

DIE LUFT- UND  
RAUMFAHRTREPUBLIK  
DEUTSCHLAND – LAND DER  
INNOVATIONEN – TEIL 1





## INHALT

### BAYERN

Innovation & Tradition.....	06
Grüner Fliegen: Biokerosin aus Algen.....	06
„Flüsterdüse“ halbiert Lärm.....	08
Unbemanntes Fliegen – aber sicher.....	10
Das Internet von morgen kommt per Laserstrahl.....	10
Die leisen Lebensretter.....	12
Das elektrischere Flugzeug.....	15
Laserschmelzen setzt Flugzeuge auf Diät.....	16
Flugzeugbauteile aus dem Drucker.....	16

### HESSEN

Alleskönner der Luft- und Raumfahrt.....	18
Fliegen neu denken: Die digitale Airline.....	23
Weltpremiere: Gigantischer Tintenstrahldrucker bedruckt Flugzeuge.....	24
Das Auge am Himmel.....	25
Brandmelder im All.....	25

### BREMEN

City of Space, City of Wings.....	26
Mars-Orbiter mit Kernmodul aus Deutschland sucht nach Spuren von Leben.....	27
3D-Druck geht in Serie.....	32
Vision wird Realität: Ionenantrieb im All.....	33
Schnellwaschgang für Triebwerke.....	34

### SACHSEN:

Digitalisierung in der Luft- und Raumfahrt.....	36
Virtual Reality im Triebwerksbau wird Realität.....	40
Einparkhilfe im All.....	41

# DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

IMPRESSUM

BILDNACHWEISE:

Airbus  
Airbus/M. Lindner  
Airbus Helicopters  
Alexander Gerst/ESA/dpa  
Andreas Heddergott/TUM  
Boeing Digital Aviation Research  
Diehl Aerosystems  
EUMETSAT  
ESA/D. Ducros  
ESA/J. Mai  
ESG  
Flughafen Dresden GmbH/Weimer  
Justin Gatt/AFM Press Office  
Liebherr-Aerospace  
MTU Aero Engines  
OHB  
Pixabay  
Röder Präzision  
Rolls-Royce Deutschland  
Sonja Brüggemann/Lufthansa Technik  
Thales  
Telespazio Vega Deutschland  
toolcraft  
ViaLight  
Wirtschaftsförderung Sachsen, ASIS -  
AEROSPACE INITIATIVE SAXONY

HERAUSGEBER:

**Bundesverband der Deutschen  
Luft- und Raumfahrtindustrie e.V. (BDLI)**

ATRIUM Friedrichstraße 60  
10117 Berlin

Telefon: +49 (0)30 206140-0

E-Mail: kontakt@bdli.de

**www.bdli.de**

Redaktion:

V.i.S.d.P.: Cornelia von Ammon

Layout:

Katja Zehe

November 2016

## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

### WARUM LUFT- UND RAUMFAHRT UNS ALLE BETRIFFT



Es gibt Städte und Regionen, die wir sofort mit Luft- und Raumfahrt in Verbindung bringen. Hamburg, Niedersachsen, Bayern oder Hessen gehören sicher dazu. Doch Luft- und Raumfahrt ist allgegenwärtig. Ganz gleich, in welchem Teil der Republik wir uns befinden, überall sind Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu Hause, die an der Weltspitze stehen. In Bremen wird Airbus beflügelt und Europas Zugang zum Weltall gesichert. Darmstadt beheimatet das Nervenzentrum der europäischen Raumfahrt. Und jeder, der in einen Airbus einsteigt, betritt sächsischen Boden. In Bayern bilden die Systemhersteller zusammen mit den zahlreichen Zulieferbetrieben sowohl im zivilen wie auch im militärischen Bereich die vollständige Wertschöpfungskette in der Luft- und Raumfahrt ab, von der Forschung über die Entwicklung bis zur Produktfertigung.

Luft- und Raumfahrt ist besonders erfolgreich, wenn Unternehmergeist auf Erfindergeist trifft. In Deutschland sind wir heute in dieser glücklichen Lage. In Ideenschmieden im ganzen Land wird an Nützlichem und Erstaunlichem gearbeitet – zumeist mit dem Ziel, Emissionen und Lärm zu senken. Davon profitieren wir alle. Was heute für ein Flugzeug oder einen Satelliten entwickelt wird, kommt morgen in Autos, medizinischen Geräten oder der Energieerzeugung zum Einsatz. Denn nirgends sind die Anforderungen an Technologie höher als in der Luft und im All.

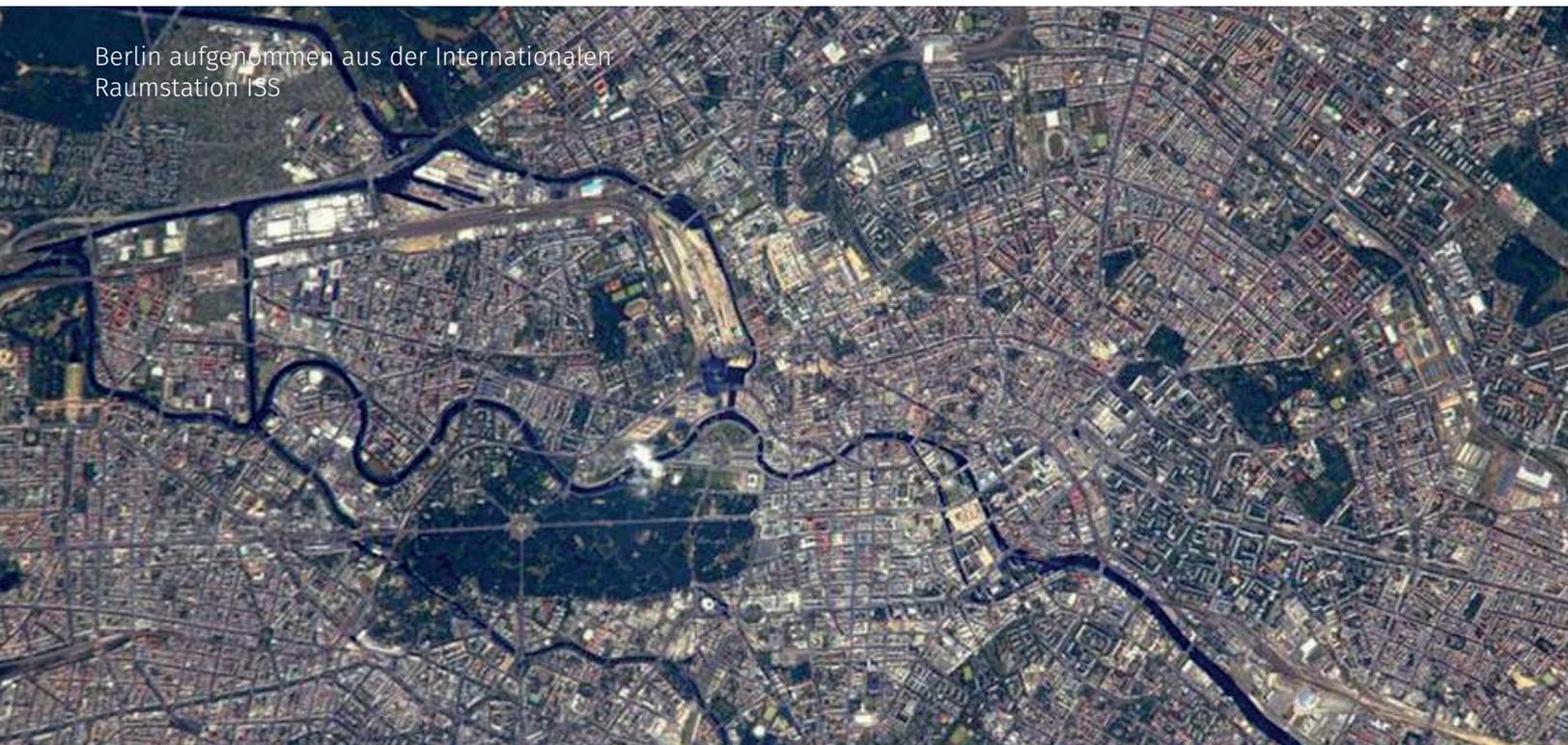
Wir sind die Branche der Innovationen im Land der Ideen: Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen einige Regionen und Innovationen der „Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland“ näher vorstellen. Dieses Projekt werden wir in den kommenden zwei Jahren fortschreiben. Bereits heute möchten wir mit dieser Publikation all jenen danken, die mit ihrer Arbeit unsere Branche und damit auch unser Land tagtäglich ein Stück voranbringen – ganz gleich ob in Regierung, Administration, Industrie oder Forschung.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'V. Thum'.

Volker Thum  
BDLI-Hauptgeschäftsführer

Berlin aufgenommen aus der Internationalen  
Raumstation ISS



## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

### BAYERN

## INNOVATION & TRADITION

Luft- und Raumfahrt in Bayern genießt weltweit einen einzigartigen Ruf. Aus gutem Grund: Das süddeutsche Bundesland hat sich als einer der führenden Hightech-Standorte in Europa etabliert. Dabei gelingt es dem Freistaat in unnachahmlicher Weise, seine lange Tradition in der Luft- und Raumfahrt als Inspiration für Innovation zu nutzen.

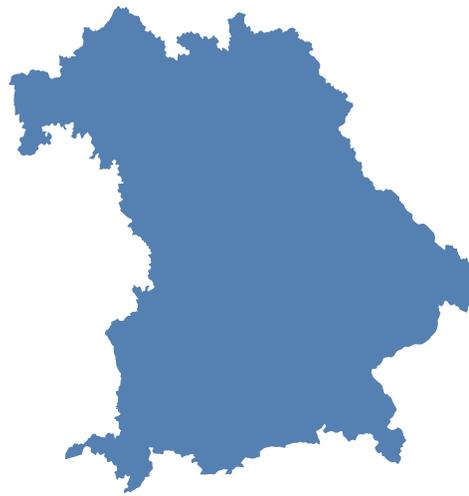
Heute steckt in nahezu jedem neuen Passagierflugzeug, das weltweit hergestellt wird, Hochtechnologie „Made in Bavaria“. Das Bundesland beheimatet führende Systemhersteller wie Airbus Defence and Space, Airbus Helicopters und MTU Aero Engines sowie bedeutende Zulieferfirmen wie Liebherr und Premium Aerotec. Zahlreiche Dienstleister und Unternehmen der Ausrüstungsbranche vervollständigen das „Who is who?“ der Branche. Schwerpunkte bilden der Bau von Militärflugzeugen, Antrieben und Hubschraubern sowie von Systemen und Komponenten für die Raumfahrt und die zivile Luftfahrt.

Seine herausragende Stellung unter den Luft- und Raumfahrtregionen in Deutschland und Europa verdankt Bayern nicht zuletzt seiner Forschungslandschaft. Insgesamt 18 fachspezifische Hochschulen und Forschungseinrichtungen, darunter das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt sowie Fraunhofer- und Max-Planck-Institute, sind im Freistaat aktiv.

Luft- und Raumfahrt ist bekanntlich ein Jobmotor: Rund 38.000 hochqualifizierte Ingenieure, Techniker und Fachkräfte sind in 550 Unternehmen am Standort Bayern beschäftigt. Sie erwirtschaften einen jährlichen Umsatz von 10 Mrd. Euro. Einschließlich der Beschäftigten der Luftverkehrsbranche sind sogar mehr als 70.000 Personen in der Branche am Standort Bayern beschäftigt.

## HEIMAT DER HOCHTECHNOLOGIE

Allein die Airbus Group beschäftigt mehr als 16.000 Mitarbeiter an sieben Standorten, nahezu ein Drittel der deutschlandweit knapp 48.500 Beschäftigten. Dabei wurde Ottobrunn/Taufkirchen vor den Toren Münchens in den letzten Jahrzehnten zu einem bedeutenden Hightechstandort ausgebaut. Der traditionsreiche Standort ist Deutschlandsitz der Airbus Group mit zahlreichen Stabs- und Entwicklungsabteilungen sowie Hauptsitz von Airbus



Defence and Space. Gefertigt werden hier Raumfahrtantriebe, Satellitensysteme und Antriebe für Trägerraketen einschließlich der Ariane 5.

Darüber hinaus wird in Ottobrunn mit Hochdruck an einer der größten industriellen Herausforderungen unserer Zeit geforscht: dem emissionsfreien Luftverkehr. Davon zeugen das Algentechnikum der TU München zur Erforschung der Produktion von Biokerosin sowie die Kooperation von Airbus und Siemens zur Entwicklung von hybrid-elektrischen Antriebssystemen.



## GRÜNER FLIEGEN: BIOKEROSIN AUS ALGEN

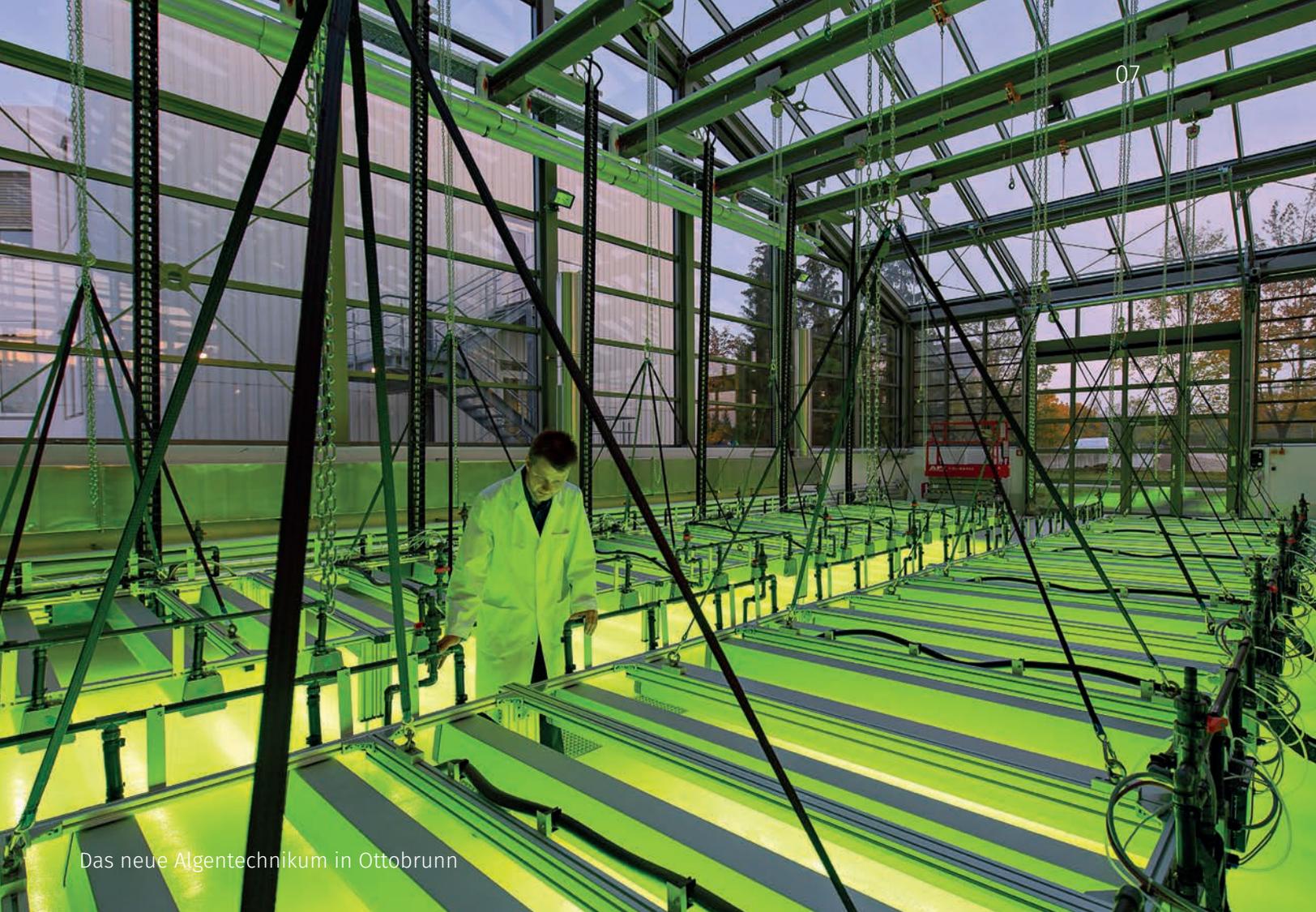
Algen sind sehr robuste aquatische Organismen die in fast allen Umweltnischen wachsen können. Selbst extreme Umweltbedingungen können nun erstmalig in einem Hightech-Gewächshaus der Technischen Universität München simuliert werden. Das Ziel: Treibstoff aus Algen zu gewinnen.

Bereits 2010 haben Ingenieure der Airbus Group nachgewiesen, dass Flüge mit reinem Algentreibstoff machbar sind. Algen bieten als Grundlage für Biokerosin zahlreiche Vorteile: sie wachsen schnell, stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und benötigen weder Pestizide noch fruchtbaren Boden.

Aus diesen Gründen hat die Technische Universität München in Kooperation mit der Airbus Group auf dem Ludwig Bölkow Campus in Ottobrunn südlich von München 2015



Algenbetrachtung unter dem Mikroskop  
am Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik



Das neue Algentechnikum in Ottobrunn

ein weltweit einmaliges Technikum für die Algenzucht eröffnet. Hier sollen effiziente Verfahren zur Produktion von Biokerosin entwickelt werden, welche die Emissionen des Luftverkehrs langfristig erheblich reduzieren könnten. Im Jahre 2050 wird eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 75% im Vergleich zu 2005 angestrebt.

Das 1.500 Quadratmeter große Gebäude beherbergt drei Räume zur Algenkultivierung. Die Fassade besteht aus Spezialglas, das auch UV-Strahlung passieren lässt. Die Besonderheit: Eine ausgefeilte Klimatechnik sorgt dafür, dass sowohl tropische als auch sehr trockene Klimabedingungen erzeugt werden können. So lassen sich die Bedingungen für praktisch jeden Ort auf der Welt simulieren.

„Niemand kann voraussagen, ob eine Alge aus der Südsee unter den Lichtbedingungen in Deutschland genauso produktiv ist wie in ihrer Heimat“, sagte Professor Thomas Brück, Professor für Industrielle Biokatalyse an der Technischen Universität München. „Genauso wenig weiß man, ob hier in Bayern erfolgreiche Kandidaten unter den Lichtbedingungen der Sahara noch genauso erfolgreich wären. All dies können wir jetzt in unserem Technikum testen.“

„Während bei der Produktion von Biokraftstoff aus Mais eine problematische Konkurrenz zwischen Teller und Tank besteht, wachsen Algen auch in Salzwasser; sie brauchen keinen fruchtbaren Boden und keine Pestizide“, so Professor Brück. „Trotzdem können sie einen bis zu zehn Mal höheren Ertrag pro Hektar und Jahr liefern.“

Das Technikum ist ein wesentlicher Baustein des vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie geförderten Projekts „AlgenFlug-Kraft“. Die Kosten von etwas mehr als 10 Millionen Euro teilen sich die Airbus Group und das Bayerische Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst.

## SCHUB FÜR DEUTSCHLAND

Die MTU Aero Engines mit Hauptsitz in München ist Deutschlands führender Triebwerkshersteller und weltweit eine feste Größe. Das Traditionsunternehmen entwickelt, fertigt und betreut mit seinen rund 9.000 Mitarbeitern zivile und militärische Luftfahrtantriebe und -komponenten. Der Konzern ist mit seinen Kooperationspartnern in allen Klassen vertreten: von Triebwerken für Geschäftsreise-Jets bis hin zur A380.

Star im Portfolio ist das Getriebefan-Triebwerk, das von Pratt & Whitney und MTU entwickelt wurde. Die „Flüsterdüsen“ kommen seit diesem Jahr im Airbus A320neo zum Einsatz. Die von MTU entwickelte schnelllaufende Niederdruckturbinen ist eine Schlüsselkomponente des innovativen Zukunftstriebwerks. Sie ist weltweit einzigartig und mit 8.400 Bestellungen bereits heute ein Bestseller. Ein weiteres Novum: In diesem Jahr startete in München die Endmontage des kompletten Antriebs. Zukünftig sollen 30% der Triebwerke in Bayern zusammengebaut werden.



## „FLÜSTERDÜSE“ HALBIERT LÄRM

Die wirtschaftliche Bedeutung der Luft und Raumfahrt ist unbestritten: Sie ermöglicht jeden achten Arbeitsplatz in Deutschland. Ebenso eindeutig ist der gesellschaftliche Auftrag, Lärm und Emissionen weiter zu reduzieren. Und da Kerosinkosten und die zunehmend nach Lärm gestaffelten Landegebühren bei den Fluggesellschaften den Löwenanteil der Kosten ausmachen, fordern auch sie immer leisere, sparsamere und schadstoffärmere Flugzeuge und Antriebe.

Hochinnovative Technologien der MTU Aero Engines aus München machen es möglich, auf einen Schlag den Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um je 15 Prozent zu senken und den Lärm nahezu zu halbieren. Dieser Innovationssprung ist hör- und fühlbar: Für das menschliche Ohr ist ein startendes Flugzeug der neuesten Generation nur mehr so laut wie ein Auto, das mit 60 Stundenkilometern in zehn Metern vorbeifährt. Die „Flüsterdüsen“ kommen seit Anfang des Jahres erstmals in der neuesten Generation des erfolgreichsten Flugzeugtyps aller Zeiten zum Einsatz, dem Airbus A320neo. Erster Kunde der zum großen Teil in Hamburg entwickelten und hergestellten Flugzeuge ist die Lufthansa, die den Flieger seit Januar 2016 auf innerdeutschen Strecken einsetzt.

Entwickelt wurde das Getriebefan-Triebwerk (GTF) PurePower® PW1000G von Pratt & Whitney und der MTU Aero

Engines. Mit der schnelllaufenden Niederdruckturbine für den Getriebefan-Antrieb hat die MTU nicht nur eine Schlüsselkomponente für dieses innovative Zukunftstriebwerk entwickelt, sondern ein technologisches Meisterstück abgeliefert: Die Technologie ist weltweit einzigartig und wird für diese Anwendung ausschließlich von der MTU beherrscht.

„Der Getriebefan ist ein Star in unserem Portfolio“, erklärt MTU-Technik-Vorstand Dr. Rainer Martens. „Er ist technologisch etwas ganz Besonderes und auf dem Markt ein voller Erfolg: In Rekordgeschwindigkeit schnellten die Bestellungen hoch – für fünf Flugzeugtypen.“ Derzeit haben weltweit 60 Fluglinien über 7.000 Getriebefan-Antriebe bestellt.

Für ihre schnelllaufende Niederdruckturbine erhielt die MTU zwei deutsche Innovationspreise. An weiteren Verbesserungen - neue Designs, Werkstoffe, Herstellverfahren - wird bereits gearbeitet, um Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40% zu senken.

„In diesem Jahr starteten wir in München die Endmontage des Getriebefan-Antriebs für die A320neo. Das ist für uns ein Novum, denn hier wurde noch nie ein ziviles Triebwerk zusammengebaut“, so Martens weiter. „Anlässlich der Marktprognosen wird sich unsere Produktion drastisch verändern und massiv erhöhen: Bis 2018 rechnen wir mit einer Verdoppelung unserer Modulauslieferungen. Das ist eine Herausforderung, die wir so noch nicht hatten, der wir uns aber mit großem Engagement stellen.“



Prüfstand bei MTU Aero Engines

BDLI-Hauptgeschäftsführer Volker Thum: „Anlass zu besonderer Freude und auch Stolz ist, dass die deutsche Luftfahrtindustrie den Weg in die Zukunft weist: wirtschaftlich höchst erfolgreiche Sparflieger mit Flüstertriebwerken, die zum großen Teil in Hamburg, München und anderen deutschen Standorten entwickelt und produziert werden, mit Lufthansa als erstem Kunden. Unsere langfristige Vision ist es, Flugzeuge zu bauen, die die Umwelt gar nicht mehr belasten. Die Airbus A320neo mit Getriebefan-Triebwerken ist dabei ein ganz wichtiger Meilenstein.“

Neben der schnelllaufenden Niederdruckturbinen hat die MTU zusammen mit Pratt & Whitney für den Getriebefan auch einen neuen Hochdruckverdichter entwickelt. Der komplette Kompressor entsteht in der innovativen Blistk-Bauweise. Blistks (Blade Integrated Disks) sind Hochtechnologie-Bauteile, bei denen Scheibe und Schaufeln aus einem Stück gefertigt sind und nicht mehr zusammengesteckt werden. Das verringert das Gewicht und somit Emissionen.

Der Getriebefan ist nicht nur ein technologischer Quantensprung, sondern mit fünf Anwendungen auch auf dem Weltmarkt ein Erfolg. Airbus bietet ihn für die A320neo an. Bombardier stattet mit dem GTF exklusiv die neue CSeries aus, Mitsubishi den MRJ und Embraer die neuen E-Jets der Familien E-170 und E-190. Auch Irkut will den Getriebefan für die MS-21.



### **Rainer Winkler**

CEO/Vorstandsvorsitzender  
MTU Aero Engines AG

Der Erfolg des Luft- und Raumfahrtstandortes Bayern ist von der Historie geprägt und über Generationen verankert. Hier finden wir alle Voraussetzungen für langfristiges, kontinuierliches Wachstum: Exzellente qualifizierte und engagierte Mitarbeiter, ein starkes Forschungsnetzwerk sowie die notwendige Standort- und Technologieförderung seitens Politik und Behörden.



### **Kai Horten**

Vorsitzender der Geschäftsführung  
ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH

Die Erfolgsgeschichte der ESG begann vor rund 50 Jahren in München. Seitdem hat sich das Unternehmen zu einem der führenden System- und Softwarehäuser Deutschlands entwickelt und ist verlässlicher Technologie- und Innovationspartner für den Luftfahrtbereich, die Bundeswehr, Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, genauso wie für die führenden OEMs der Automobilbranche. Diese Entwicklung war und ist Teil der erfolgreichen Transformation Bayerns zum Hochtechnologiestandort mit Weltruf basierend auf einer ausgezeichneten Mischung von Spitzenforschungseinrichtungen, Universitäten und Industrie.



### **Thomas Gottschild**

Geschäftsführer, Mitglied im Vorstand des MBDA Konzerns, Executive Group Director Improvement

Am Hauptstandort Schrobenhausen vereinigt die MBDA Deutschland alle Fähigkeiten im Bereich Lenkflugkörper- und Luftverteidigungssysteme unter einem Dach. In den vergangenen Jahren wurde der Standort ausgebaut und modernisiert. Heute gehört Schrobenhausen zu einem der modernsten Verteidigungsstandorte in Europa. Zu den neu geschaffenen Einrichtungen gehören Büro- und Laborgebäude, eine Integrationshalle für Luftverteidigungssysteme und ein Test- und Simulationszentrum. Darüber hinaus besitzt Die MBDA Deutschland an ihrem Standort Schrobenhausen einzigartige Genehmigungen zur Lagerung von Sprengstoff und für Tests von Wirtssystemen. Die Einrichtungen des Unternehmens, zu denen auch ein europaweit einzigartiges Testgelände bei Freinhausen (Landkreis Pfaffenhofen) gehört, sind hochmoderne Technologieareale. Mit unserer Expertise und unseren Technologien verfügen wir über wichtige nationale Schlüsselkompetenzen, die insbesondere im Freistaat Bayern verankert sind.

## CLUSTER MILITÄRISCHE LUFTFAHRT

Im nördlich von München gelegenen Manching ist das Militärische Luftfahrtzentrum von Airbus Defence and Space beheimatet. Hier befinden sich das Kompetenzzentrum für die Entwicklung unbemannter Flugsysteme, die Endmontagelinie des Eurofighter für die Luftwaffe, Serviceleistungen für alle von der deutschen Luftwaffe geflogenen Flugzeuge sowie ein Entwicklungszentrum. Rund 3.800 Mitarbeiter sind hier tätig.

Als wichtiger Stützpfeiler der militärischen Luftfahrt entwickelt, produziert und wartet MBDA Deutschland Luftverteidigungs- und Lenkflugkörpersysteme, Komponenten und Subsysteme für die Bundeswehr. Dazu gehören das Luftverteidigungssystem MEADS/TLVS, Flugabwehrsysteme für die Marine, Flugkörper für die Luftwaffe sowie das Panzerabwehrsystem MILAN und die Hubschrauberbewaffnung PARS 3 LR für das Heer. Neben dem Hauptsitz in Schrobenhausen unterhält das Unternehmen Standorte in Aschau am Inn und Ulm.



Der Unbemannte Missionsausrüstungsträger, kurz UMAT



### UNBEMANNTES FLIEGEN – ABER SICHER

Das unbemannte Fliegen erlebt derzeit einen enormen Hype. Ob intelligente Landwirtschaft, Paketlieferungen, Flugzeugwartung per Drohne oder die Versorgung abgelegener Gebiete mit Medikamenten – fast täglich werden neue Anwendungen entwickelt.

Neben dem professionellen Einsatz mit ausgereiften Geräten und erfahrenen Piloten haben jedoch auch schwarze Schafe die Gelegenheit ergriffen, den Luftraum unkontrolliert zu nutzen.

Leider gibt es bisher kaum Regeln oder Erfahrungen über den Umgang mit unbemannten Flugsystemen. „Wir müssen noch viel lernen, um das Potenzial dieser Technologie voll nutzen zu können. Einerseits ist der gesellschaftliche Nutzen immens. Andererseits gilt es, Risiken und Gefahren zu erkennen und einzudämmen“, so Tobias Paul von der ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH aus Fürstenfeldbruck bei München.

„Aus diesem Grund haben wir gemeinsam mit Partnern einen Experimentalträger entwickelt, mit dem wir durch Versuche Erfahrungen sammeln und Diskussionen anregen können“, fügt der Projektmanager hinzu. „Der Unbemannte Missionsausrüstungsträger, kurz UMAT, kann in den kommenden Jahren einen enorm wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung des unbemannten Fliegens leisten.“

Die ESG wurde kürzlich als eines der innovationsstärksten mittelständischen Unternehmen Deutschlands ausgezeichnet. Der Ideenreichtum der bayerischen Hightech-Schmiede zeigt sich nicht zuletzt am innovativen Plattformsatz des UMAT. „Es handelt sich um eine sehr flexible, experimentelle Plattform. Auf diese Art können wir

unterschiedliche Anwendungen und Ausrüstungen, die insbesondere dem sicheren Fliegen dienen, möglichst früh und schnell in Flugversuchen erproben. Durch die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich Geld und Zeit sparen. Wir testen zum Beispiel, wie sich unbemannte Flugsysteme sicher in den Luftraum integrieren lassen und wie die Zulassung neuer Systeme und Anwendungen aussehen könnte.“

Technologien und Produkte zur Erschließung und sicheren Nutzung des Luftraums durch unbemannte fliegende Systeme ist wesentlicher Bestandteil der zivilen und militärischen Luftfahrtstrategie Deutschlands. Darüber hinaus bietet das unbemannte Fliegen erhebliche Markchancen für die deutsche Luftfahrtindustrie: Es ist das global am schnellsten wachsende Branchensegment und eine Zukunftstechnologie des 21. Jahrhunderts.

Nach aktuellen Schätzungen dürften in den nächsten zehn Jahren über 90 Mrd. USD in Drohnen investiert werden. Der jährliche Markt von heute 4 Mrd. USD wird auf dann 14 Mrd. USD wachsen. Sowohl der deutsche Mittelstand als auch die Systemhersteller sind technologisch sehr gut aufgestellt, um von diesem Trend zu profitieren. Hierbei hat Sicherheit – wie immer – für unsere Industrie höchste Priorität.



### DAS INTERNET VON MORGEN KOMMT PER LASERSTRAHL

Big Data, Internet der Dinge und Industrie 4.0 sind in aller Munde. Milliarden von Menschen nutzen Internet und Smartphones, und Roboter und Maschinen werden zunehmend vernetzt. Es gibt nur ein Problem: Die Datenmenge, die mit heutigen Funktechnologien übertragen werden kann, stößt bald an ihre Grenzen.

## RAUMFAHRT AUS BAYERN

Unter weiß-blauem Himmel sind bedeutende Kompetenzträger der europäischen und globalen Raumfahrt beheimatet. Schlüssel zum Erfolg ist die Vielfalt der vorhandenen technologischen Kompetenzen, beispielsweise in der Satellitennavigation, Satellitenkommunikation, Erdbeobachtung, Robotik, Mechatronik oder der Raumfahrtantriebe.

Der Standort Oberpfaffenhofen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zählt zu den größten Forschungszentren Deutschlands. Insgesamt 13 wissenschaftliche Einrichtungen und Institute mit 1.800 Mitarbeitern sind auf dem Areal außerhalb von München beheimatet. Schwerpunkte sind die Beteiligung an Weltraummissionen, die Klimaforschung, die Erdbeobachtung, der Ausbau von Navigationssystemen und die Weiterentwicklung der Robotertechnik. Am German Space Operation Center des DLR werden nicht nur deutsche Satellitenprojekte betreut, sondern auch der europäische Beitrag zur ISS: das Forschungsmodul Columbus.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat daher bereits vor Jahren damit begonnen, eine vielversprechende neue Technologie zu entwickeln und zu erproben: die Datenübertragung per Laserstrahl. Diese Innovation steht nun vor dem Durchbruch – und unsere Gesellschaft vor einem technologischen Umbruch, der mit der Einführung von PCs, Internet oder Smartphones vergleichbar ist.

„Schon heute können wir mit Lasern 100mal mehr Daten als per Funk übermitteln – und das über tausende von Kilometern, etwa aus dem Weltall“, so Dr. Markus Knappek, CEO von ViaLight. „Das ist erst der Anfang. Mittelfristig können durch Laser weltweit riesige, exponentiell wachsende Datenmengen übertragen und selbst abgelegene Gebiete mit schnellem Internet versorgt werden. So wollen wir helfen, Menschen zu verbinden, Wohlstand zu schaffen und Armut zu bekämpfen.“

Neben dem weiteren Ausbau der Glasfasernetze in Ballungszentren werden zukünftig Flugzeuge, Ballons und Satelliten zu einem weltumspannenden, laserbasierten System für die Übertragung von Daten zusammenwachsen. Internet- und Raumfahrtunternehmen investieren bereits Milliarden in die revolutionäre Technologie, die Verbindungen zudem auch stör- und abhörsicher macht.

## HIGHTECH-DIENSTLEISTUNGEN

Die ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH entwickelt, integriert und betreut als führendes System- und Softwarehaus und Luftfahrtbetrieb seit mehr als fünf Jahrzehnten kundenspezifische Einsatz-, Führungs-, Missions- und Unterstützungssysteme für Luftfahrzeuge und deren Bodensysteme sowie für Sondersysteme. Zudem leistet die ESG mit ihren weltweit rund 1.600 Beschäftigten wichtige Beiträge zur Sicherheit und zum Schutz vor Bedrohungen aus dem Cyber-Raum sowie zur Drohnenabwehr. Der Unternehmenssitz befindet sich in München, die Firmenzentrale mit rund 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Fürstentfeldbruck.

Seit 25 Jahren steht das Münchner Unternehmen Philotech der Luft- und Raumfahrt als innovativer Entwicklungspartner für Ingenieurdienstleistungen zur Seite. Etwa 350 hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten an mehreren Standorten in Deutschland, Spanien, Frankreich und UK.

Das junge Hightech Unternehmen ViaLight aus Gilching bei München, eine Ausgründung des DLR Raumfahrtzentrums in Oberpfaffenhofen, ist in den letzten Jahren bei der Datenübertragung mittels Laser zum Weltmarktführer avanciert. ViaLight stellt heute Laserterminals für stratosphärische Netzwerke und optische Bodenstationen her. Gleichzeitig läuft die Entwicklung einer neuen Generation von Laserterminals, mit deren Hilfe die entstehenden Satellitenkonstellationen vernetzt werden sollen.

Dr. Markus Knappek blickt daher optimistisch in die Zukunft: „Es liegen noch gewaltige Entwicklungspotentiale vor uns. Eine 1.000mal schnellere Datenübertragung wird schon heute in der Forschung erprobt. Das Informationszeitalter hat begonnen, die dadurch entstehenden riesigen Datenmengen sind absehbar, und wir sind als Spezialist und Weltmarktführer für Laserkommunikation mittendrin.“

ViaLight ist ein 2009 gegründetes Spin-Off des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Für ihre Leistung erhielten die drei Gründer von ViaLight, Dr. Markus Knappek, Joachim Horwath, und Dr. Dirk Giggenbach den „Spin-Off Preis“ der Freunde des DLR. Mit diesem Preis wurde die Leistung der Gründer gewürdigt, die es geschafft haben, wissenschaftliche Ergebnisse zu Innovationen weiterzuentwickeln, die am Weltmarkt erfolgreich sind und so der deutschen Wirtschaft Auftrieb geben.

## ZENTRUM DER DEUTSCHEN HUBSCHRAUBERINDUSTRIE

Mit einem Marktanteil von 45% ist Airbus Helicopters mit Abstand Weltmarktführer auf dem zivilen und halbstaatlichen Markt und nimmt auch im militärischen Segment einen Spitzenplatz ein. Das in Nordschwaben gelegene Werk Donauwörth ist der deutsche Hauptsitz des Unternehmens, der über Jahrzehnte systematisch zu einem Forschungs- und Entwicklungsstandort der Gruppe auf- und ausgebaut wurde. Das Werk in Donauwörth ist auch am neuesten zivilen Hubschrauber von Airbus Helicopters, der H160, beteiligt. Die Zelle des zweimotorigen Hubschraubers wird dort entwickelt und produziert. Mit rund 7.000 Beschäftigten ist Airbus Helicopters der größte Arbeitgeber der Region.



### DIE LEISEN LEBENSRETTETTER

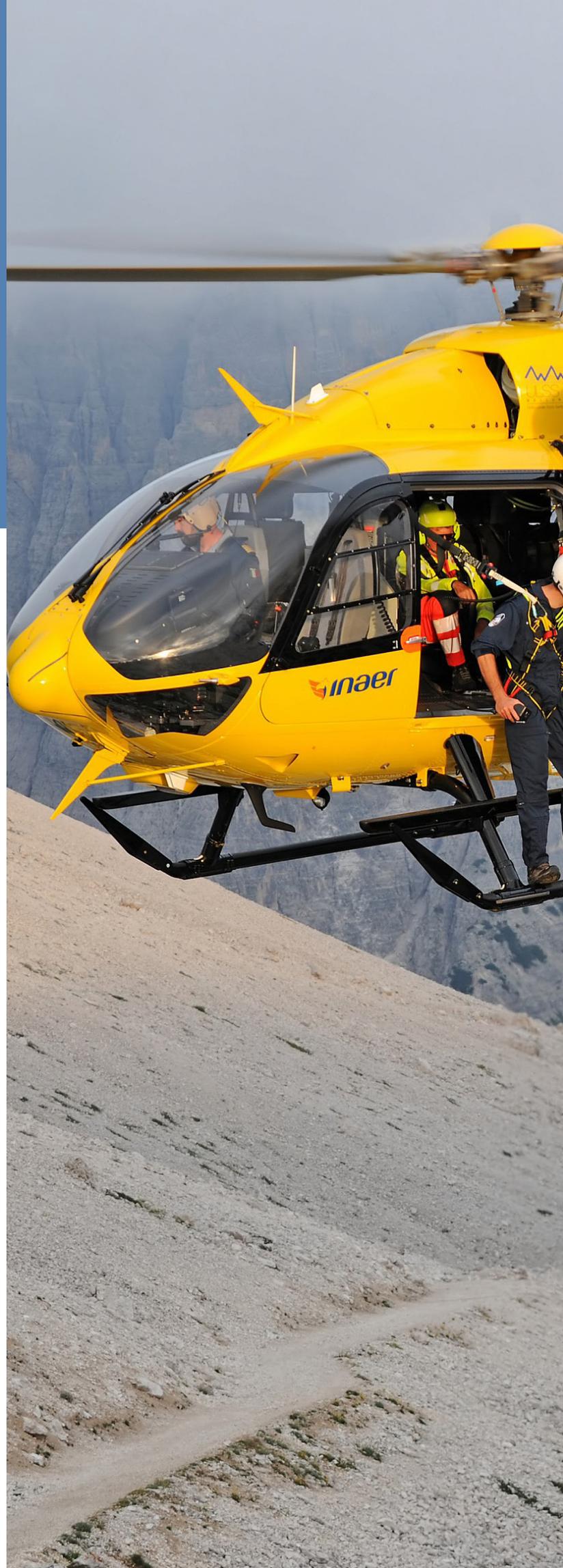
Niemand möchte auf sie angewiesen sein, doch jeder schätzt, dass es sie gibt. Jeden Tag werden Rettungshubschrauber in Deutschland zu mehreren hundert Notensätzen gerufen – immer dann, wenn jede Sekunde zählt.

„Krankenhäuser liegen in der Regel in Ballungsräumen. Unsere Rettungshubschrauber müssen somit bei Tag und Nacht über dicht besiedelte Wohngebiete fliegen“, so Dr. Wolfgang Schoder, CEO von Airbus Helicopters Deutschland. „Einer unserer Entwicklungsschwerpunkte ist daher seit vielen Jahren, die Lärmentwicklung immer weiter zu verringern.“

Mit einem Marktanteil von 45% ist Airbus Helicopters mit Abstand Weltmarktführer auf dem zivilen und halbstaatlichen Markt. Bei den Rettungshubschraubern erreicht die hundertprozentige Tochter der Airbus Group, deren deutscher Hauptsitz im bayerischen Donauwörth liegt, sogar einen Marktanteil von 60%. Im militärischen Segment belegt das europäische Unternehmen ebenfalls einen Spitzenplatz.

„Heute befinden sich weltweit etwa 2.000 unserer Hubschrauber im Rettungseinsatz, davon allein 600 in Europa. Da bevölkerungsreiche Länder wie China bei der zivilen Luftrettung erst am Anfang stehen, erwarten wir, dass der Markt sich in den nächsten Jahrzehnten verdoppeln wird“, so Dr. Schoder weiter.

Weltweit zählen die Hubschrauber von Airbus Helicopters zu den leisesten ihrer jeweiligen Klasse, weshalb sie besonders für den Einsatz über bewohnten Gebieten und in der Nähe von Krankenhäusern geeignet sind. So liegt der externe Geräuschpegel der H145 etwa -8,5 dB unter dem zulässigen Limit und somit deutlich unter dem der Konkurrenten.



Rettungseinsatz der Bergwacht mit einer H145



Auch die neueste Version der H135 gilt trotz beträchtlicher Steigerung der Leistung zum Vorgängermodell als Referenzmodell in der Luftrettung – nicht zuletzt wegen ihres geringen akustischen Profils. Die beiden Modelle sind bislang die einzigen Hubschrauber überhaupt, die für Rettungs- und Tourismusflüge den Grand Canyon durchkreuzen dürfen, wo die Lärmschutzvorschriften stringenter sind als an beinahe jedem anderen Ort.

„Wir ruhen uns aber nicht auf dem Erfolg von heute aus“, versichert Dr. Wolfgang Schoder. „Dank mehrerer firmeneigener oder durch das Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung finanzierter Entwicklungsvorhaben konnten in jüngster Zeit Entwicklungen weiter vorangetrieben werden, die in die nächste Hubschraubergenerationen Einzug halten werden.“

In Zusammenarbeit mit Universitäten und Forschungseinrichtungen sind neue Verfahren zur Simulation von Aerodynamik entwickelt worden, die eine deutlich bessere Vorhersage von Wirbelbildung am Rotor ermöglichen. Daraus ist eine neue Rotorblattform entstanden, die bei verbesserter Nutzlast Lärm deutlich reduziert: die BlueEdge™ Hauptrotorblätter.

Um diese Fortschritte in Arbeitsplätze und deren Sicherung in Deutschland umsetzen zu können, wurden die Arbeiten mit Projekten zur kosteneffizienten Fertigungstechnologie begleitet. Nicht zuletzt dank des Luftfahrtforschungsprogramms erhält die Hubschrauberindustrie in Deutschland so ihre Systemfähigkeit und setzt weiter Maßstäbe bei umweltfreundlichen Hubschraubern.

Der Weltmarktführer Airbus Helicopters entwickelt, vertreibt und betreut die weltweit umfangreichste Modellpalette an Hubschraubern, vom einmotorigen Leighthubschrauber über zweimotorige leichte und mittlere Maschinen bis hin zu Transporthubschraubern der Elf-Tonnen-Klasse. Das in Nordschwaben gelegene Werk Donauwörth ist der deutsche Hauptsitz des Unternehmens. Mit rund 7.000 Beschäftigten ist Airbus Helicopters der größte Arbeitgeber in dieser Region und blickt auf eine jahrzehntelange Geschichte im Zeichen von Innovation und Hochtechnologie zurück. Auch am neuesten zivilen Hubschrauber von Airbus Helicopters, der H160, ist das Werk in Donauwörth beteiligt. Die Zelle des zweimotorigen Hubschraubers wird am Standort in Donauwörth entwickelt und produziert.



## ZULIEFERER VON WELTRUF

Zahlreiche in Bayern beheimatete Zulieferunternehmen gehören dank Technologieführerschaft zur Weltspitze in ihren jeweiligen Segmenten. So ist Augsburg mit rund 2.900 Beschäftigten Stammsitz der Airbus-Tochter Premium AEROTEC. Schwerpunkt sind Design und Herstellung von großen, komplexen und hochbelastbaren Flugzeugbauteilen aus modernsten Werkstoffen wie CFK. Dazu gehören das Rumpfmittelteil des Eurofighter und das Rumpfheck der Airbus-Familie.

Liebherr-Aerospace ist ein der weltweit führenden Flugzeug-Ausrüster. Das in Lindenberg im Allgäu ansässige Unternehmen liefert komplette Systeme aus den Bereichen Flugsteuerung, Fahrwerke sowie Getriebe an nahezu alle namhaften Hersteller, darunter die erste voll elektronische Fly-by-Wire Flugsteuerung des Serienhubschraubers NH90, Komponenten für das Klappsystem der Flügelenden der neuen Boeing 777X sowie wesentliche Anteile der Flugsteuerung und das Bugfahrwerk des Airbus A350 XWB.

Der Elektronikkonzern Rohde & Schwarz bietet innovative Lösungen auf allen Feldern der drahtlosen Kommunikationstechnik. Das traditionsreiche Unternehmen ist Spezialist für Hochfrequenztechnologie, die in der Luft- und Raumfahrtbranche vor allem für sichere Flugfunkkommunikation eingesetzt werden. In der Firmenzentrale in München sowie in den bayerischen Werken in Teisnach und Memmingen sind zusammen etwa 5.600 Mitarbeiter beschäftigt, weltweit rund 10.000.

MT Aerospace mit Sitz in Augsburg stellt wesentliche Komponenten für die europäische Trägerrakete Ariane 5, die Airbus-Flotte, Raumfahrzeuge, Satelliten und Radioteleskopanlagen her. Darüber hinaus verfügt MT Aerospace mit seinen 700 Mitarbeitern unter anderem über einzigartiges Know-how in der Herstellung von großen Strukturen und Tanks in Leichtbauweise und trägt maßgeblich zum Erfolg des Ariane-Programms bei.

Die IABG ist ein führendes technisch-wissenschaftliches Dienstleistungsunternehmen mit rund 1.000 hochqualifi-

zierten Mitarbeitern. Als strategischer Partner der internationalen Luftfahrtindustrie testet die Firma mit Sitz in Ottobrunn Flugzeuge und Baugruppen sowie Strukturelemente auf ihre Festigkeit, Lebensdauer und Funktion. So hat IABG beispielsweise Ermüdungsversuche an der Gesamtstruktur der A380 und der A350 XWB durchgeführt. In ihrem ESA-kooordinierten Raumfahrtzentrum bietet die IABG umfassende Umwelttestkampagnen, Qualifikationstests, technische Analysen sowie Studien und Beratungsleistungen aus einer Hand.

Die AOA mit Sitz in Gauting bei München ist seit vielen Jahren Weltmarktführer auf dem Gebiet der Frisch- und Abwassersysteme im Flugzeug. Darüber hinaus stellt die Diehl Aerospace-Tochter mit circa 500 Mitarbeitern moderne Komplettsysteme für Branderkennung und Klimatisierung her.

Das mittelständische Unternehmen toolcraft mit Sitz in Georgensgmünd und Spalt fertigt u.a. Präzisionsteile und Baugruppen für die Luft- und Raumfahrt. Mit über 300 Mitarbeitern setzt toolcraft auf Innovationen und investiert in zukunftsweisende Technologien wie den 3D-Druck in Metall und den Bau von individuellen Roboterlösungen.

Telair International ist für alle namhaften Flugzeughersteller und Fluggesellschaften tätig. Am Hauptsitz in Miesbach entwickelt und fertigt das Unternehmen mit mehr als 300 Mitarbeitern modernste Frachtladesysteme und -komponenten für den wachsenden Bedarf im Bereich der Passagier- und Frachtflugzeuge.

Die Aircraft Philipp Gruppe ist eine mittelständische Unternehmensgruppe mit Hauptsitz in Übersee südöstlich von München. Seit über 45 Jahren produziert das Unternehmen Präzisionsteile für die Luft- und Raumfahrtindustrie. Heute ist das Unternehmen in nahezu allen Projekten der weltweiten Luftfahrt mit Bauteilen vertreten.



## DAS ELEKTRISCHERE FLUGZEUG

Wer das Wort Elektromobilität hört, denkt vermutlich zuerst an Straße oder Schiene – oder an Fahrräder mit elektrischem Hilfsmotor. Doch auch in der Luftfahrt geht die Elektrifizierung weiter.

Während rein elektrisch betriebene Flugzeuge wie der E-Fan der Airbus Group oder die Weltumrundung der Solar Impulse die Schlagzeilen bestimmen, arbeiten Entwickler in Deutschland mit Hochdruck daran, einzelne Baugruppen von gängigen Flugzeugen zu elektrifizieren und Flugzeuge so Schritt für Schritt noch effizienter zu machen. Das Konzept heißt „More Electric Aircraft“ – das elektrischere Flugzeug.

Die Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH in Lindenberg im Allgäu hat sich dabei des Bugfahrwerks eines Mittelstreckenflugzeugs angenommen. Als Bugfahrwerk werden die vorderen Räder und deren Aufhängung, die vor der Landung vorne am Flugzeug herausgefahren werden, bezeichnet.

Liebherr ist weltweit einer der führenden Entwickler, Hersteller und Betreuer von Fahrwerkssystemen, die in der Luftfahrt eine zentrale Rolle spielen: Sie ermöglichen das Rollen auf dem Flughafen zum Start und auch nach der Landung. Sie verfügen u.a. über Stoßdämpfer für die Landung und Bremsen für das Rollen am Boden. Kurz: Fahrwerke sind für das Fliegen unerlässlich.

„Bei konventionellen Fahrwerkssystemen erfolgt die Energieversorgung über eine Verbindung zum zentralen Hydrauliksystem des Flugzeugs. Der darin vorhandene konstante

Hydraulikdruck wird zum Ein- und Ausfahren sowie zum Lenken genutzt“, so Ingrid Kirchmann, Ingenieurin bei Liebherr-Aerospace.

Da sich Bugfahrwerk und zentrales Hydrauliksystem in unterschiedlichen Teilen des Flugzeugs befinden, müssen sie über lange Leitungen miteinander verbunden werden. Diese Architektur führt unweigerlich zu einem relativ hohen Gewicht und zu Energieverlusten in der Hydraulikversorgung.

Genau hier setzt Liebherr an. Im Forschungsprojekt ESTER, das im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts „Clean Sky 2“ durchgeführt wird, werden elektrohydraulische Antriebe speziell für das Bugfahrwerk von Mittelstreckenflugzeugen entwickelt.

Das Innovative ist das Zusammenspiel der beiden Funktionen Bugradlenkung sowie die Betätigung für das Ein- und Ausfahren. „Durch diese Kombination lassen sich hydraulische Komponenten einsparen und das Gesamtkonzept vereinfachen. Unser Ziel ist dabei letztlich, leichtere und effizientere Flugzeuge zu bauen“, sagt Ingrid Kirchmann.

Das neuartige System baut auf eine dezentrale Hydraulikversorgung direkt am Bugfahrwerk auf. Die hydraulische Energie wird nun dort erzeugt, wo sie benötigt wird: direkt am Fahrwerk. Als Energiequelle dient das elektrische Versorgungssystem des Flugzeugs.

Zusätzlich zu den Arbeiten am Projekt ESTER hat Ingrid Kirchmann begonnen, an einer Promotion zu arbeiten. Dabei geht es passenderweise um Fragen rund um die Anwendung von elektrohydraulischen Antrieben in der Luftfahrt. Und die Arbeit bei Liebherr geht weiter. Das innovative System „Made in Germany“ ist ein wichtiger Beitrag zum sparsamen „More Electric Aircraft“.



### Arndt Schoenemann

#### Geschäftsführer Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH

Als größtem Arbeitgeber und Ausbildungsbetrieb im Landkreis Lindau kommt unserem Unternehmen eine große Bedeutung und damit auch eine entsprechende Verantwortung zu. Mit unseren vielfältigen Maßnahmen zur Erweiterung und Sicherung des Standortes, der „Fabrik 2020“, werden wir dieser Verantwortung gerecht und bekennen uns zur Region. Wir sind unter den deutschen Zulieferern das Unternehmen mit den meisten internationalen Kunden, fühlen uns aber hier im Westallgäu zuhause: Lindenberg ist für uns ein Ort, wo Tradition und Innovation Hand in Hand gehen. Ein Ort, der sich seit der Gründung von Liebherr-Aerospace vor mehr als einem halben Jahrhundert bewährt hat; ein Ort, an dem wir den Fortschritt gestalten können. Und unsere Familiengeschafter unterstützen uns dabei, in unseren Standort, in unsere Technologien, in unsere Mitarbeiter, kurz gesagt: in die Zukunft zu investieren.



### Christoph Hauck

#### Geschäftsführer MBFZ toolcraft GmbH

toolcraft ist ein mittelfränkisches Unternehmen, das sich auf die Fertigung von Highend-Präzisionsteilen und –baugruppen spezialisiert hat. Seit 2011 gehört der 3D-Druck in Metall zu unserem Leistungsportfolio. Die ersten 3D-gedruckten Komponenten sind seit kurzem an Bord und lassen Flugzeuge effizienter fliegen. Bayern ist für Zulieferer der Luft- und Raumfahrt ein idealer Standort. Hier findet sich die gesamte Wertschöpfungskette von der Forschung bis zum fertigen, qualifizierten Produkt. Auch wir profitieren von der engen Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Maschinenherstellern.



## LASERSCHMELZEN SETZT FLUGZEUGE AUF DIÄT

In der Luftfahrt zählt jedes Gramm. Der Grund: Selbst geringe Gewichtsersparnisse senken Verbrauch und Emissionen über die Lebensdauer eines Flugzeuges merklich.

Eine der erfolgversprechendsten Methoden, leichte Flugzeuge der neuesten Generation noch weiter „auf Diät zu setzen“, sind additive Fertigungsverfahren, auch 3D-Druck genannt (Flugzeugbauteile aus dem Drucker).

Da Gewichtsreduzierung im Flugzeugbau eine wesentlich entscheidendere Rolle spielt als etwa in der Automobilindustrie, stellt die Luftfahrtindustrie auch bei dieser Zukunftstechnologie die Speerspitze der Innovation dar. Nun ist ein weiterer Durchbruch gelungen. Das mittelständische Unternehmen toolcraft aus Mittelfranken entwickelt ein innovatives Verfahren weiter, das die Serienfertigung von Flugzeugbauteilen aus dem Drucker weiter vorantreibt.

Additive Fertigungsverfahren bauen ein Werkstück Schicht für Schicht auf und ermöglichen so die Herstellung von effizienten Leichtbaustrukturen. Damit der 3D-Druck sein revolutionäres Potenzial voll entfalten kann, wird stets an der Verbesserung des Verfahrens hinsichtlich Produktivität und Kostenreduktion gearbeitet.

Das Unternehmen toolcraft hat sich dieser Herausforderung gestellt. Dabei gelang dem 3D-Druck in Metall der Sprung zur anerkannten Fertigungstechnologie, die nun erstmals in der Luftfahrtindustrie angewendet wird. Beim Laserschmelzen werden Hochleistungsmetalle wie Titan bzw. Nickelbasislegierungen mittels Laser aufgeschmolzen, sodass sich die Partikel verbinden. Dadurch wächst das Bauteil sinnbildlich im 3D-Effekt in die Höhe.

„Bisher bedurfte es zunächst einer Werkzeugform und zusätzlicher Fertigungsschritte, wie die Zerspanung, um ein neues Werkstück herzustellen. Nun können wir die Werkstücke durch Laserschmelzen direkt im Metallpulverbett ohne Zwischenschritte aufbauen“, erklärt Christoph Hauck, Geschäftsführer von toolcraft. „Außerdem lassen sich kurzfristige Änderungen am Design quasi auf Knopfdruck umsetzen – ein riesiger Vorteil bei der Erprobung innovativer Ideen oder der weiteren Verbesserung einzelner Bauteile.“

Die Vorteile des innovativen Laserschmelz-Verfahrens liegen auf der Hand: die Herstellung komplexer Geometrien, die Verarbeitung schwer zerspanbarer Materialien sowie eine werkzeuglose Bauteilerzeugung innerhalb kürzester Zeit bei besonders geringem Werkstoffabfall. Die neue Technologie ermöglicht es so, ganze Prozesse von Grund auf neu und in vielen Fällen wirtschaftlicher zu gestalten. Beispielsweise können bis dato komplexe Baugruppen nach geringen Designänderungen in einem Stück produziert werden.

„Das Metall-Laserschmelzen bietet vollkommen neue Möglichkeiten – bei herausragender Wirtschaftlichkeit“,

so Christoph Hauck. „Gewichtsreduktionen von bis zu 30% zum konventionellen Bauteil sind möglich, und das bei geringeren Stückkosten.“ Ökologische und ökonomische Ziele gehen somit Hand in Hand: geringere Emissionen und verbesserte Wettbewerbsfähigkeit.

Auch die Qualität der Ergebnisse überzeugt, genügt sie doch selbst den hohen Anforderungen der Luft- und Raumfahrt. Die Airbus-Tochter Premium AEROTEC ist der führende Partner für die Anwendung dieser Technologie im Flugzeugbau und unterzeichnete Mitte 2015 einen Kooperationsvertrag mit toolcraft. „Wir freuen uns sehr, in Premium AEROTEC einen Kooperationspartner zu haben, der die Entwicklung in dem Bereich des Metall-Laserschmelzens vorantreiben möchte“, so Christoph Hauck.

Die beiden Kooperationspartner wollen ihre Kompetenzen und Erfahrungen gemeinsam dazu nutzen, die Entwicklung von Bauteilen mittels Metall-Laserschmelzen voranzutreiben. Dies umfasst sowohl die Herstellung und Qualitätssicherung des Pulvers als auch die Fertigung und Nachbearbeitung der Teile. Diverse Applikationen in Rumpfbzw. Triebwerkssektionen sind bereits zugelassen.



Metall-Laserschmelzen  
im Hause toolcraft



## FLUGZEUGBAUTEILE AUS DEM DRUCKER

Das Bauteil selbst ist eher unspektakulär: Ein Verbindungsstück aus Titan, eingesetzt in einer Testmaschine des neuen Langstreckenflugzeugs Airbus A350 XWB.

Dennoch schreibt der 20.06.2014 Luftfahrtgeschichte, als das erste Metallbauteil aus dem Drucker kommt, und sich in einem kommerziellen Passagierflugzeug in die Luft erhebt. Anders als bei den meisten epochalen Ereignissen der Fliegerei gibt es an diesem Morgen weder Zuschauer noch hochrangige Gäste. Dennoch hat diese für Passagiere bisher kaum wahrnehmbare technische Errungenschaft eine schleichende Revolution im Flugzeugbau ausgelöst, die ökonomischen und ökologischen Nutzen vereint: geringerer Einsatz von Rohstoffen, leichtere Bauteile sowie weniger Treibstoffverbrauch und Emissionen.



ALM-Verbindungsstück aus Titan

Deutschland gehört zu den Technologieführern dieser Schlüsseltechnologie von morgen, den generativen oder ALM-Fertigungsverfahren, oft 3D-Druck genannt. Die Luftfahrtindustrie steht an der Spitze dieser Entwicklung, da teure Flugzeugteile so schneller, leichter und günstiger produziert werden können. Doch es geht um mehr als nur eine Beschleunigung der Fertigung. Die Hightech-Verfahren erlauben es erstmals, feine und hochkomplexe Strukturen aus Metall in einem Stück herzustellen. Dadurch werden völlig neue, an der Natur angelehnte bionische Strukturen ermöglicht.

„Durch generative Fertigung können gegenüber herkömmlichen Herstellungsverfahren bis zu 55% des Gewichts eingespart werden. Wenn man sich vor Augen hält, dass jedes Kilo Gewichtsersparnis im Laufe eines Flugzeugslebens etliche Tonnen CO<sub>2</sub> einspart, wird deutlich, was für ein Potenzial in dieser Technologie steckt. Und das Beste: Wir müssen nicht jahrelang bis zur nächsten Flugzeuggeneration warten, sondern können einzelne Teile sofort einsetzen“, so Peter Sander von Airbus Emerging Technologies & Concepts. Darüber hinaus kann auf diese Weise besonders Ressourcen schonend produziert werden: Bei der generativen Fertigung fallen anstelle von bis zu 95% Zerspanungsabfall nur noch wenige Prozent an.

Statt wie üblich Bauteile aus einem massiven Block herauszufräsen, wird bei der generativen Fertigung das Verfahren umgekehrt: Ein pulverförmiges Ausgangsmaterial, zum Beispiel Aluminium, Titan oder Polyamid, wird in unzähligen hauchdünnen Schichten auf eine Trägerplatte gebracht. Bei jeder einzelnen Schicht fährt ein computergesteuerter Laserstrahl nach den Daten eines 3D-Compu-

termodells über jede einzelne Lage und verschweißt dabei die winzigen Staubkügelchen, bevor die nächste Pulverschicht aufgebracht wird.

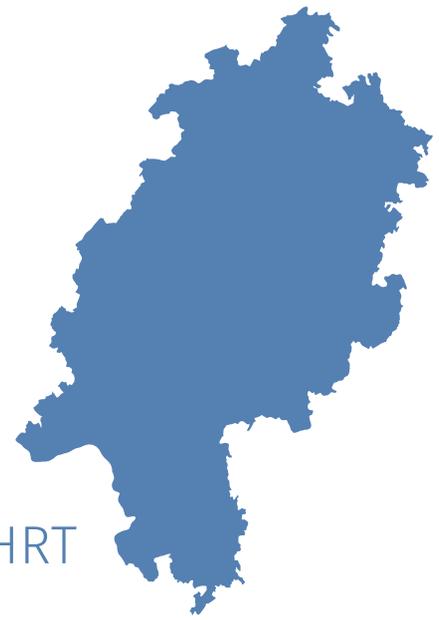
Auf diese Art können prinzipiell Bauteile in jeder x-beliebigen Form entstehen, mit Hohlräumen, Lamellen oder integrierten Rohren. Die Vorteile des Verfahrens sind weitreichend: Ressourcen schonende, dezentrale und damit günstigere Produktion, deutliche Gewichtsreduzierung bei den Bauteilen und die Möglichkeit zur Fertigung hochkomplexer Strukturen.

Die Zukunftstechnologie entwickelt sich rasant weiter: Im Dezember 2015 stellt Airbus mit dem Softwareunternehmen Autodesk eine Kabinentrennwand im bionischen Design vor, dem bisher größten im 3D-Druck entstandenen Kabinenteil. Dabei kommen der Natur nachempfundene, astartige Streben zum Einsatz, die optimal auf die auftretenden Lasten ausgerichtet sind. Die Trennwand ist 30 Kilogramm bzw. 45% leichter. Wenn man die gesamte Kabine aller bestellten A320 nach diesem Muster ausstatten würde, ließen sich 465.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen.

ALM-Verfahren werden seit kurzem vereinzelt in der Kabine und einigen anderen Bereichen angewendet. Im Bereich der Triebwerke werden bereits erste Serienbauteile eingesetzt. Mit den dabei gewonnenen Erkenntnissen kann der Anwendungsbereich bis hin zur Herstellung ganzer Komponenten im gesamten Flugzeug vergrößert werden. Mittel- und langfristig werden ALM und bionisches Design in komplett neue Bauweisen zukünftiger Flugzeugprogramme einfließen.

## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIC DEUTSCHLAND

### HESSEN



## ALLESKÖNNER DER LUFT- UND RAUMFAHRT

Luftfahrt, Luftverkehr, Raumfahrt, Flugsicherung, Dienstleistungen: Hessen ist der Allrounder unter den Bundesländern, wenn es um die Luft- und Raumfahrt geht. Renommierte Großunternehmen wie Diehl Aerosystems und Rolls-Royce stehen ebenso für Qualität „Made in Hessen“ wie die vielen Mittelständler unserer Branche. Ein wichtiger Faktor, der Hessen zu einem bedeutenden Luft- und Raumfahrtstandort macht, sind auch die dort ansässigen nationalen und internationalen Institutionen wie das Kontrollzentrum der Europäischen Weltraumorganisation und der europäische Betreiber von Wettersatelliten EUMETSAT, beide mit Sitz in Darmstadt, oder die Deutsche Flugsicherung in Langen. Und Frankfurt – zugleich größter Flughafen des Landes und bedeutendster Frachtflughafen Europas – ist für die Exportnation Deutschland das Tor zur Welt.



### **Dr. Wolfgang Schoder**

CEO/Vorsitzender der Geschäftsführung Airbus Helicopters Deutschland GmbH

An unserem Standort Kassel in Hessen warten wir Hubschrauber für Bundespolizei und Luftwaffe. Betreuung und Wartung von Hubschraubern ist komplex und zählt zu den anspruchsvollsten Aufgaben in der Luftfahrt. Airbus Helicopters ist zudem Gründungsmitglied des Competence Center Aerospace Kassel Calden (CCA). Rund 50 nordhessische Hightech-Unternehmen sind inzwischen in das Netzwerk eingebunden. Der Austausch trägt maßgeblich dazu bei, dass die Region auch künftig von der Wachstumsbranche Luftfahrt profitiert.



### **Dr. Holger Carlsburg**

Geschäftsführer Rolls-Royce Deutschland

Unser Werk im hessischen Oberursel hat sich dank innovativer Ideen, einer begeisterungsfähigen und gut ausgebildeten Belegschaft sowie einer zielgerichteten Unterstützung durch beispielsweise das Luftfahrtforschungsprogramm hervorragend entwickelt. Das gute Zusammenspiel dieser Faktoren macht uns zu einem Leuchtturm in der Region – mit einer technischen Expertise, die weit über Hessen hinaus ihresgleichen sucht.



### **Rainer von Borstel**

Vorstand der Diehlstiftung & Co. KG und Sprecher des Bereichsvorstandes Diehl Aerosystems

Unser Standort in Frankfurt am Main kann schon auf eine fünfzigjährige Luftfahrtgeschichte zurückblicken. Sicherheitskritische Systeme für Luftfahrzeuge sind hier ein Schwerpunkt unserer Arbeit. Dabei profitieren wir von der hervorragenden Infrastruktur im Rhein-Main-Gebiet und der Nähe zum Frankfurter Flughafen als internationalem Drehkreuz. Aber auch die Kooperationen mit den regionalen Hochschulen stellen einen enormen Vorteil dar. Als Hightech-Unternehmen mit einem Schwerpunkt in der Entwicklung sind wir auf kluge Köpfe und clevere Ideen angewiesen. Das alles finden wir in Hessen.



European Space Operations Center in Darmstadt

## RAUMFAHRT AUS HESSEN - FÜR DEUTSCHLAND UND EUROPA

Spätestens seit der Rosetta-Mission sind Raumfahrt und Hessen auch im Bewusstsein der Öffentlichkeit eng miteinander verbunden. Vom „European Space Operations Center“ in Darmstadt – dem Kontrollzentrum der Europäischen Weltraumorganisation ESA – wurde die Mission gesteuert, mit der die europäische Raumfahrt 2014 Geschichte geschrieben hat.

Insbesondere Darmstadt hat sich zu einem der führenden Zentren der europäischen Raumfahrt entwickelt. Dort werden im Centrum für Satellitennavigation Hessen (cesah) Existenzgründungen im Bereich der Raumfahrtanwendungen gefördert. In der Stadt mit dem offiziellen Titel „City of Science“ unterhält auch Telespazio VEGA Deutschland seinen Hauptstandort und leistet mit mehr als 360 hochqualifizierten Mitarbeitern einen entscheidenden Beitrag zur Zukunft der Hightech-Branche Raumfahrt. Das Unternehmen entwickelt Missionskontrollsysteme, Planungssysteme und Simulatoren und war bisher allein an über 50 ESA-Missionen beteiligt, z.B. Rosetta, LISA Pathfinder und ExoMars – aber auch an größeren multinationalen Programmen.

Als führender deutscher Anbieter für Spitzentechnologie und Dienstleistungen in der Raumfahrt steht SCISYS Deutschland GmbH in Darmstadt seit mehr als 30 Jahren Kunden und Partner erfolgreich zur Seite bei der Realisierung von Satelliten, Bodeninfrastrukturen, Kontrollzentren sowie Datendiensten und Raumfahrtanwendungen.

Mit einem Team von erfahrenen Spezialisten unterstützt SCISYS in Darmstadt zahlreiche Raumfahrtprogramme

und -missionen. Dabei agiert das Unternehmen sowohl am eigenen Standort, als auch vor Ort bei Kunden wie der Europäischen Raumfahrtorganisation (ESA) und EUMETSAT. Die Dienstleistungen von SCISYS umfassen den gesamten Lebenszyklus von der frühen Konzeptionsphase bis hin zum operationellen Betrieb einer Raumfahrtmission.

## LUFTFAHRTINDUSTRIE „MADE IN HESSEN“

Die Luftfahrtindustrie steht der Raumfahrt in nichts nach. So blickt das hessische Oberursel auf eine über 100-jährige Geschichte im Flugmotorenbau zurück. Mit modernster Fertigungstechnologie werden dort heute Hightech-Komponenten für zahlreiche Rolls-Royce Triebwerksprogramme hergestellt. Oberursel ist im Rolls-Royce Konzern das





### Sigmar Keller

Chief Executive Officer von  
Telespazio VEGA Deutschland in  
Darmstadt

Darmstadt ist als Raumfahrtstandort einzigartig: Zwei unabhängige Raumfahrtkontrollzentren – ESOC und EUMETSAT – ermöglichen, dass hier die besten Köpfe aus aller Welt aus Forschung und Industrie Hand in Hand an den wichtigsten europäischen Raumfahrtmissionen arbeiten und sich austauschen können. Internationaler Flair, kurze Wege und eine aktive Community bilden die Basis für eine spannende Zukunft dieser Stadt.

Kompetenzzentrum für anspruchsvolle Blisktechnologie (Blisk = Blade Integrated Disk) und produziert z.B. Verdichter-Trommeln und Turbinenscheiben. Diese modernen, rotierenden Komponenten werden in zahlreichen Modellen eingesetzt, so auch im Trent XWB - dem effizientesten Großtriebwerk weltweit -, das den Airbus A350 antreibt. Die Verwendung der BLISK-Bauteile trägt dazu bei, dass der Airbus A350 XWB 25% weniger Treibstoff verbraucht als alle vorhergehenden Flugzeuggenerationen.

In Frankfurt am Main unterhält Diehl Aerospace GmbH den größten ihrer drei Produktions- und Entwicklungsstandorte. Hier entwickeln und produzieren über 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter komplexe, sicherheitskritische Avioniksysteme. Dazu zählen etwa Cockpit- und Display-systeme, die unter anderem an Bord des Airbus A380 und des Airbus A350 XWB eingesetzt werden. Ein weiterer Schwerpunkt des hessischen Standorts sind sicherheitskritische Steuerungssysteme für die Bordtüren und Notrutschen. Zu den neuesten Produktentwicklungen zählen Kabinenmanagementsysteme für Passagierflugzeuge. Das erste System dieser Art von Diehl wird auf den neuen E2-Jets von Embraer eingesetzt, von denen die ersten drei Prototypen bereits fliegen.

Die ZF Luftfahrttechnik GmbH (ZF) ist eines der traditionsreichsten Unternehmen der Branche. ZF wurde 1915 gegründet und ist seit der ersten Stunde auf die Luftfahrt ausgerichtet. Luftfahrtpionier ZF macht heute vor allem

durch zahlreiche Innovationen im Bereich der Rotorsteuerung von Hubschraubern international auf sich aufmerksam. Am Standort Kassel-Calden arbeiten rund 360 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie 20 Auszubildende an Luftfahrt-Spitzentechnologie für Hubschraubertriebe, Aktuatoren, Rettungswinden, Rotorsteuerungen sowie einer breiten Palette von Prüfständen. Sie tragen mit ihrem Know-how und Innovationskraft dazu bei, dass Luftfahrzeuge weltweit sicher im Einsatz sind und die ZFL seit vielen Jahren den internationalen Standard im Bereich der Getriebe- und Rotorblattprüfstände setzt.

Röder Präzision - 1922 gegründet - zählt mit seinen drei Standorten am Flugplatz Egelsbach, in Frankfurt sowie in Alsfeld und seinen knapp 300 Mitarbeitern zu den bedeutendsten Instandsetzungsunternehmen der deutschen militärischen und zivilen Luftfahrtindustrie.



Parker Aerospace mit europäischer Firmenzentrale in Wiesbaden, stellt hydraulische Systeme für nahezu alle wichtigen Flugzeug- und Hubschraubermodelle her, vom A380 über den Eurofighter bis hin zu den Bestsellern des Weltmarktführers Airbus Helicopters.

Auf der Basis am Flughafen Frankfurt ist rund um die Uhr und an 365 Tagen im Jahr Betrieb: Frankfurt ist der zentrale Wartungsstandort von Lufthansa Technik. In drei Schichten werden hier die Flugzeuge von Lufthansa und mehr als 100 weiteren Kunden aus der ganzen Welt gewartet. Angefangen bei der Vorflugkontrolle vor jedem Start werden im laufenden Flugbetrieb die täglichen, wöchentlichen und monatlichen Wartungsarbeiten erledigt. Viele Arbeiten finden nachts statt. Dann werden Beanstandungen behoben, die während des Tages angefallen sind, so dass die Flugzeuge am nächsten Morgen wieder technisch einwandfrei bereitstehen. Insgesamt rund 4.000 Mitarbeiter der Lufthansa Technik, davon 200 Ingenieure verschiedener Fachrichtungen, sorgen in Frankfurt für einen reibungslosen Ablauf der technischen Betreuung.

Hubschrauber spielen bei den Einsätzen von Polizei, Bundeswehr und Rettungskräften eine wesentliche Rolle. Airbus Helicopters in Kassel, dem bedeutendsten Hubschrauberstandort Hessens, bietet im Verbund mit den Standorten Donauwörth und Augsburg maßgeschneiderte Service- und Unterstützungskonzepte.

Heute wird in Nordhessen ein Großteil der H135-Hubschrauberfamilie der Bundespolizei gewartet, und sämtliche großen Hubschrauber vom Typ Super Puma – im Einsatz für das Kanzleramt – wurden in Kassel generalüberholt.

## EIN JAHRHUNDERT FORSCHUNG UND INNOVATION

Hessen ist ein historischer Luftfahrtstandort, der auf ein Jahrhundert Spitzenforschung zurückblickt. Bereits 1913 wurde an der Technischen Universität Darmstadt erstmals eine Professur alleine der Luftfahrt gewidmet. Heute kooperieren führende Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie mit den Hochschulen des Landes. So hat sich das gemeinsame Forschungszentrum von TU Darmstadt und Rolls-Royce zum Ziel gesetzt, durch die Entwicklung neuer Technologien den Brennstoffeinsatz und Schadstoffausstoß in Triebwerken maßgeblich zu reduzieren. In dem 2006 unter dem Titel „Combustor and Turbine Aerothermal Interaction (CTI)“ gegründeten Zentrum forschen fünf Professoren, über 30 Wissenschaftler und rund 40 Bachelor- und Masterstudenten daran, Flugzeugtriebwerke wesentlich ressourcenschonender und umweltumweltverträglicher zu gestalten. Dazu werden gegenwärtige Verbrennungskonzepte grundlegend überarbeitet.

Die Jeppesen GmbH in Neu-Isenburg wurde 2016 als eines der 100 innovativsten Unternehmen des deutschen Mittelstands ausgezeichnet. Die Tochtergesellschaft von

Boeing entwickelt innovative Navigations- und Softwarelösungen für Piloten und Airlines, die einen sicheren und effizienten Flugbetrieb ermöglichen. Am Europa-Standort im hessischen Neu-Isenburg sind rund 450 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt. Karten für den Sichtflug, Flugplanungssoftware sowie Lehrbücher und Schulungs-CDs für Piloten sind nur einige der aktuellen Aktivitäten des Unternehmens. Darüber hinaus wird in Neu-Isenburg Luftfahrt komplett neu gedacht: Der Standort ist an der globalen Entwicklung von Software-Lösungen beteiligt, welche die hocheffiziente „Digitale Airline“ ermöglichen sollen.

## DIE ZUKUNFT LIEGT IN DER LUFT

Hessen verdeutlicht, wie stark die Zukunft des Standorts Deutschland mit der Luft- und Raumfahrt verbunden ist. Dem Wert nach gerechnet verlassen etwa ein Drittel der deutschen Exporte das Land per Luft. Luftfahrt ist Mobilität der Zukunft, und die Raumfahrt macht unser modernes Leben überhaupt erst möglich. An Standorten wie Hessen kommen die besten Köpfe aus aller Welt aus Forschung und Industrie zusammen, um die Zukunft erfolgreich auszugestalten.



Hubschrauber spielen bei den Einsätzen von Polizei, Bundeswehr und Rettungskräften eine wesentliche Rolle





Kabinenmanagementsysteme können am Frankfurter Standort von Diehl Aerospace und realitätsnaher Umgebung erforscht und demonstriert werden

Im eigenen Cockpit-Demo-Center werden Systeme für Cockpitanwendungen entwickelt





## FLIEGEN NEU DENKEN: DIE DIGITALE AIRLINE

Keine Frage, die Umweltverträglichkeit des Luftverkehrs muss weiter zunehmen. Die Hersteller arbeiten fieberhaft an leichteren Materialien, effizienteren Triebwerken und ausgefeilterer Aerodynamik. Mit beachtlichem Erfolg: Lärm und Emissionen pro Passagier und Kilometer sind seit 1970 bereits um etwa drei Viertel zurückgegangen. Doch wie geht es angesichts der wachsenden Mobilität in aller Welt weiter? Wie kann die Branche sicherstellen, dass die Emissionen des Luftverkehrs in den kommenden Jahrzehnten insgesamt sinken?

Kontinuierliche Verbesserungen werden weiterhin eine bedeutende Rolle spielen. Gleichzeitig braucht es revolutionäre Ansätze wie 3D-Druck, elektrische Antriebe – und Digitalisierung.

„Digitalisierung eröffnet uns völlig neue Möglichkeiten, Luftverkehr neu zu denken“, so Dr. Niels Stark von der Boeing-Tochter Jeppesen. „Dank Big Data stehen jeder Fluggesellschaft theoretisch unvorstellbar große Mengen an Daten zur Verfügung. Die Herausforderung ist nur: Wie kann ich mir diese Datenflut zu Nutze machen, so dass sich Lärm, Emissionen und Kosten senken lassen? Die Airlines sitzen auf einem Schatz. Wir wollen ihnen helfen, diesen zu heben.“

Das Boeing Digital Aviation Forschungsteam arbeitet mit Hochdruck an der „Digitalen Fluglinie der Zukunft“. In seinen weltweit eingerichteten „Innovation Labs“ – eines davon befindet sich in Neu-Isenburg bei Frankfurt – baut Boeing dazu eine fiktive Fluglinie namens „Atlantis Airlines“ auf, die über eine Flotte von 59 simulierten Maschinen und einem realen Boeing Testflugzeug verfügt, das Teil des Boeing „ecoDemonstrator“ Programms ist. Die Boeing und die 59 virtuellen Flugzeuge werden über moderne IT-Systeme mit allen Bereichen der fiktiven Fluggesellschaft vernetzt.

„Ziel der Vernetzung ist die Aufbereitung einer immer größer werdenden Datenmenge und deren Veredlung zu intelligenten Informationen, die Management, Piloten und Bodenpersonal nutzen können, um bessere Entscheidungen zu treffen“, führt Dr. Stark aus. Ein Beispiel: Namhafte Fluggesellschaften bieten täglich mehr als eintausend Flüge an. Eine gewaltige Herausforderung ist es dabei, aus einer Flotte von mehreren hundert Flugzeugen für jede Strecke das optimale Luftfahrzeug zu identifizieren und dann mit der exakt kalkulierten Menge Treibstoff auf die perfekte Route zu bringen. Diese Aufgabe wird dadurch noch erschwert, dass sich Faktoren wie Wind, Wetter, Wartungen und Störungen des Flugbetriebs tagtäglich ändern.

Genau hier kann Big Data den Durchbruch bringen. „Die digitale Airline der Zukunft wird in der Lage sein, die Effizienz ihres Flugbetriebs erheblich zu steigern. Gleiches gilt für die Wartung, den Einsatz der Besatzungen und die Abfertigung am Flughafen“, erläutert der Jeppesen-Manager. „Die Umwelt profitiert von geringeren Emissio-

nen durch besser abgestimmte Flugpläne, Flugrouten und Flugplanung, und die Airlines können ihre Flotten besser nutzen und erhalten dadurch ihre Wettbewerbsfähigkeit.“ Allein durch Boeings Fuel-Dashboard-Software können Airlines einer internen Studie zufolge zukünftig Verbrauch und Emissionen ihrer Gesamtflotte um durchschnittlich 4,5% senken.

Auch Passagiere werden die digitale Airline zu schätzen wissen. Sie können sich auf eine erhöhte Pünktlichkeit, weniger Ausfälle, verbesserten Service und stabile Preise freuen.

Die „Digitale Fluglinie der Zukunft“ soll bis 2018 konkrete Ergebnisse und Produkte liefern, die bereits bis Ende des Jahrzehnts von Fluggesellschaften in aller Welt eingesetzt werden könnten.



ecoDemonstrator 787

In seinen „Innovation Labs“ baut Boeing eine fiktive Fluglinie





## WELTPREMIERE: GIGANTISCHER TINTEN- STRAHLDRUCKER BEDRUCKT FLUGZEUGE

3D-Druck ist derzeit in der Luftfahrt eines der wichtigsten Innovationsthemen. Doch nun macht auch der traditionelle 2D-Druck wieder von sich Reden – zum Bedrucken von Flugzeugteilen.

Das Seitenleitwerk eines Flugzeugs dient nicht nur der Stabilität und der Steuerung – es trägt auch das Logo der Fluggesellschaft und ist damit ihr auffälligstes Aushängeschild am Boden und in der Luft. Flugzeuglackierer tragen hier oft komplexe und große Bilder auf, was großes handwerkliches Können und erheblichen Zeitaufwand erfordert.

„Alle bisherigen Verfahren haben Vorteile und Nachteile. Bedruckte Folien sind teuer und haben eine begrenzte Lebensdauer. Airbrush ist zeitaufwendig und schwer reproduzierbar. Und Lackierung mit Schablonen ist mit vielen Arbeitsschritten, hohen Kosten und begrenzter Designfreiheit verbunden“, erläutert Ralph Maurer, Leiter der Lackierhallen für die A320-Familie bei Airbus in Hamburg.

Die Entwickler und Lackierexperten von Airbus in Hamburg haben jetzt eine neue Methode entwickelt, die nicht nur Farbe und Zeit spart, sondern gleichzeitig eine detailliertere Darstellung und sogar die Reproduktion von Fotomotiven oder Kunstwerken erlaubt. „Wir haben uns gefragt: Wie können wir die Vorteile der bestehenden Verfahren kombinieren, die Nachteile vermeiden und das Verfahren gleichzeitig wirtschaftlicher gestalten“, so Ralph Maurer.

Möglich wird dies durch den Einsatz eines riesigen Tintenstrahldruckers, der eine Fläche von sieben mal sieben Metern bedrucken kann. „Die Idee kam uns in Japan, wo die Technologie an LKW und Bussen eingesetzt wird. Eine kleine japanische Firma stellt Tintenstrahldrucker für diesen Zweck her. Wir haben sie kontaktiert und dort einen

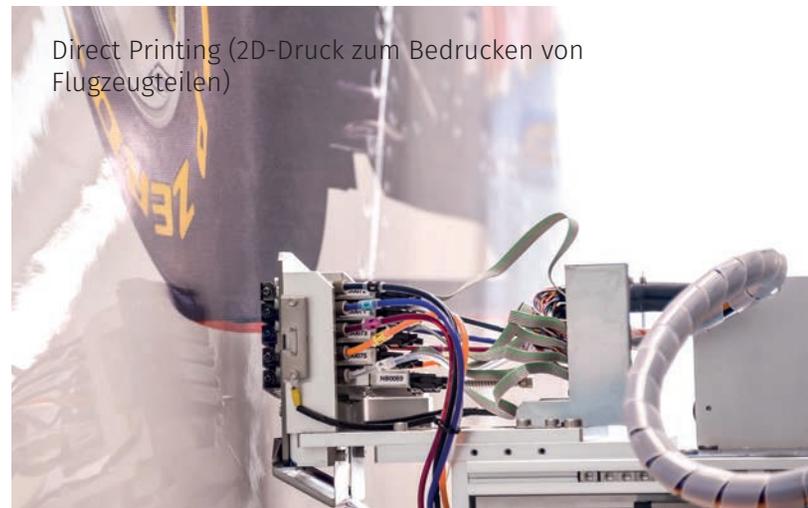
speziellen Drucker für die Seitenleitwerke unserer Flugzeuge in Auftrag gegeben.“

Der Seitenleitwerks-Drucker bringt einen doppelten ökologischen Nutzen: Statt mehrerer Kilo Farbe wird für das gesamte Bauteil dank der innovativen „Direktdrucktechnologie“ nur noch ein halber Liter Tinte benötigt. Auch Folie und andere Materialien können eingespart werden. Darüber hinaus führt der geringere Materialeinsatz zu einer Gewichtsersparnis von bis zu 5 kg pro Flugzeug. Ein kleiner Effekt mit großem Nutzen, da jedes eingesparte Kilo im Laufe eines Flugzeuglebens etliche Tonnen Kerosin und somit Emissionen vermeidet.

„Auch wirtschaftlich ist der Direktdruck ein voller Erfolg“, fügt der Airbus-Manager hinzu. „Das neue Verfahren beschleunigt den Lackierprozess um einen Tag.“ Angesichts der geplanten vierten Endmontagelinie für die A320-Familie in Hamburg ist eine schnellere Lackierung ein weiterer Baustein, zukünftig noch mehr Flugzeuge in der Hansestadt bauen zu können. Bereits heute wird jedes sechste auf der Welt hergestellte Passagierflugzeug in der norddeutschen Metropole ausgeliefert.

Das weltweit erste Flugzeug mit einem direkt bedruckten Seitenleitwerk wurde im März 2016 an Thomas Cook übergeben. Für Maurer nur der erste Schritt. „Wir sehen das Direktdruckverfahren als wichtigen Schritt hin zur Fabrik der Zukunft. Langfristig können wir uns vorstellen, ganze Flugzeuge digital mit dem Direktdruckverfahren zu bedrucken. Bis dahin ist es aber noch ein weiter Weg.“

Direct Printing (2D-Druck zum Bedrucken von Flugzeugteilen)





## DAS AUGEN AM HIMMEL

Acht Augen sehen mehr als zwei. Und wenn statt menschlicher Augen acht Sensoren der neuesten Generation zum Einsatz kommen, die am Rumpf eines Flugzeugs angebracht sind, dann ergibt sich eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten zum Nutzen der Allgemeinheit.

Das Unternehmen Aerodata AG aus Braunschweig hat in Kooperation mit seiner Tochtergesellschaft Optimare Systems aus Bremerhaven den OctoPod entwickelt, ein neuartiges Sensorenpaket für Beobachtungsflugzeuge.

„Der OctoPod ist die ideale Lösung für Flugzeuge mit vielfältigen Beobachtungsaufgaben. Er ist insbesondere für den Einsatz über dem Meer geeignet, etwa zur Seenotrettung im Mittelmeer, der Fernerkundung von Ölflecken und der Überwachung von Fischereiaktivitäten“, so Hans Stahl, Vorstand der Aerodata AG. „So können Ölteppiche und Öllecks, die von Schiffen oder Ölbohrinseln verursacht werden, schnell entdeckt und bekämpft werden. Und auf dem Land dient die Innovation zur verbesserten Früherkennung von Waldbränden oder beschädigten Deichen. Für all diese Einsatzmöglichkeiten gibt es zur Beobachtung aus der Luft keine wirkliche Alternative“, erläutert Hans Stahl.

Bei diesen Projekten sind die Sensoren noch einzeln am Flugzeug montiert, so dass die Flugzeugmodifikation für jeden Sensor geprüft und zertifiziert werden muss. Zudem benötigt jeder Sensor eine eigene Stromzufuhr. Dies erhöht die Kosten und macht ihren Einsatz weniger flexibel.

Die Neuheit des OctoPod liegt darin, verschiedenartige Sensoren zu integrieren und dann als Gesamtpaket am Flugzeugrumpf zu befestigen. Damit können Kosten sowie Aufwand für Modifikation und Zertifizierung auf ein Minimum begrenzt werden. Ebenso bleibt der Platz in der Kabine erhalten. Die Flugtests haben im ersten Quartal 2016 begonnen.



## BRANDMELDER IM ALL

Was nur wenige wissen: Brände verursachen weltweit fast ein Drittel aller Kohlendioxid-Emissionen und sind zum größten Teil vom Menschen verursacht. Aufgrund steigender Temperaturen nimmt auch die Waldbrandgefahr in aller Welt stark zu. Höchste Zeit also, Lösungen für einen der Hauptverursacher des Klimawandels zu finden.

Eines der dringlichsten Probleme ist, dass Brände oft nicht schnell genug entdeckt werden, um ihre Ausbreitung zu stoppen. Zudem kann der Beitrag von Wald- und Savannenbränden zum Ausstoß von Klimagasen bisher nur grob geschätzt werden. Hierbei sind Wissenschaftler

auf Daten von globalen Erdbeobachtungssatelliten angewiesen, die derzeit nur die Hälfte aller Hitzeereignisse registrieren.

Die Forscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) wollten sich mit dieser Situation nicht abfinden. Ende Juni haben sie den Feuerdetektionssatelliten BIROS (Bi-Spektral Infrared Optical System) erfolgreich ins All gestartet, der mittels präziser Feuererkennung für mehr Klimaschutz sorgen soll. Der Satellit des DLR, für den das DLR Institut für Optische Sensorsysteme am Standort Berlin-Adlershof verantwortlich ist, spürt nun aus 515 Kilometer Höhe Hochtemperaturereignisse auf der Erde auf.

„Mit seinen sensiblen Kamerasystemen ist BIROS in der Lage, wertvolle Daten zur Veränderung der Oberflächentemperatur zu liefern“, sagt Prof. Heinz-Wilhelm Hübers, Direktor des DLR-Instituts für Optische Sensorsysteme. „Zugleich erhoffen wir uns auch Erkenntnisse darüber, welche Auswirkungen die durch Verbrennung entstehenden Aerosole auf das Wetter und Klima haben können, um somit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten“, so Hübers weiter.

Dabei wird der kühlschrankgroße Kleinsatellit nicht allein arbeiten. Bereits seit Juli 2012 befindet sich sein „Bruder-satellit“ TET-1 (Technologie-Erprobungsträger) im Orbit und hält Ausschau nach Waldbränden. Gemeinsam bilden die beiden Satelliten die Mission FireBIRD (Fire Bispectral InfraRed Detector). Neben Waldbränden sollen auch vulkanische Aktivitäten, Gasfackeln oder Industrie-Hotspots beobachtet und dokumentiert werden.

„Mit den hochauflösenden Infrarotkameras des Satellitentandems von FireBIRD wird es möglich sein, Feuer bereits ab einer geringen Intensität zuverlässig zu lokalisieren“, erklärt Winfried Halle, Leiter des Projekts. Durch die exakte Bestimmung der Feuerintensität kann nun auch die Art der Verbrennung identifiziert werden. „Darüber hinaus werden uns die Satelliten nun erstmals genaue Vorhersagen über die Ausmaße der Brandflächen geben.“

Eine weitere Neuerung: Der etwa 130 Kilogramm leichte Kleinsatellit kann Informationen über Brände direkt an Mobilfunkgeräte senden – per SMS. Diese einzigartige Kommunikation zwischen Satellit und Nutzer wird derzeit erprobt, könnte aber in Zukunft besonders schnelle Hinweise auf sich ausbreitende Feuer liefern.

Der BIROS-Satellit wurde von insgesamt zehn Einrichtungen des DLR entwickelt und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Daten sollen einer weltweiten wissenschaftlichen Nutzung zugänglich gemacht werden.

## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

### BREMEN

## CITY OF SPACE, CITY OF WINGS



Das kleinste Bundesland ist ein wahres Schwergewicht der Luft- und Raumfahrt: Bremen ist Deutschlands Raumfahrtstadt Nummer eins und eines der führenden Zentren der zivilen und der militärischen Luftfahrtindustrie in Europa.



#### Marco Fuchs

Vorstandsvorsitzender/CEO  
OH B SE

In den letzten 35 Jahren konnte sich OH B von einer 5-Mann-Werkstatt zu einem der drei großen europäischen Raumfahrtssystemhäuser entwickeln. Parallel dazu hat sich in Bremen ein einzigartiger Raumfahrt-Cluster herausgebildet, der heute hervorragende Rahmenbedingungen für die Raumfahrtindustrie bereithält und damit unsere #CityofSpace zu einem ganz besonderen Standort macht.



#### André Walter

Standortleiter von Airbus in  
Bremen

Enge Zusammenarbeit, intensiver Austausch und kurze Wege zeichnen den Standort Bremen aus - sowohl zwischen Luft- und Raumfahrt, als auch zwischen Industrie und Wissenschaft. Dank dieser Kooperationen ist Bremen bei Forschung und Entwicklung neuer Technologien für die Luft- und Raumfahrt optimal für die Zukunft aufgestellt.



#### Bart Reijnen

Bremer Standortleiter der  
Raumfahrtsparte von Airbus

Bremen ist eine der Europäischen Top-Adressen der Luft- und Raumfahrt mit Kernkompetenzen in der Astronautischen Raumfahrt, Robotik, bei Trägerraketen, Satelliten und Mikrogravitationsforschung. Wissenschaft und Industrie arbeiten eng und effizient zusammen. Das macht unseren Standort so außerordentlich interessant und erfolgreich.

## WAS IST DAS BESONDERE AN BREMEN?

Volker Thum, BDLI-Hauptgeschäftsführer und früherer Werksleiter von Airbus Bremen, weiß: „Den Luft- und Raumfahrtstandort Bremen zeichnet eine einmalige Konzentration und Symbiose von Industrie, Politik, Wissenschaft und Forschung aus. Das Zusammenspiel dieser Akteure ist einmalig und vorbildlich. Sie bilden die Basis für die Stärke des Standortes Bremen und bieten ihm hervorragende Perspektiven“.

Das Erfolgsrezept: Mit Hightech an die Weltspitze. Die 12.000 in der Branche beschäftigten Bremerinnen und Bremer entwickeln und fertigen modernste Satelliten und Trägerraketen und stellen mit anspruchsvollen Technologien sicher, dass sämtliche Airbus-Flugzeuge abheben können. Und was die Wenigsten wissen: Der Hubschrauber wurde von einem bremischen Flugpionier erfunden.

## EUROPÄISCHES KOMPETENZZENTRUM FÜR RAUMFAHRT, TRÄGERRAKETEN UND WELTRAUMROBOTIK

Größter Vertreter der Raumfahrtbranche am Standort Bremen ist Airbus Defence and Space, die Raumfahrt- und Verteidigungssparte der Airbus Group, sowie Airbus-Safran Launchers. Bremen ist das Europäische Kompetenzzentrum des Konzerns für astronautische Raumfahrt, Oberstufen für Trägerraketen und Weltraumrobotik. Der traditionsreiche Standort im Norden Deutschlands ist mit seinen rund 1.000 hochqualifizierten Mitarbeitern verantwortlich für die wesentlichen europäischen Beiträge zur Internationalen Raumstation ISS, wie das Weltraumlabor Columbus. Darüber hinaus verantwortet Bremen den Betrieb der europäischen Elemente der Raumstation.

Zum ersten Mal in der Geschichte der Raumfahrt überhaupt sind die Europäer verantwortlich für ein missionskritisches Modul einer NASA-Mission. Airbus Defence and Space verantwortet im Auftrag der ESA die Entwicklung und den Bau des Antriebsmoduls für das neue amerikanische Orion-Programm. Damit sollen Astronauten zukünftig zum Mond und eines Tages vielleicht sogar zum Mars fliegen.



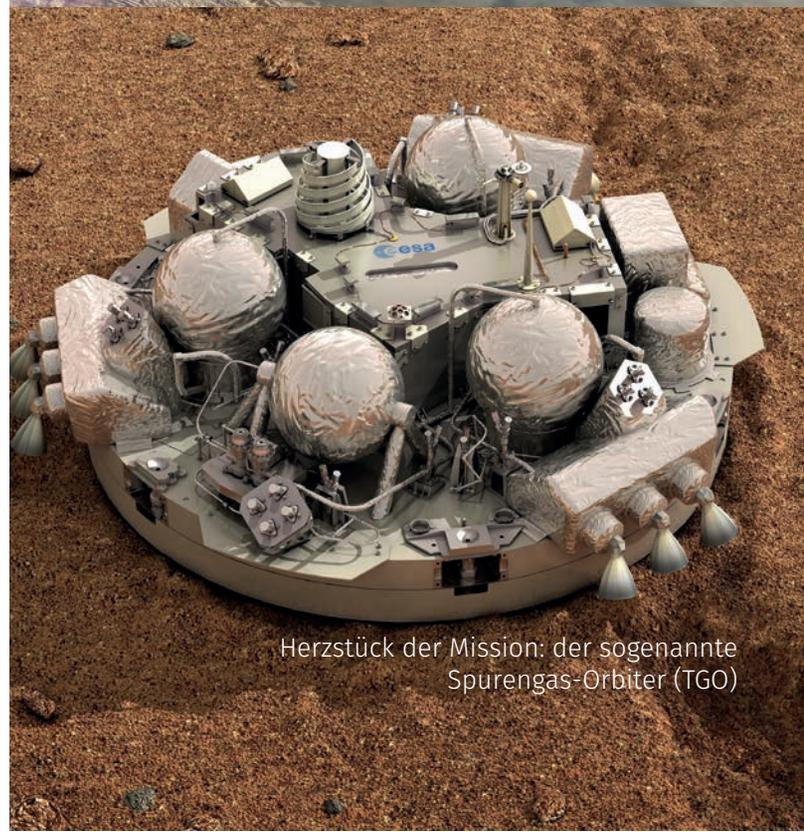
## MARS-ORBITER MIT KERN-MODUL AUS DEUTSCHLAND SUCHT NACH SPUREN VON LEBEN

Am 16. Oktober 2016 war es endlich soweit: Nach sechs Monaten Reisezeit erreichte die europäische ExoMars-Mission den roten Planeten. Dann tauchte auch der Orbiter in seinen Mars Orbit ein. Der endgültige „Science“-Orbit wird im November 2017 erreicht und einen Monat später wird dann die Suche nach Methan beginnen.

Herzstück der ExoMars 2016 Mission: der sogenannte Spurengas-Orbiter (TGO), dessen Kernmodul vom Technologie- und Raumfahrtkonzern OHB in Bremen entwickelt und gefertigt wurde. Die wichtigsten Aufgaben des Orbiters: Er ist Träger für das Eintritts- und Landemodul, wird die Marsatmosphäre auf Spurengase untersuchen und die Kommunikation mit dem Rover in der ExoMars 2020 Mission sicherstellen.

Die Forscher erhoffen sich Aufschlüsse darüber, ob es möglicherweise einmal Leben auf dem Mars gegeben hat oder ob unter der Marsoberfläche vielleicht sogar noch Leben existiert. Darüber hinaus soll der TGO wichtige Anhaltspunkte für künftige Marsmissionen liefern, etwa über die Zusammensetzung der Atmosphäre des Roten Planeten.

ExoMars ist nach Mars Express die erste große europäische Explorationsmission zum Roten Planeten – ein bedeutender Meilenstein sowohl für die europäische Raumfahrt als auch für OHB. „Wir sind vom ersten Entwurf bis zur Mission dabei. Das bringt hohe Motivation mit sich“, so Dr. Andreas Winkler, Projektleiter bei OHB System in Bremen. „Wir wollten unbedingt bei ExoMars dabei sein.“



Herzstück der Mission: der sogenannte Spurengas-Orbiter (TGO)

Die zweite ExoMars-Mission soll 2020 zu unserem Nachbarplaneten aufbrechen. OHB wird dafür den sogenannten Carrier bauen, der den Rover zum Mars bringen wird. Darüber hinaus ist OHB für zahlreiche Subsysteme des Rovers verantwortlich u.a. das Probenaufbereitungs- und Verteilsystem im inneren des Mars-Rovers.

Besonders wichtig für die Zukunft der europäischen Raumfahrt: Bremen ist das industrielle Zentrum für Raumtransport in Deutschland und wichtigster deutscher Ariane-Standort. Hier wird die Oberstufe der Ariane 5 Trägerrakete – Weltmarktführer für kommerziellen Satelliten-transport – gebaut und weiterentwickelt. Auch die Oberstufe der neuen, 62 Meter hohen Ariane 6 wird in Bremen entwickelt und künftig gefertigt – ein weiterer, bedeutender Milliarden-Auftrag der Europäischen Weltraumagentur ESA, der nach Norddeutschland geht. Verantwortlicher Partner ist das im Januar 2015 gegründete deutsch-französische Joint Venture Airbus Safran Launchers.



Start einer Ariane 5

Ariane 6 sichert Europa und Deutschland den unabhängigen Zugang zum Weltraum und soll ab 2020 erstmals fliegen. Mit einem Preis von etwa 50% der heutigen Ariane 5 soll sie die europäische und deutsche Führung in diesem strategischen Zukunftsmarkt sichern.

„Trotz aller Schwierigkeiten ist die ExoMars-Mission ein historischer Meilenstein und wegweisender Erfolg für die europäische Raumfahrt“, sagt Volker Thum, Hauptgeschäftsführer des BDLI. „Es hat sich wieder einmal gezeigt, wie schwierig Marsmissionen sind. Raumfahrt ist Pionierarbeit, für die wir häufig an die Grenzen des technologisch Machbaren gehen müssen. Daher freut es uns besonders, dass der für die Wissenschaft und zukünftige Marsmissionen bedeutendste Teil der Mission erfolgreich verlaufen ist.“

Er hebt hervor: „Die in Deutschland ansässige Raumfahrtindustrie hat entscheidend zur ExoMars-Mission beigetragen. Dieser Meilenstein wäre ohne die herausragenden industriellen Leistungen unserer deutschen Raumfahrtindustrie nicht möglich geworden. Auf diese Leistung ‚Hightech Made in Germany‘ können wir stolz sein!“

## FAMILIENUNTERNEHMEN OHB FERTIGT EUROPÄISCHE GALILEO-SATELLITEN UND MEHR

In der ersten „Weltraum-Liga“ spielt auch der europäische Raumfahrt- und Technologiekonzern OHB SE. Das erfolgreiche Bremer Familienunternehmen gehört zu den Raumfahrtpionieren und ist seit Jahren auf Expansionskurs. Unter dem Dach des börsennotierten Unternehmens werden u.a. die Galileo-Satelliten für das europäische Satelliten-Navigationssystem entwickelt, gebaut und getestet. Von den insgesamt 22 Galileo-Satelliten, die OHB produziert, befinden sich seit Mitte November 2016 14 im Weltall; Ende des Jahres wurden erstmals 4 Galileo-Satelliten auf einen Streich auf einer europäischen Ariane 5 Trägerrakete ins All geschickt.

Eines der wichtigsten Anliegen von OHB, nämlich die Raumfahrt kostengünstiger zu gestalten, ist bis heute ein eherner Grundsatz bei OHB. Damit konnte das Unternehmen schon viele Wettbewerbe für sich entscheiden. Beim milliardenschweren Meteosat-Programm für Wettersatelliten ist OHB der starke Partner an der Seite von Thales Alenia Space. Gemeinsam entwickelt und baut das Konsortium die Europäischen Wettersatelliten der 3. Generation (MTG: Meteosat Third Generation). Spätestens seit den Aufträgen für Galileo, MTG und SARah (das Nachfolgesystem zur Weltraumaufklärung der Bundeswehr) ist OHB kein kleiner Mittelständler mehr, sondern gehört inzwischen zu den LSI (Large System Integrator) und damit zu den drei großen Raumfahrt-Systemhäusern in Europa.

Neben der ExoMars-Mission laufen weitere spannende Projekte bei OHB. Dazu gehören der Datenrelais-Kommunikationssatellit EDRS-C, die DLR-Kommunikationsmission „Heinrich Hertz“ zur Erforschung neuer Kommunikationstechnologien im All und natürlich die Kooperation mit der Sierra Nevada Corporation (SNC) im Projekt mit dem Raumgleiter namens „DreamChaser“, ganz passend zum OHB-Slogan: „Our dreams we chase – in outer space“. Mit dem Projekt „DreamChaser for Europe“ (DC4EU) hätte Europa endlich ein Raumtransportsystem für einen eigenständigen Zugang zum Erdorbit und könnte damit eigene Forschungsmissionen durchführen. Auch dieses Vorhaben läuft als Gemeinschaftsprojekt mit SNC, der ESA, dem DLR und der italienischen Firma Telespazio. Erste Studien haben ergeben, dass DC4EU nach einem Start mit einer Ariane Trägerrakete von Kourou nach dem Abschluss seiner In-Orbit-Mission an einem weniger frequentierten deutschen Flughafen wie Nordholz oder Rostock-Laage landen könnte. Wissenschaftler hätten dadurch einen direkten und schnelleren Zugang zu ihren Experimenten – ein großer Vorteil gerade bei Life-Science-Missionen.



Bremen: City of Space, City of Wings



Mit rund 2.400 Mitarbeitern und knapp 160 Auszubildenden ist die Hansestadt auch der zweitgrößte Airbus-Standort in Deutschland

## BREMEN BEFLÜGELT AIRBUS

Nicht nur die Raumfahrt macht Bremen zu einem der führenden Luft- und Raumfahrtstandorte Europas. Mit rund 2.400 Mitarbeitern und knapp 160 Auszubildenden ist die Hansestadt auch der zweitgrößte Airbus-Standort in Deutschland. Die Spezialisten in Bremen sind verantwortlich für die Entwicklung und Fertigung der Hochauftriebssysteme aller Airbus-Baureihen – die technisch anspruchsvollen Klappen, ohne die ein Flugzeug weder starten noch landen könnte. Dies umfasst die gesamte Prozesskette von Konzeption und Tests bis zu Fertigung und Einbau. Darüber hinaus werden die Tragflächen der Langstreckenflugzeuge A330 und A350 XWB in Bremen mit allen flugwichtigen Systemen ausgerüstet. Die Flügel werden aus dem britischen Airbus-Werk in Broughton per Beluga-Transportflugzeug in Bremen angeliefert, hier ausgerüstet und dann, ebenfalls per Beluga, zu den Endmontagelinien in Toulouse geflogen.

Bremen ist zudem der größte deutsche Fertigungsstandort des hochmodernen militärischen Transportflugzeugs A400M, der von Airbus Defence and Space für die Bundeswehr und die europäischen Partner hergestellt wird. In der norddeutschen Stadt wird der Rumpf montiert und mit allen flugwichtigen Systemen inklusive Frachtladesystem ausgerüstet. Der ausgestattete Rumpf wird dann per Beluga zur Endmontage nach Spanien geflogen.

## VON FOCKE-WULF BIS AIRBUS: EIN STANDORT MIT ÜBER 100 JAHREN TRADITION

Die Luft- und Raumfahrtindustrie blickt in Bremen auf eine lange Tradition zurück. Bereits vor über einem Jahrhundert begannen Bremer Kaufleute ihre Begeisterung für das Maritime auf die Luftfahrt zu übertragen. Im Jahr 1909 gründeten Flugbegeisterte den „Bremer Verein für Luftschiffahrt“, der kurz darauf in den „Bremer Verein für Luftfahrt“ umbenannt wurde. Dieser Verein war es auch, der den Flughafen der Hansestadt ab 1913 aufbaute. Bis heute ist der Airport Bremen einer der ältesten noch am Gründungsort existierenden Flughäfen Deutschlands. Dort werden seit nunmehr über einhundert Jahren Passagierflüge angeboten.

Die weise Voraussicht der Bürger Bremens, auf die Luftfahrt zu setzen, zahlt sich bis heute aus. Die erste erfolgreiche Unternehmung im Bremer Luftfahrtsektor war Focke-Wulf Flugzeugbau, die 1924 am Flughafen ihren Betrieb aufnahm. Sie war Wegbereiter und Keimzelle für die heutige Luft- und Raumfahrtindustrie der Hansestadt. Neben zahlreichen Flugzeugmodellen geht auch die Erfindung des Hubschraubers auf das Unternehmen und insbesondere Mitgründer Henrich Focke zurück. Im Juni 1936 konnte dank seiner Pionierarbeit in Bremen der erste leistungsfähige Hubschrauber der Geschichte abheben.

Nach dem Zweiten Weltkrieg konnten Focke-Wolf und auch Weserflug erneut Fuß fassen, zunächst mit Segelfliegern und später mit innovativen Verkehrs- und Militärmaschinen. Die beiden Bremer Flugzeughersteller, die sich 1961 zusammenschlossen, gingen ab 1969 im neu gegründeten europäischen Airbus-Konzern auf und sicherten der Branche so eine überaus erfolgreiche Zukunft an der Weser.

## FORSCHUNGSCLUSTER BREMEN: SCHWERELOSIGKEIT IM FALLTURM

Das Bundesland zeichnet sich durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie aus. Unter Bedingungen der Schwerelosigkeit können Forscher im Weltall wissenschaftliche Versuche durchführen – und in Bremen. Zum Zentrum für angewandte Raumfahrt-technologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen gehört der Bremer Fallturm, dem einzigen seiner Art in Europa. Dort können Kapseln in die Tiefe und per Katapult in die Höhe geschossen werden. Bis zu 9,3 Sekunden Schwerelosigkeit werden so erzeugt, und das zu einem Bruchteil der Kosten, mit denen vergleichbare Experimente im All zu Buche schlagen.

Auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist mit dem Institut für Raumfahrtsysteme in der Hansestadt vertreten. Das Institut analysiert und bewertet komplexe Systeme der Raumfahrt und entwickelt Konzepte für innovative Raumfahrtmissionen. Raumfahrtgestützte Anwendungen für wissenschaftlichen, kommerziellen und sicherheitsrelevanten Bedarf werden entwickelt und in Projekten kooperativ mit Forschung und Industrie umgesetzt.

## ESA TRIFFT 2016 WICHTIGE ENTSCHEIDUNGEN FÜR DEN RAUMFAHRTSTANDORT BREMEN

Für die Zukunft des Luft- und Raufahrtstandorts Bremen ist die ESA-Ministerratssitzung Anfang Dezember 2016 von hoher Bedeutung, bei der die Weichen für die europäische Raumfahrt für die kommenden Jahre gestellt werden. Um seine Spitzenposition bei der strategischen Zukunftsindustrie Raumfahrt behaupten zu können, muss Deutschland seine ESA-Investitionen auch in den kommenden Jahren auf dem Niveau von 2016 fortsetzen. Für die Raumfahrt in Bremen ist von besonderer Bedeutung, dass die Ariane 6 Rakete wie im Jahr 2014 beschlossen umgesetzt wird und Europa zusagt, pro Jahr fünf Ariane 6 für institutionelle Starts abzunehmen. Der Weiterführung der ISS-Aktivitäten und der Forschung im Orbit kommt ebenfalls große Bedeutung zu. Dazu gehört auch die Fortführung des Orion-Programms.

## HÖCHSTE LUFT- UND RAUMFAHRTBESCHÄFTIGUNGSDICHTE ALLER BUNDESLÄNDER

In der „City of Space“ genannten Wesermetropole erwirtschaften 140 Unternehmen und 20 Top-Institute aus der Luft- und Raumfahrtbranche einen Jahresumsatz von 4 Mrd. Euro. Mit 12.000 Arbeitnehmern auf 660.000 Einwohner hat Bremen die höchste Luft- und Raumfahrtbeschäftigungsdichte aller Bundesländer. Bedeutendster Arbeitgeber ist die Airbus Group einschließlich Airbus-Safran Launchers mit insgesamt 4.500 Mitarbeitern am Standort Bremen, gefolgt vom Raumfahrtkonzern OHB, der am Heimatstandort Bremen 700 seiner 2.000 Mitarbeiter beschäftigt. Die Mitarbeiter sind zum größten Teil hochqualifiziert. So verfügen 75% der Beschäftigten in der Raumfahrt über einen Hochschulabschluss.





Die additive Fertigung hat in der Luftfahrt in den vergangenen Jahren extrem an Bedeutung gewonnen



## 3D-DRUCK GEHT IN SERIE

Deutschland gehört zu den Weltmarktführern in der Luft- und Raumfahrt. Jedes sechste auf der Welt hergestellte Passagierflugzeug wird hierzulande ausgeliefert, und Hightech „Made in Germany“ fliegt auf jedem Flug mit. Doch wie können wir unsere Wettbewerbsfähigkeit angesichts erstarkender Konkurrenz erhalten und ausbauen?

Ein Schlüssel zum Erfolg sind Zukunftstechnologien wie die additive Fertigung, oft 3D-Druck genannt. In diesem Jahr hat der Luftfahrtzulieferer Premium AEROTEC an seinem Standort im niedersächsischen Varel ein neues Zeitalter in der Produktion eingeleitet: 3D-Flugzeugbauteile werden nicht mehr im Versuch, sondern in der industriellen Serienproduktion hergestellt.

„Wir wollen die Anwendung von 3D-Drucktechnologie im Flugzeugbau maßgeblich vorantreiben“, sagte Dr. Thomas Ehm, der Vorsitzende der Geschäftsführung von Premium AEROTEC, einer hundertprozentigen Airbus-Tochter. „Diese Technologie sprengt die heutigen Grenzen der Produzierbarkeit. Und wo Grenzen wegfallen, müssen wir mit unserer Innovationskraft in der Lage sein, diese Freiheiten bestmöglich zu nutzen.“

Die additive Fertigung hat in der Luftfahrt in den vergangenen Jahren extrem an Bedeutung gewonnen. Dies gilt insbesondere für die Anwendung von Titan-Legierungen durch das Laserschmelzen. Neben der Verkürzung der Produktionszeit ermöglicht dieses Verfahren zukünftig vor allem eines: die schnelle und günstige Fertigung von komplexen Strukturen, was wiederum signifikante Gewichtsreduzierungen ermöglicht. Das Ergebnis: geringere Emissionen und ein verminderter Treibstoffverbrauch bei gleichzeitig niedrigeren Produktionskosten.

Das erste in Serie produzierte Teil ist ein doppelwandigen Rohrkrümmer im Treibstoffsystem des Airbus A400M. Die Serienfertigung dieser Bauteilfamilie erlaubt eine Verkürzung der Durchlaufzeit um über 60%. Angespornt durch diesen frühen Erfolg sollen in Kürze weitere komplexe Bauteile für den Militärtransporter und andere Flugzeugmodelle des Mutterkonzerns folgen.

Für die Luftfahrtindustrie sind die additiven Fertigungsverfahren zugleich Chance und Herausforderung. „3D-Druck ist für den Standort Deutschland unglaublich wichtig“, sagt Volker Thum, Hauptgeschäftsführer des BDLI. „Wenn Deutschland bei Schlüsseltechnologien wie dem 3D-Druck weiter an der Spitze steht, dann wird auch die nächste Generation von Industrieprodukten bei uns hergestellt werden.“

Dafür investiert die Luft- und Raumfahrtindustrie im großen Stil. Um die Produktion mit additiven Verfahren möglichst schnell hochfahren zu können, hat Premium AEROTEC in diesem Jahr bereits eine vierte und fünfte Großanlage in Varel in Betrieb genommen, und auch andere Unternehmen der Branche bauen zügig Kapazitäten auf.

Die Vorteile des innovativen Laserschmelz-Verfahrens liegen auf der Hand: die Herstellung komplexer Geometrien, die Verarbeitung schwer zerspanbarer Materialien sowie eine werkzeuglose Bauteilerzeugung innerhalb kürzester Zeit bei besonders geringem Werkstoffabfall. So lassen sich komplexe Baugruppen nach geringen Designänderungen in einem Stück produzieren. Die neue Technologie ermöglicht es somit, ganze Prozesse von Grund auf neu und in vielen Fällen wirtschaftlicher zu gestalten - und so der Konkurrenz einen Schritt voraus zu sein.



## VISION WIRD REALITÄT: IONENANTRIEB IM ALL

Über 1.300 Satelliten aus zahlreichen Nationen befinden sich derzeit im All – Tendenz steigend. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie wurden mit Trägerraketen ins All gebracht und sind dort ebenfalls auf herkömmliche Triebwerke, die Treibstoff verbrennen, angewiesen. Nur so können Satelliten bisher ihre Position oder Umlaufbahn erreichen und diese über Jahre halten. Letzteres könnte sich dank einer bahnbrechenden, in Deutschland entwickelten Technologie bald ändern.

„Bislang ist die Lebensdauer von Satelliten im All durch die limitierte Treibstoffmenge und Verschleiß an den Triebwerken begrenzt gewesen“, so Horst Strauß von Thales Deutschland. „Im All sind elektrische Ionen-Antriebe aber wesentlich sinnvoller. Sie brauchen nur sehr wenig Treibstoff. Dadurch können die Kosten gesenkt und die Lebensdauer erhöht werden.“

Ionenantriebe arbeiten, wie herkömmliche Raketentriebwerke, nach dem Rückstoßprinzip. Der Treibstoff wird jedoch nicht verbrannt, sondern ionisiert, also elektrisch aufgeladen. Die Ionen werden in elektrischen Feldern beschleunigt, so dass ein hochenergetischer Teilchenstrahl entsteht, dessen Rückstoß das Raumfahrzeug nach vorne treibt. Die benötigte elektrische Leistung liefern Solarzellen.

Soweit die Theorie, die nach Jahren der Forschung noch in diesem Jahrzehnt zur Realität werden soll. Das „Hocheffizienz Multistufen Plasmatriebwerk“ wurde am Thales Kompetenzzentrum für Satellitentechnologie in Ulm erfunden und befindet sich dort momentan in der heißen Testphase. Der innovative Antrieb trägt den Namen HEMP-T, abgeleitet vom Englischen „High Efficiency Multi Stage Plasma“.

HEMP-T erzeugt einen Schub von gerade einmal 50 Millinewton, was der Gewichtskraft eines Blattes Papier entspricht. Diese kleine Kraft wirkt aber kontinuierlich für mehrere Stunden auf das Raumfahrzeug. So summiert sich der benötigte Impuls für ein Manöver in der Schwerelosigkeit des Alls.

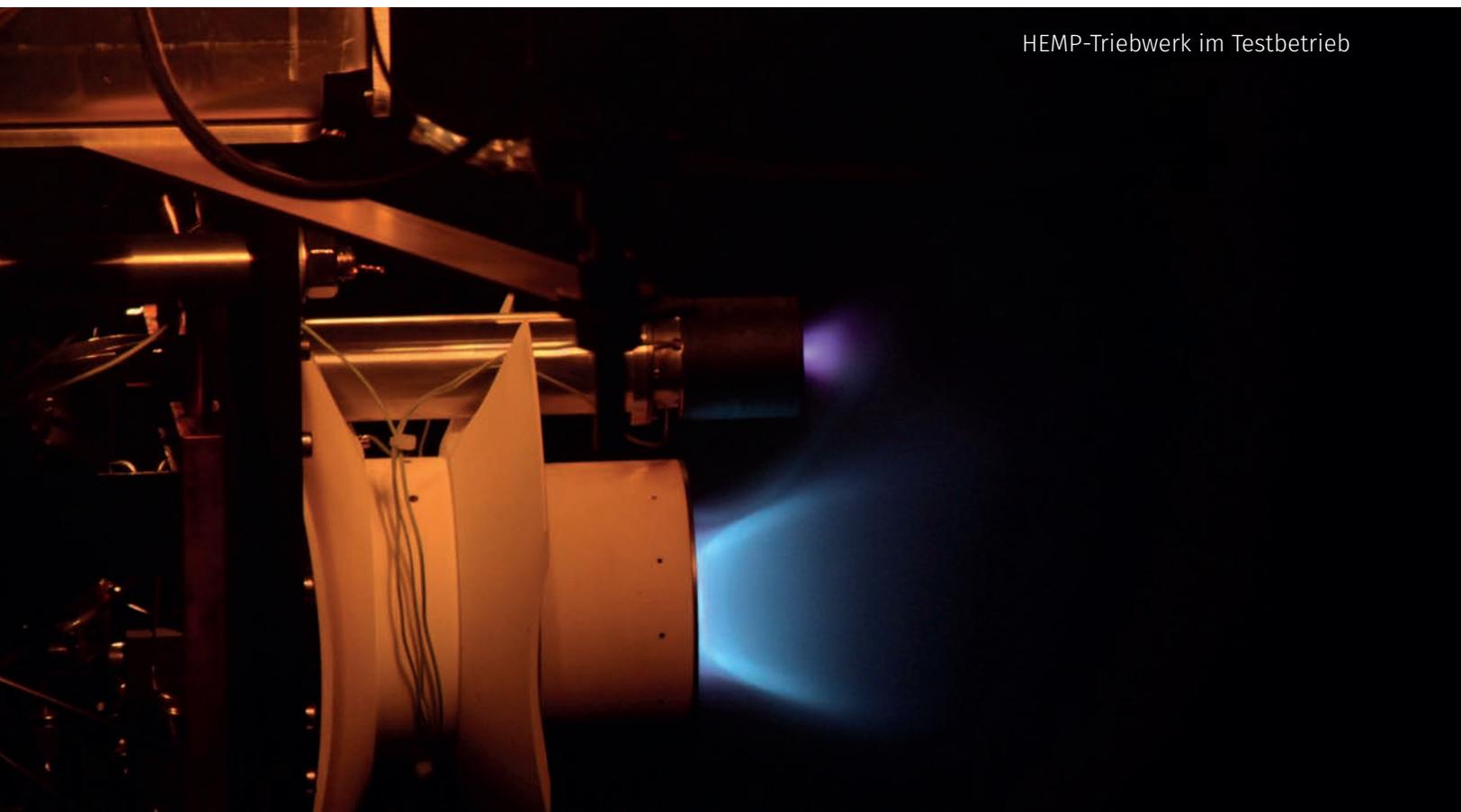
„HEMP-T benötigt lediglich ein Zehntel des Treibstoffs eines herkömmlichen Antriebssystems, so dass die Nutzlast des Satelliten nicht für Treibstoff ‚vergeudet‘ werden muss. Dadurch werden signifikante Kosteneinsparungen ermöglicht“, erläutert Strauß. „HEMP-Triebwerke sind wirkungsvoller, leichter und folglich wirtschaftlicher als bisher verwendete chemische Antriebe. Die geringe Komplexität, die kompakte und zuverlässige Bauweise sowie die damit erreichbare Einsparung an Treibstoff führen zu signifikanten Kosteneinsparungen im Vergleich zu herkömmlichen Antriebssystemen.“

Die innovativen Antriebe haben gute Chancen, bereits Ende 2018 bei der deutschen Heinrich-Hertz-Mission zum Einsatz zu kommen. Ein geostationärer Kommunikationssatellit, der den Namen des berühmten Physikers trägt, soll ins All gebracht werden und aus gut 36.000 Kilometern Höhe insbesondere Deutschland mit Daten versorgen.

Kommunikationssatelliten machen unser modernes, vernetztes Leben erst möglich. Sie bilden die Grundlage für Echtzeitberichte in den Nachrichten, WM-Übertragung im Fernsehen und günstige Telefonate in alle Welt. Darüber hinaus helfen sie, Rettungseinsätze im In- und Ausland zu koordinieren. Auch für die Bundeswehr sind sie Teil ihrer modernen Infrastruktur.

Auftraggeber von HEMP-T ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die Mittel werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie vom Bundesverteidigungsministerium bereitgestellt.

HEMP-Triebwerk im Testbetrieb





Der komplette Sprühadapter mit den Hochdruckdüsen kann bequem von einer Person angebracht werden



## SCHNELLWASCHGANG FÜR TRIEBWERKE

Saubere Flugzeuge sehen nicht nur besser aus, sondern arbeiten effizienter und verbrauchen weniger Kerosin. So erzeugt die saubere Außenhaut eines Flugzeugs weniger Luftwiderstand, spart Treibstoff und reduziert Emissionen. Doch was bisher nur wenige wissen: Auch ein sauberes Innenleben der Triebwerke senkt die Kosten und schont die Umwelt.

„Cycleclean® Engine Wash ist das von Lufthansa Technik entwickelte und patentierte Reinigungsverfahren für Triebwerke“, erklärt Oliver Winter, Leiter Engine Life Cycle Services bei Lufthansa Technik, einem der weltweit führenden herstellerunabhängigen Anbieter für Wartungs-, Reparatur- und Überholungsservices.

Die gesamte Steuerungsstation befindet sich in einem Kleintransporter und kann so flexibel von Flugzeug zu Flugzeug gefahren werden. So ist eine Triebwerkswäsche auch direkt am Gate möglich.

Bei jedem Flug saugen Triebwerke Insekten, Staub und Aerosole aus der Luft an. Diese Schmutzpartikel setzen sich im Triebwerk fest und bewirken, dass es weniger effizient arbeitet. Die Folge: Der Kerosinverbrauch steigt, und die Lebensdauer des Triebwerks verkürzt sich. „Unsere Kunden profitieren auf verschiedene Weise von Cycleclean®,“ so Oliver Winter. „Wichtigster Faktor ist der verringerte Kraftstoffdurchlauf nach einer Wäsche. Darüber hinaus wird das Triebwerk insgesamt in einen besseren Zustand versetzt und kann somit wirkungsvoller arbeiten.“

Durch eine regelmäßige Wäsche arbeiten Triebwerke effizienter und verbrauchen bei gleicher Leistung durchschnittlich bis zu einem Prozent weniger Kerosin. Airlines sparen so nicht nur Kosten für Kerosin, sondern mindern dauerhaft auch die Wartungskosten für die Triebwerke ihrer Flugzeugflotten. Darüber hinaus führt der deutlich geringere Kohlendioxid- und Stickoxid-Ausstoß zur Entlastung der Umwelt.

Vor der Wäsche befestigt ein Techniker den Sprühadapter, über den mit hohem Druck warmes Wasser in das Triebwerk gespritzt wird. Das herablaufende Schmutzwasser wird gesammelt und später fachgerecht entsorgt. Da das Gerät von einem Fahrzeug aus bedient wird, kann die Wäsche auf jeder Parkposition des Flugzeugs in weniger als einer Stunde durchgeführt werden.



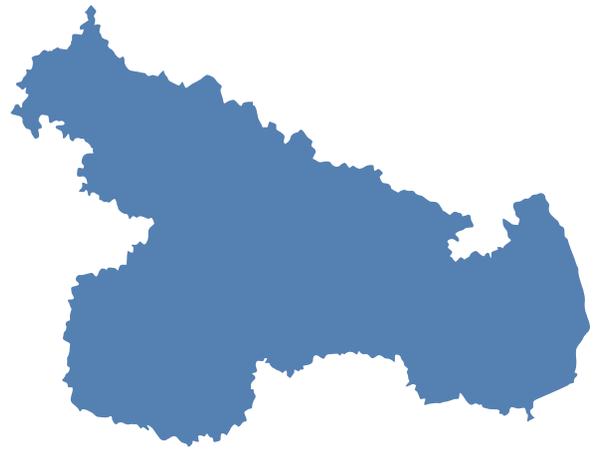
Derzeit untersuchen Experten von Lufthansa Technik und der Hochschule Darmstadt, wie man den Reinigungsvorgang noch wirtschaftlicher und umweltschonender gestalten kann und gleichzeitig einen Einsatz bei Minusgraden ermöglichen könnte. „Cycleclean® 2.0 ist unser langfristiges Forschungsprojekt, um das System weiter zu verbessern. Einer unserer Ansätze ist es, Wasser durch CO<sub>2</sub>-Trockeneis-Pellets zu ersetzen“, erläutert Oliver Winter. Dies brächte eine ganze Reihe von Vorteilen: Weiterer Zeitgewinn aufgrund eines verkürzten, rückstandslosen Reinigungsvorgangs, sinkende Wartungskosten sowie eine Triebwerkswäsche auch bei Außentemperaturen unter dem Gefrierpunkt.

Bis heute ist Cycleclean® Engine Wash über 40.000mal durchgeführt worden. Es ist das weltweit führende Verfahren und die einzige etablierte Triebwerkswäsche, die sogar direkt am Gate möglich ist. Neben Lufthansa wird es von über 40 weiteren Airlines weltweit genutzt. Und mit „Cycleclean 2.0“ ist Lufthansa Technik auf bestem Wege, die Triebwerkswäsche erneut zu revolutionieren.



## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

### SACHSEN



## DIGITALISIERUNG IN DER LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK

Mit 160 Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit fast 7.000 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von ca. 1,4 Milliarden Euro gehört die sächsische Luft- und Raumfahrtindustrie zu den Innovationstreibern in den Bereichen Aus- und Umrüstung von Flugzeugen, Komponentenfertigung für Flugzeuge und Raumfahrtobjekte, Tests von Flugzeug- und Raumfahrtstrukturen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Luft- und Raumfahrttechnik sowie Luftverkehr und Betreuung von Flugzeugen.

A380 Testanflug am Flughafen Dresden (Archivbild)



## AIRBORNE IN... SACHSEN!

Ganz gleich ob in Dresden, New York oder Singapur – jeder Passagier, der in einen Airbus einsteigt, betritt sächsischen Boden.

Neben der zivilen Luftfahrt im Norden und dem militärischen Schwerpunkt im Süden ist der Osten der dritte bedeutende Cluster der Luftfahrtindustrie in Deutschland. Dort konzentrieren sich vor allem Ausstattung, Kundendienst, Umbau und Wartung.

Bei den Elbe Flugzeugwerken (EFW) in Dresden werden die Böden für alle Airbus-Flugzeuge entwickelt und hergestellt, von der A318 bis zur A380. In jedem der Flaggsschiffe sind bis zu 600 Quadratmeter Fußböden verbaut. Jährlich werden ca. 300.000 Quadratmeter Sandwichpanel (entsprechen 42 Fußballfeldern) just-in-time zu den Airbus-Endmontagelinien ausgeliefert. EFW liefert auch Frachtraumverkleidungen und Kabineninterior, z.B. Cockpit-Türen und Trennwände.

Auch werden in den traditionsreichen Hangars in Dresden-Klotzsche Airbus-Passagierflugzeugen ein zweites Leben als Frachtflugzeuge geschenkt: Seit genau 20 Jahren werden bei EFW die Großraumflugzeuge A300 und A310 für Kunden aus der ganzen Welt umgerüstet. Heute operieren mehr als 20 Kunden auf der ganzen Welt über 150 Airbus-Frachtflugzeuge, die „airborne in Dresden“ sind.



### Jörg Hüsken

CEO/Sprecher der Geschäftsführung  
COTESA GmbH

Eine höhere Dichte an Material- und Leichtbaukompetenz als in Sachsen lässt sich in Deutschland derzeit kaum finden. Davon haben wir, als Hersteller von Hochleistungsfaser-verbundstrukturen, bei unserer rasanten Expansion in den letzten Jahren enorm profitiert. Viele unserer völlig neuartigen Produkte wären ohne das eng vernetzte Umfeld aus Forschung, Lehre und hoch spezialisierten Zulieferern nicht machbar gewesen.

Insgesamt 17 Unternehmen in Sachsen besitzen die Instandhaltungsbetriebsgenehmigung nach Part-145 und bieten Leistungen für die Wartung für Passagier- und Frachtflugzeuge an.

## DIE WELT AUF DEM PRÜFSTAND – IN DRESDEN

Wird irgendwo auf der Welt ein neuer Composite-Werkstoff entwickelt, durchläuft er mit großer Wahrscheinlichkeit eine Teststrecke in Dresden. Die IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH entwickelt und realisiert Prüfungen für Materialien und Bauteile. Haltbarkeit und Funktion werden für Luftfahrt-, Automobil- und Schienenfahrzeugtechnik ebenso geprüft wie Sicherheit und Langzeitverhalten. Bei Bedarf holt man dafür auch mal die Straße ins Labor – kürzlich geschehen beim Ermüdungsversuch eines großen Bugfahrwerkes von Liebherr.

## WERKSTOFFFORSCHUNG: INNOVATIONEN MIT GROSSER EINSATZBANDBREITE

Sachsen ist eine der wichtigsten Drehscheiben für Werkstoffforschung in Europa. Die sächsische Werkstoffszene ist geprägt von großer Vielfalt und interdisziplinärem Denken. So werden etwa metallische Strukturen luftig leicht gestaltet. Polymere sind Hightech-Werkstoffe mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. Neueste Faser-Materialien und modernste Verarbeitungsmethoden werden fit für die vielfältigen Anforderungen und Einsatzgebiete technischer Textilien im 21. Jahrhundert gemacht. Eine weitere Spezialität ist es, Werkstoffe als superdünne Schichten bzw. Schichtsysteme mit speziellen funktionalen Eigenschaften auf Bauteile aufzubringen.

## EXZELLENTER FORSCHUNGSSTANDORT

Die Forschungslandschaft im Freistaat Sachsen ist mit vier staatlichen Universitäten, fünf Hochschulen für angewandte Wissenschaften, fünf Kunsthochschulen und einer großen Anzahl leistungsfähiger außeruniversitärer Forschungseinrichtungen hervorragend aufgestellt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen im Freistaat an sechs Instituten der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) sowie an zwei der WGL zugeordneten Außenstellen der Senckenberg Gesellschaft, an zwei Helmholtz-Zentren, einem Helmholtz-Institut und drei Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung, an 14 Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, an sechs Instituten der Max-Planck-Gesellschaft und an neun landesfinanzierten Forschungseinrichtungen.



**Luft- und Raumfahrtindustrie in Sachsen**  
 (Quelle: Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, ASIS -  
 AEROSPACE INITIATIVE SAXONY)

In Dresden unterhält der Antriebshersteller Rolls-Royce eines seiner vier deutschen „University Technology Centres“ (UTCs), die für das Unternehmen anspruchsvolle Auftragsforschung ausführen. Die Wissenschaftler in Sachsen arbeiten konkret daran, Triebwerke durch Leichtbaukonstruktionen noch effizienter zu machen. Schon einzelne Komponenten, wie z. B. eine hybride, d.h. aus Kohlenstoff und Metall bestehende Nebentriebswelle, ermöglichen Treibstoffeinsparungen von 5%. Damit zahlt sich die bereits ein Jahrzehnt bestehende Partnerschaft direkt für die Umwelt und Kunden aus.

## LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIC DEUTSCHLAND AM BEISPIEL SACHSEN: INNOVATION AUS TRADITION

Diese Beispiele sind Teil des weltweiten Erfolges großer und kleiner Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland. In jedem der ca. 1.700 neuen Passagierflugzeuge, die weltweit im vergangenen Jahr hergestellt und ausgeliefert wurden, befinden sich Bauteile „Made in Germany“ – ein Rekord. Darüber hinaus wird



In Dresden unterhält der Antriebshersteller Rolls-Royce eines seiner vier deutschen „University Technology Centres“ (UTCs)

jedes sechste Verkehrsflugzeug – etwa 17% – bei Airbus in Hamburg ausgeliefert. Zum Vergleich: „Nur“ 7% der weltweiten Autoproduktion stammt aus Deutschland.

In Anlehnung an den tradierten Begriff „Autoland Deutschland“ lässt sich daher mit viel Berechtigung auch von der „Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland“ sprechen. Und die war am 16. Juni in Dresden zu Gast. Dort veranstalteten der Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI) und die im BDLI-Regionalforum zusammengeschlossenen Verbände in diesem Jahr bereits zum 11. Mal in Folge den Tag der Deutschen Luft- und Raumfahrtregionen.

Selbstverständlich werden Flugzeuge auch in Zukunft Fußböden benötigen. Die Zukunft gehört jedoch der Digitalisierung der Luft- und Raumfahrt, dem Thema der diesjährigen Veranstaltung. Die Digitalisierung ist in vollem Gang. Unter dem Begriff Industrie 4.0 entstehen neue, innovative Technologien und Konzepte, die die Luft- und Raumfahrt nachhaltig prägen werden. Der 11. Tag der Deutschen Luft- und Raumfahrtregionen bot daher Gelegenheit, sich über die aktuellen Entwicklungen, Märkte und Konzepte zu informieren und Chancen und Risiken der Digitalisierung mit ausgewiesenen Experten zu diskutieren. Daneben informierte auch die Initiative Supply Chain Excellence über ihre Angebote zur Stärkung der Zulieferketten in der Luftfahrtindustrie.

Die Veranstaltung wurde gemeinsam vom BDLI-Regionalforum und dem Kompetenzzentrum Luft- und Raumfahrttechnik Sachsen/Thüringen e.V. (LRT) organisiert. Mitveranstalter ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Die Konferenzen und Veranstaltungen dienen dem intensiven Austausch und der Vernetzung der regionalen Akteure in der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie.

## DAS NETZWERK LRT

Das 2001 gegründete Netzwerk LRT (Kompetenzzentrum Luft- und Raumfahrttechnik Sachsen/Thüringen e.V.) ist der Interessensvertreter der Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Luft- und Raumfahrtindustrie in Sachsen und Thüringen. Ziel der Aktivitäten des LRT ist die Stärkung der Entwicklung der Luft- und Raumfahrtindustrie in Sachsen und Thüringen und ihrer Netzwerke. Die Stabilisierung und Stärkung der regionalen Kompetenzen im Bereich der Luft- und Raumfahrtindustrie stehen im Mittelpunkt der beteiligten Unternehmen, universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie externen Industrieforschungseinrichtungen.

Das Cluster vereint Forschungsexzellenz und unternehmerische Stärken in den Bereichen Materialien und Werkstoffe, Herstellungstechnologien der Werkzeuge und Halbzeuge, Berechnungs-, Simulations- und Konstruktionsverfahren, automatisierte Fertigungstechnologien für Bauteile und Strukturen sowie Test- und Qualifizierungsverfahren.

## SACHSEN – EIN LUFTFAHRTSTANDORT MIT GROSSER TRADITION

Die Luftfahrtindustrie in Dresden blickt auf eine lange Tradition zurück. 1955 war das Startjahr für den Flugzeugbau in der sächsischen Landeshauptstadt: International anerkannte Experten bedeutender Firmen der deutschen Luftfahrtindustrie wie Junkers, Heinkel, Siebel oder Arado fanden Mitte der fünfziger Jahre in Dresden zusammen. Die damalige DDR, beflügelt von weltpolitischem Ehrgeiz, gab den Bau der vierstrahligen „152“ in Auftrag. Dieses unter der Leitung von Prof. Brunolf Baade entwickelte erste deutsche Düsenverkehrsflugzeug entsprach modernsten aerodynamischen und systemtechnischen Erkenntnissen der damaligen Zeit.

Am 30. April 1958 rollte die „152 V1“, die für eine Reichweite von 3.000 km, eine Geschwindigkeit von rund 800 km/h und 72 Fluggäste ausgelegt war, aus der Montagehalle in Dresden. Mangelnde wirtschaftliche Effizienz, fehlende Absatzmöglichkeiten im Westen und zu wenig Nachfrage aus anderen sozialistischen Ländern führten im Jahre 1961 - obwohl bereits 26 weitere „152“ in der Produktion waren - zur Einstellung des Flugzeugbaus in der damaligen DDR. Die herausragende ingenieurtechnische Leistung jener Luftfahrtpioniere bleibt trotz des mangelnden Markterfolges unberührt: Das erste deutsche Düsenverkehrsflugzeug, das in „Elb-Florenz“ entwickelt und gebaut wurde, stellt einen Meilenstein in der Geschichte der deutschen Luftfahrtindustrie dar.



**Dr. Wolfgang Göhler**

Vorstandsvorsitzender des Kompetenzzentrums Luft- und Raumfahrttechnik Sachsen/Thüringen e.V. (LRT)

Die Zukunft der sächsischen Luft- und Raumfahrtunternehmen und -forschungseinrichtungen liegt in der Vernetzung der einzigartigen technologischen Kompetenzen unserer Region - die Mikroelektronik und die Materialwissenschaften.





## VIRTUAL REALITY IM TRIEBWERKSBAU WIRD REALITÄT

Die Entwicklung neuer Flugzeugtriebwerke ist eine besonders komplexe Aufgabe und dauert mehrere Jahre: Jeder einzelne Antrieb besteht aus über zehntausend Einzelteilen und kostet je nach Größe oft viele Millionen. Gleichzeitig müssen Triebwerke immer leiser, effizienter und emissionsärmer werden. Trotz dieser Vielzahl von Anforderungen ist es Herstellern wie Rolls-Royce in den letzten Jahren gelungen, mit dem Trent XWB Triebwerk eine neue Generation von Antrieben auf den Markt zu bringen, welche Emissionen um bis zu 15% mindert und die empfundenen Geräusche halbiert.

Zeit sich auf diesen Erfolgen auszuruhen haben die Hersteller jedoch nicht. Weitere Verbesserungen der Triebwerke spielen in den kommenden Jahren und Jahrzehnten eine entscheidende Rolle bei der Senkung der Emissionen der Luftfahrt. Doch wie lassen sich die bereits sehr effizient arbeitenden Antriebe möglichst schnell weiterentwickeln? Und wie können die erforderlichen Investitionen im wirtschaftlichen Rahmen gehalten werden?

Rolls-Royce Deutschland hat eine besonders innovative Antwort auf diese Fragen gefunden: Virtual Reality. Das Unternehmen, einer der führenden Triebwerkshersteller der Welt mit rund 3.500 Mitarbeitern in Deutschland, setzt seit kurzem eine spezielle Virtual Reality Umgebung ein, um alle Phasen der Triebwerksbetreuung vom Design über die Fertigung bis hin zur Wartung zu unterstützen.

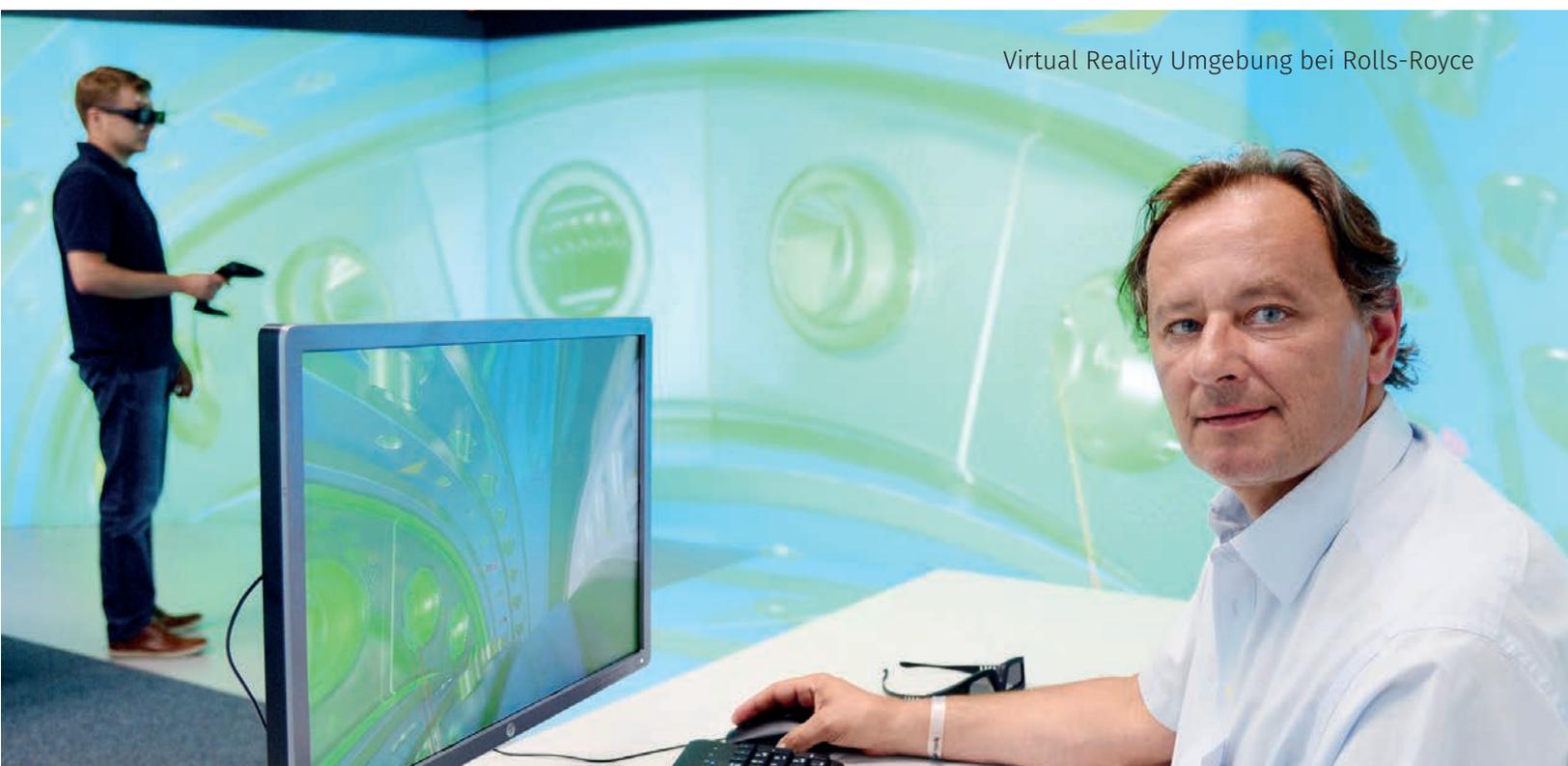
„Wir benutzen Virtual Reality, um aktuelle Fragestellungen unserer Ingenieure zu analysieren und simulieren Möglichkeiten zur Verbesserung der Triebwerksteile, der Gesamtsysteme sowie des Trainings und des Services“, sagt Prof. Dr. Marius Swoboda, Head of Design Systems Engineering bei Rolls-Royce in Deutschland.

Die Entwicklung moderner Flugzeugtriebwerke von der Konzeptionsphase bis zur detaillierten Auslegung einzelner Komponenten ist komplex und kostenintensiv. Zur Überprüfung des Designs einzelner Bestandteile bis hin zum Gesamttriebwerk nutzt Rolls-Royce Deutschland nun auch einen speziell eingerichteten Virtual Reality Raum am Entwicklungs- und Produktionsstandort Dahlewitz bei Berlin, dessen Entwurf und Konzeption in Kooperation mit dem Rolls-Royce University Technology Center an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg entstand. Diese Zusammenarbeit konzentriert sich auf Möglichkeiten zur Realisierung neuartiger Visualisierungs-, Automatisierungs- und Untersuchungsmethoden.

„Wer einmal die 3D-Brille aufhatte, will darauf nie mehr verzichten. Wir konstruieren schneller, zuverlässiger und vermeiden Konstruktionen, die sich nur schlecht warten lassen. Hinzu kommt, dass eine virtuelle 3D-Umgebung zu innovativen Lösungen inspiriert“, sagt Prof. Dr. Swoboda. Der Grund: Menschen können in 3D-Ansichten deutlich mehr Details erkennen als auf herkömmlichen 2D-Plänen.

Mit virtuellen Triebwerksmodellen können daher bereits sehr früh optimale Konzepte gefunden werden - sowohl für einzelne Komponenten als auch für das Gesamttriebwerk. Darüber hinaus helfen dreidimensionale „digitale Zwillinge“ der Fertigungsanlagen, diese beispielsweise optimal für die Arbeitsabläufe in der Produktion auszulegen und anzuordnen.

Auch Servicearbeiten am fertigen Triebwerk können schon im Vorfeld realitätsnah simuliert und virtuell trainiert werden. Die später anfallenden Wartungsarbeiten, die bei den Airlines einen erheblichen Kostenfaktor darstellen, können somit bei der Konstruktion gleich bedacht, simuliert und vereinfacht werden. Auf diese Weise können in jeder Phase Kosten spürbar gesenkt, Fehler vermieden und Entwicklungszeiten deutlich reduziert werden. Ziel sind noch kürzere Entwicklungszyklen durch effektivere und effizientere Verfahren und die Nutzung von Simulationen anstelle langwieriger Tests im Entwicklungsprozess, wann immer dies möglich ist.



Virtual Reality Umgebung bei Rolls-Royce



## EINPARKHILFE IM ALL

Ohne sie wäre es wesentlich schwieriger, die Astronauten der Internationalen Raumstation ISS mit Nachschub zu versorgen: 3D-Lasersensoren aus Jena, die mit nie gekannter Präzision die kritischen Andockmanöver lenken und so das Risiko für die internationale Besatzung, zu der zeitweise auch deutsche Astronauten gehören, dramatisch reduzieren.

Wie alles im All ist die Versorgung der Raumfahrer eine komplexe Angelegenheit. Regelmäßig werden unbemannte Weltraumfrachter ins All gebracht, um die einzige menschliche Siedlung außerhalb der Erdatmosphäre mit Nahrung, Frischwasser, Sauerstoff und wissenschaftlicher Ausrüstung einzudecken.

Europa, die USA, Russland und Japan sichern seit der Fertigstellung im Jahr 2000 gemeinsam die Nachschublínie zur Raumstation. Dafür müssen von der Europäischen Raumfahrtagentur ESA neue Wege beschritten werden: Hightech-Raumtransporter mit dem Namen Automated Transfer Vehicles (ATV) werden in Bremen hergestellt und dann mit der europäischen Trägerrakete Ariane 5 in den Orbit befördert. Bisher gelangen fünf erfolgreiche Missionen zur ISS. Der eigene europäische Zugang zur Raumstation ist vollbracht.

Der Versorgungsfrachter von der Größe eines Doppeldeckerbusses muss dabei zentimetergenau an die 110 Meter lange ISS andocken – bei einer Geschwindigkeit von 28.000 km/h in 400 Kilometern Höhe ein äußerst heikles Unterfangen. „Das ist eines der kritischsten Manöver für die Astronauten der ISS. Durch unsere immer präziseren ‚Einparkhilfen‘ können wir das Risiko der vollautomatischen Annäherung erheblich reduzieren“, so Dr. Florian Kolb, Abteilungsleiter Lidare bei der Jena-Optronik.

Die neueste Generation der Sensoren mit dem Namen RVS 3000 kam 2014 erstmals auf dem bisher letzten Flug des europäischen Raumtransporters zum Einsatz. Der Prototyp, ein lasergestützter Entfernung- und Geschwindigkeitsmesser (3D-Lidar) ist kleiner, leichter, flexibler und verfügt über eine höhere Reichweite.

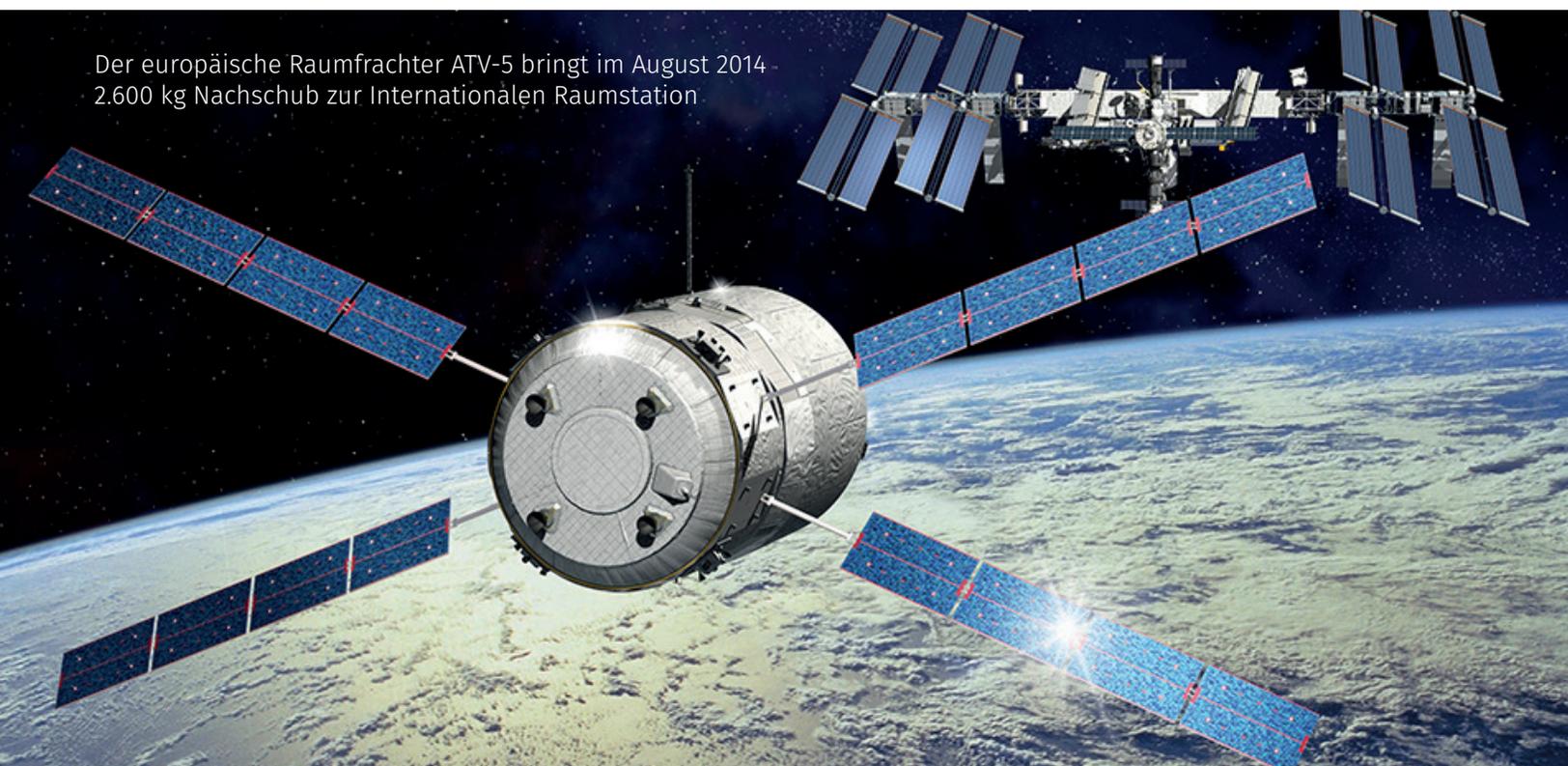
Die erheblich leistungsfähigeren neuen Sensoren sollen in Zukunft eine automatische Annäherung an weit von der Erde entfernt liegende Objekte und das Erkennen von geeigneten Landeplätzen auf anderen Planeten wie etwa Mond und Mars ermöglichen. Es sind aber auch Anwendungen im Bereich Weltraumtourismus denkbar.

„Die in Jena entwickelten Sensoren sind ein Paradebeispiel für die Innovationskraft der deutschen Zuliefererindustrie. Sie sind die leistungsfähigsten Produkte weltweit und werden seit Jahren auch von den USA und Japan erfolgreich eingesetzt“, so Dr. Kolb weiter. „Um die europäische Technologieführerschaft in diesem und vielen anderen Bereichen der Raumfahrt zu sichern, benötigen wir von der ESA-Ministerratskonferenz im Dezember dringend grünes Licht für die Weiterführung wichtiger Projekte wie der ISS in den kommenden Jahren.“

Die Entwicklung und Herstellung des RVS 3000 wurde für Airbus Defence & Space im Auftrag der Europäischen Raumfahrtagentur ESA in enger Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und dem Fraunhofer Institut für Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena durchgeführt.

Die Jena-Optronik ist Weltmarktführer im Bereich der Rendezvous- und Dockingsensoren. Europäische, japanische und amerikanische Raumfrachter nutzen seit 2008 die zuverlässigen Sensoren zum automatischen und hochpräzisen Andocken an die Internationale Raumstation (ISS). Bisher waren bereits 19 der laserbasierten Sensorsysteme RVS im All erfolgreich im Einsatz.

Der europäische Raumfrachter ATV-5 bringt im August 2014 2.600 kg Nachschub zur Internationalen Raumstation



## DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIK DEUTSCHLAND

Wir danken allen unseren an dieser Broschüre  
beteiligten Mitgliedsunternehmen für ihre  
Unterstützung!



Bundesverband der Deutschen  
Luft- und Raumfahrtindustrie e. V.

ATRIUM I Friedrichstraße 60  
10117 Berlin  
Tel.: +49 30 206140-0  
Fax: +49 30 206140-90  
[kontakt@bdli.de](mailto:kontakt@bdli.de)  
[www.bdli.de](http://www.bdli.de)