit mit dem Ziel, ein besseres Leben auf der Erde zu schaffen.

Deutschland hat sich seinerzeit mit 51 Prozent am Columbus-Projekt beteiligt. Die Hälfte des Auftragsvolumens von Columbus entfiel dabei an gut 40 kleine und mittelständische Unternehmen.

Für die wissenschaftlichen Experimentiervorrichtungen stehen im Columbus-Forschungslabor insgesamt 16 Nutzlastschränke, Racks genannt, bereit. An der wissenschaftlichen Infrastruktur sind neben dem Systemhaus mit Sitz in Bremen und in Friedrichshafen eine Reihe von mittelständischen Unternehmen beteiligt. Aus Bremen kommen medizinische, physikalische und biologische Experimentiereinrichtungen. Ein Unternehmen in Lübeck ist verantwortlich für die Lieferung der lebenswichtigen Sauerstoff- und Kohlendioxid-Sensoren, mit denen die Atemluft im Columbus-Labor überwacht wird.



Das europäische Forschungslabor Columbus

DIE INTERNATIONALE RAUMSTATION ISS



Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst

Softwarespezialisten aus Nordrhein-Westfalen sind beauftragt mit der Herstellung von Daten- und Systemmanagementlösungen für das Columbus-Bodensegment mit seinen auf der ganzen Welt verteilten Stationen. Neben der Überwachung, Steuerung und Konfiguration der gesamten Bodensegment-Infrastruktur und Videodatenverteilung zur direkten Kommunikation mit den Astronauten zählt auch die Verteilung von Weltraumexperimentdaten an die Wissenschaftler zu den von einem Bochumer High-Tech-Unternehmen realisierten Systemen. Diese Bodensegment-Infrastruktur wird zu einem großen Teil von einem Darmstädter Unternehmen betrieben. Aus München wurden materialwissenschaftliche Experimentieranlagen und das gesamte Leitungssystem geliefert.

Die Bedeutung von Columbus für Europas Forschung und Wissenschaft

Mit dem Columbus-Labor bieten sich der Europäischen Wissenschaftsgemeinde einzigartige Möglichkeiten: Seine multidisziplinäre Ausstattung ist für Wissenschaftler aus nahezu allen zukunftsreichen Disziplinen von besonderem Interesse: Materialwissenschaftler, Mediziner und Biowissenschaftler können im Weltraum an Produkten und Verfahren arbeiten, die in Zukunft auf der Erde genutzt werden – und deren Entwicklung ohne die Forschungsleistungen der Menschen im All kaum möglich wäre.

Seit Anfang 2001 nutzen die Astronauten an Bord der ISS eine in München gefertigte Apparatur zur Plasmakristallforschung ebenso wie weitere, aus München stammende wissenschaftliche Anlagen und Laborgeräte. Aus Bremen kommen Teile der inneren Struktur der ISS.

Ein Weltraumlabor wie Columbus setzt eine optimale Nutzung voraus. Um den Wissenschaftlern an Bord der ISS eine sichere Arbeitsatmosphäre und ideale Forschungsbedingungen bieten zu können, kommen Betrieb und Wartung der Station große Bedeutung zu. Auch hier engagiert sich Europa unter Federführung der deutschen Raumfahrtindustrie.

So führte das Bremer Systemunternehmen ein europäisches Industriekonsortium an, das Betrieb und Nutzung des Europäischen Teils der ISS durchführt.

Bereits in den ersten Jahren des Columbus-Betriebs wurden 110 von der ESA geleitete Experimente von 500 Wissenschaftlern in den Bereichen Fluidphysik, Werkstoffwissenschaften, Strahlungsphysik, Sonnenforschung, Biologie und Astrobiologie erfolgreich durchgeführt ebenso wie eine Studie des menschlichen Körpers. Die erzielten Forschungsergebnisse waren für die Wissenschaftler auf der Erde von höchstem Interesse.

Am 28. Mai 2014 startete der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst zur ISS zu einer fast sechsmonatigen Mission, mit einem umfangreichen Programm wissenschaftlicher Experimente.

Weitere Kooperationen im All

Die deutsche Raumfahrtindustrie ist nicht nur für das Columbus-Labor verantwortlich: Bereits in der frühen Aufbauphase der Internationalen Raumstation lieferten ihre Unternehmen das Datenmanagement-System für das russische Stations-Modul Zvezda. Seit dem Jahr 2000 überwacht dieses System die Flugbahn der Station und gewährleistet die Kommunikation zwischen der Station und den Bodeneinrichtungen in Europa, Russland und den USA. In Friedrichshafen wurden in enger Kooperation mit Wissenschaftlern aus Europa und den USA Experimentanlagen für die ISS entwickelt, beispielsweise die Microgravity Science Glovebox für das US-Modul Destiny.



Weltraum Aurora

DIE INTERNATIONALE RAUMSTATION ISS



Frachtraum des ATV-5

ATV – der europäische Weltraumfrachter

Aus europäischer Hand wurde die Internationale Raumstation zwischen 2008 und 2014 versorgt: Das in Bremen gebaute ATV (Automated Transfer Vehicle) ist ein unbemannter Weltraumfrachter, der Nachschub wie Nahrung, Wasser, Ausrüstung, Stickstoff, Sauerstoff und Treibstoffe, Experimente, Kleidung und persönliche Gegenstände für die Astronauten zur ISS transportierte.

Im All ausgesetzt, steuerte dieser Frachter selbstständig und vollautomatisch die Raumstation an. Nach dem Andocken war das ATV zusätzlich für Ausweichmanöver der Raumstation verantwortlich, um diese vor eventuell heranfliegenden Trümmern zu schützen. Auch nahm es die wichtige Aufgabe der Höhenkorrektur, den sogenannten „Reboost“ der ISS, wahr.

Nach dem Abdocken von der ISS diente das ATV zur Müllentsorgung. Schließlich verglühte es kontrolliert in der Erdatmosphäre.

Um ein reibungsloses Andock-Manöver des ATV an der ISS sicherzustellen, entwickelten Spezialisten aus Jena die notwendigen Rendezvous- und Dockingsensoren. Zukünftige Missionen unbemannter Transportfahrzeuge werden ebenfalls diese bewährte Technologie nutzen.

Das ATV wurde im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA in Bremen gebaut und mit einer Ariane 5 gestartet. Nach dem ersten erfolgreichen Start 2008 haben noch vier weitere erfolgreiche ATV-Flüge stattgefunden. Mit dem fünften Start im Juli 2014 und dem Abdocken von der ISS im Februar 2015 ist das Programm erfolgreich und plangemäß zu Ende geführt worden.



ATV-5 George Lemaitre
Docking Manöver an ISS

In der Übergangsphase nach Einstellung des US-Shuttles im Jahr 2011 war das europäische ATV zusammen mit den russischen Sojus- und Progress-Kapseln sowie den japanischen H-II Transportfahrzeugen bis Ende 2014 die einzige konstante Verbindung zur Internationalen Raumstation und gewährleistete das Weiterbestehen der Station und die Versorgung der Astronauten.

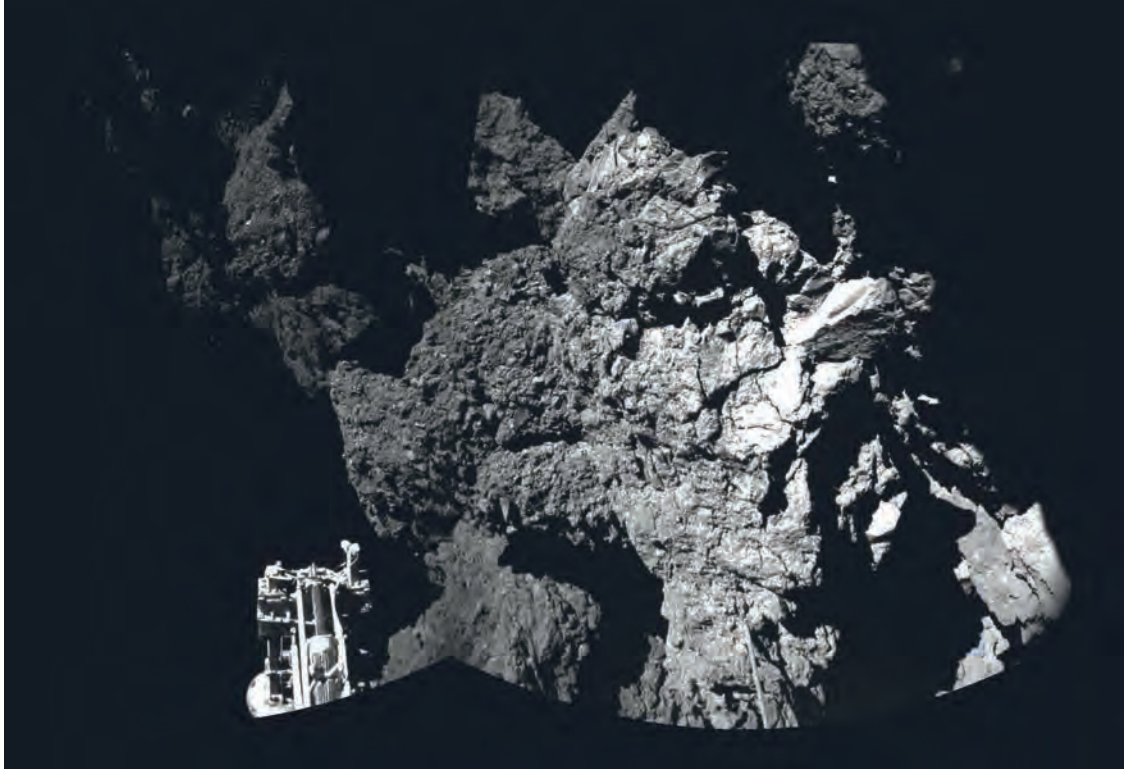
Zum gegenwärtigen Zeitpunkt verfügt Europa über keine Möglichkeit, Astronauten mit einem eigenen Transporter in den Weltraum zu schicken. Doch die US-amerikanische NASA (National Aeronautics and Space Administration) wird bei der nächsten Generation ihrer bemannten Missionen zur Erforschung des Weltraums mit einem Bremer Systemhaus zusammenarbeiten. Denn die nächste Herausforderung der Europäer ist die Entwicklung der Antriebs- und Versorgungseinheit Orion Service Module für die amerikanische Raumfähre Orion – im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA.

Das Multi Purpose Crew Vehicle (MPCV), die Orion-Raumkapsel der NASA mit Versorgungsmodul, wird basierend auf der ATV-Technologie Astronauten über die niedrigen Erdumlaufbahnen hinausbringen und bemannte Missionen zum Mond, zu Asteroiden und, so die Planung, tiefer in den Weltraum als je zuvor ermöglichen. Für den Antrieb des Raumfahrzeugs mit vier oder mehr Astronauten an Bord wird dabei das vom ATV abgeleitete Servicemodul sorgen. Insgesamt wird sich Orion für vier Schlüsselfunktionen (Antrieb, Stromversorgung, Temperaturregulierung sowie lebensnotwendige Ressourcen für die Astronauten wie Trinkwasser und Atemluft) auf ATV-Technologie stützen.



Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und NASA-Chef Charles Bolden vor dem Multi Purpose Crew Vehicle (MPCV) auf der ILA Berlin Air Show

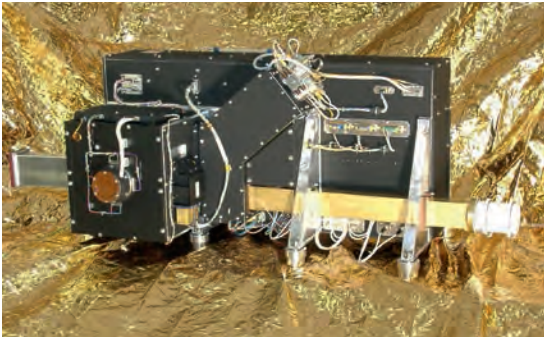
WISSENSCHAFT UND EXPLORATION



Philae landet auf Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko

„Gibt es Leben da draußen im Universum?“, „Woher kommen wir?“. Kein Mensch, der nachts zu den Sternen aufschaut, kann sich diesen Fragestellungen entziehen. Es gibt kaum ein größeres Faszinosum als den Gedanken, dass auch auf anderen Himmelskörpern intelligentes Leben existieren könnte. Ebenso gehört die Entstehung unserer Welt und unseres Sonnensystems noch zu den größten, ungelösten Rätseln der Menschheit.

Seit Jahrhunderten beschäftigen sich Wissenschaftler mit diesen Fragen. Doch erst seitdem der Mensch in der Lage ist die Erde zu verlassen und in das Weltall zu dringen, findet er Antworten. Immer stärker treibt ihn dabei die Suche nach fremdem Leben, immer weiter dringt er dabei in die Tiefen des Weltraums vor. Die Internationale Raumstation, die in gut 400 Kilometern Höhe die Erde umkreist, ist nur eine erste Etappe auf einem langen Weg.

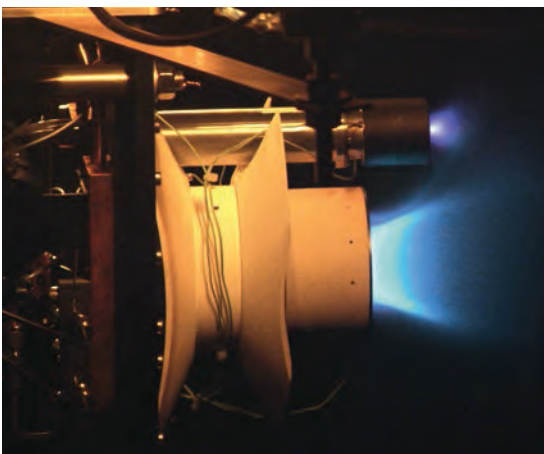


COSIMA-Spektrometer für Rosetta

Gegenwärtige Missionen

An der Suche nach den Anfängen des Universums sind deutsche Wissenschaftler maßgeblich beteiligt. Die deutsche Raumfahrtindustrie liefert ihnen wichtige Arbeitsgeräte – Raumsonden und wissenschaftliche Instrumente, die Sonnenwinde untersuchen, schwarze Löcher finden, die Zusammensetzung von Kometen analysieren und sich auf den Weg zu anderen Planeten und zu den Grenzen unseres Sonnensystems machen. Für zahlreiche ESA-Missionen im Wissenschaftsbereich entwickelt und baut die deutsche Raumfahrtindustrie wesentliche Komponenten.

Nicht nur die Strahlung aus dem Weltraum liefert Aufschlüsse über Entstehung, Alter und Aufbau unseres Universums, auch die Himmelskörper selbst tragen dazu bei. Als ehrgeizigstes

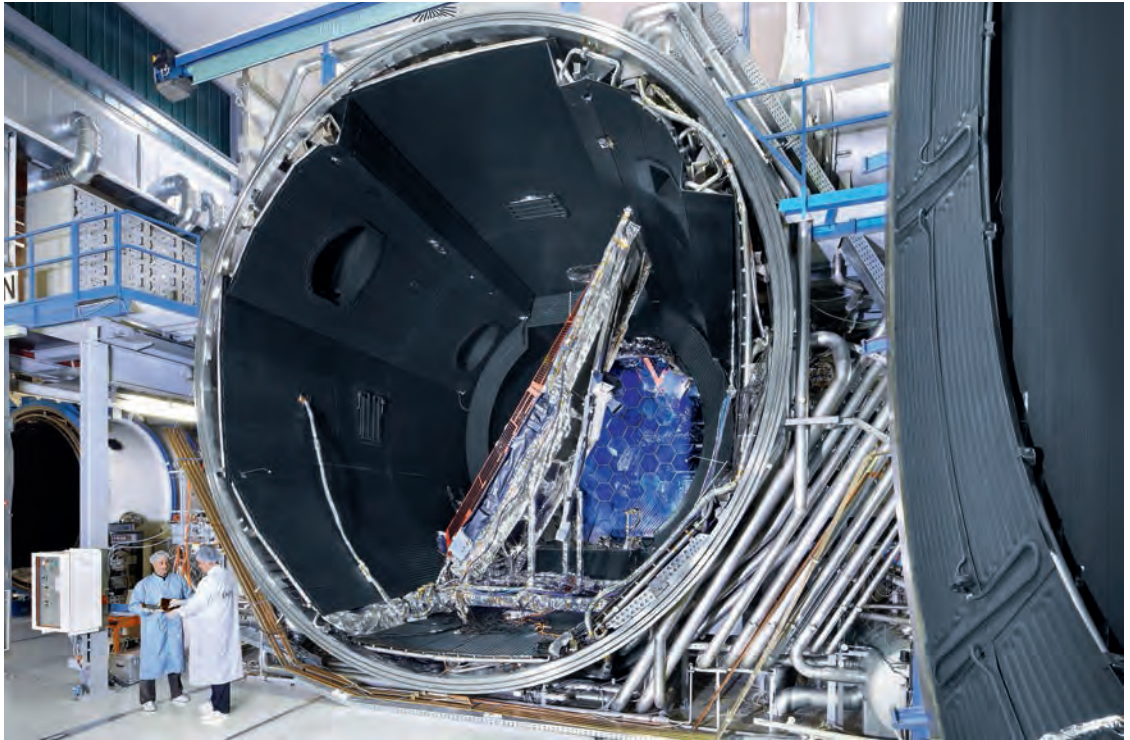


Ionenantrieb für Satellitenmissionen

Projekt ist in diesem Zusammenhang die Rosetta-Mission der ESA anzuführen. Rosetta wurde 2004 auf einer Ariane 5 in den Weltraum geschossen. Sie ist die erste Raumsonde, die einen Lander (Philae) auf einem Kometen aussetzte. Die industrielle Systemführung dieses einmaligen Projekts lag in Friedrichshafen. Wissenschaftliche Instrumente wurden in Deutschland gebaut. So stammt das Staubspektrometer Cosima aus Schwetzingen, Komponenten kommen aus Jena. Qualifikationstests für Teilsysteme, wie Philae, fanden in Ottobrunn bei München statt. In Darmstadt wurde das Rosetta-Bodensegment entwickelt, darunter der seit 2004 im Einsatz stehende Trainingssimulator sowie das Missionsplanungs- und -kontrollsystem.

Auf dem Weg zu ihrem Ziel, dem Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, wurde die Raumsonde zehn Jahre nach ihrem Start im Jahr 2004 am 20.01.2014 wieder aktiviert. Die mit vielfältigen Sensoren ausgestattete Sonde umrundete den Kometen zunächst in wenigen Kilometern Höhe und setzte erstmals in der Menschheitsgeschichte auf einem Kometen einen Lander – Philae – ab. Einmalig und innovativ war ebenfalls die Zusammenarbeit im Satellitenbetrieb und die präzise Arbeit der Flugdynamik, welche von einem Darmstädter Unternehmen unterstützt wurde. Als erste Raumsonde erkundet Rosetta den Kometen aus nächster Nähe in seiner aktiven Phase und beobachtet seine Veränderungen auf dem Weg in das wärmere, innere Sonnensystem mittels Untersuchung der Kometenoberfläche. Die Forscher erhoffen sich dadurch Rückschlüsse auf die chemische und Isotopenzusammensetzung des frühen Sonnensystems. 2018 ist eine weitere Landung einer deutschen Sonde auf einem Himmelskörper unseres Sonnensystems geplant: Der Lander MASCOT, an Bord der japanischen Hayabusa-2-Sonde, ist derzeit unterwegs zu einem Asteroiden. Onboard-Computer und Onboard-Software stammen aus Darmstadt. Im Frühjahr 2008 wurde das Systemhaus in Friedrichshafen von der ESA beauftragt, Entwicklung und Bau der Europäischen Merkur-Mission Bepi Colombo zu übernehmen. Bepi Colombos Hauptaufgaben bestehen in der Untersuchung des Magnetfelds sowie seiner geologischen Zusammensetzung und Geschichte. Auf diesem Planeten, der der Sonne am nächsten steht, herrschen extrem hohe Temperaturen, die eine besondere technische Herausforderung für die Ingenieure beinhalten. Der Start ist für 2016 geplant. Ein Trainingssimulator aus Darmstadt dient dem Team als Vorbereitung.

WISSENSCHAFT UND EXPLORATION



Satellit SWARM in der Weltraumsimulationskammer

LISA Pathfinder ist der Name eines Satelliten, den das deutsche Systemhaus im Auftrag der ESA entwickelt hat. Der Start ist für Juli 2015 vorgesehen. LISA Pathfinder wird neue Hochpräzisionstechnologien testen und somit völlig neue Methoden der Erforschung des Universums ermöglichen und einigen fundamentalen Fragen auf den Grund gehen. Hierfür entwickelt ein Darmstädter Unternehmen den Trainingssimulator und unterstützt die Mission im Betrieb und der Flugdynamik.

Am Nachfolgesystem des Hubble-Teleskops, dem James-Webb-Space-Teleskop (JWST), dessen Start an Bord einer Ariane 5 für 2018 vorgesehen ist, ist ein deutsches Systemhaus mit der Entwicklung des Spektrografen NIRSpec, dessen Auslieferung im Sommer 2013 erfolgte, und der Projektmanagementunterstützung federführend beteiligt. Das JWST hat vier primäre wissenschaftliche Aufgaben: Es soll nach Licht von den ersten Sternen und Galaxien nach dem Urknall suchen, es soll allgemein die Struktur und Entwicklung von Galaxien untersuchen,

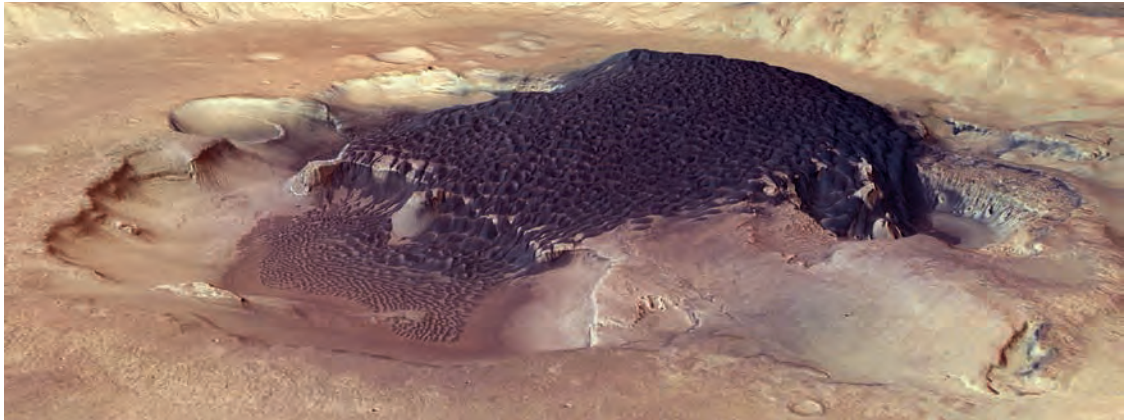
das Verständnis der Struktur von Sternen und planetaren Systemen erweitern sowie die planetaren Systeme selbst und den Ursprung von Leben untersuchen.

Herausforderungen der Zukunft

Für die weitere Exploration unseres Sonnensystems und Universums spielt wegen der hohen Effizienz und Reichweite automatisierter Systeme, die unter extremsten Bedingungen funktionieren müssen, die Weltraumrobotik eine immer wichtigere Rolle.

In Darmstadt wird an zukunftsreichen Konzepten und Technologien geforscht, um Robotik-Missionen, die auf Automatisierungstechnik aufbauen, zu ermöglichen.

Aus Schwetzingen stammen Beiträge zu robotischen Missionen und Rovertechnologie. Robotik ist damit eine Schlüsseltechnologie für Raumfahrtanwendungen und zugleich auch ein Sprungbrett für Anwendungen auf der Erde. Die deutsche Raumfahrtindustrie stellt für robotische, aber auch für bemannte Explorationsvorhaben die notwendigen Technologien bereit.



Krater Rabe auf dem Mars aufgenommen mit Kamerasystem HRSC

Mehrere tausend Satelliten ziehen derzeit ihre Bahnen um die Erde – und die Zahl steigt stetig. Systemlösungen, um havariierende Satelliten aus den überfüllten Umlaufbahnen zu bergen, fehlen bislang. Das Projekt DEOS (Deutsche Orbitale Servicing Mission) könnte hier Abhilfe schaffen. Es wurde ursprünglich als nationales Projekt aufgelegt, musste zwischenzeitlich allerdings eingestellt werden. Fraglich ist die Fortsetzung im Rahmen einer europäischen oder internationalen Kooperation. Ziel von DEOS war die Wartung und gezielte Bergung sowie Rückführung von Satelliten aus niederen Erdumlaufbahnen.

Die bisherige Entwicklung des Systems fand in Deutschland durch das Systemhaus als industriellem Hauptauftragnehmer statt. Für die notwendigen leistungsstarken Sensoren für die störungsfreie Annäherung an jedes Objekt im Weltraum liegen entsprechende Kompetenzen bei einem Raumfahrtunternehmen in Thüringen vor.

IMPRESSUM

Quellenverzeichnis der Bilder:

Airbus Defence and Space,
Airbus Defence and Space SAS 2012,
Astro- und Feinwerktechnik Adlershof,
BDLI, DLR, DLR/Rapid Eye, DLR/Thilo Kranz,
ESA, ESA/DLR/FU Berlin, ESA/NASA,
ESA/Rosetta/Philae/Civa, ESA–S. Corvaja, 2015,
IABG, MT Aerospace, NASA, OHB, Roscosmos–O.
Artemyev, Thales, von Hoerner & Sulger

Informationsstand: April 2015

Herausgeber:

Bundesverband der Deutschen
Luft- und Raumfahrtindustrie e.V.
ATRIUM Friedrichstraße 60
10117 Berlin
Tel.: 030 206 140-0 · E-Mail: kontakt@bdli.de

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an:
Abteilung Raumfahrt und Verteidigung
Tel.: 030 206 140-31 · E-Mail: raumfahrt@bdli.de

V.i.S.d.P.:

Cornelia von Ammon
Leiterin Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: 030 206 140-14 · E-Mail: von.ammon@bdli.de

**Bundesverband der Deutschen
Luft- und Raumfahrtindustrie e. V.**

ATRIUM | Friedrichstraße 60

D-10117 Berlin

Tel.: +49 30 206140-0

Fax: +49 30 206140-90

E-Mail: kontakt@bdli.de

www.bdli.de
