



## AUFTRIEB FÜR DIE LUFTFAHRT- SCHUB FÜR DEUTSCHLAND

-----  
20 Jahre Luftfahrtforschungsprogramm

# TOP LUFO-EMPFÄNGER IN DEN BUNDESLÄNDERN\*

SCHLESWIG-HOLSTEIN  
// ESW-EXTEL Systems Wedel  
Gesellschaft für Ausrüstung mbH  
// Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und  
Küstenforschung GmbH  
// Dräger Aerospace GmbH  
// METEK Meteorologische  
Messtechnik GmbH

BREMEN  
// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förde-  
rung der angewandten Forschung e.V.  
// FASERINSTITUT BREMEN e.V.  
// Cassidian Airborne Solutions GmbH  
// BIAS - Bremer Institut für  
angewandte Strahltechnik GmbH

NIEDERSACHSEN  
// Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)  
// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förde-  
rung der angewandten Forschung e.V.  
// Technische Universität Carolo-  
Wilhelmina zu Braunschweig  
// Premium AEROTEC GmbH

NORDRHEIN-WESTFALEN  
// Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt e.V. (DLR)  
// Rheinisch-Westfälische  
Technische Hochschule Aachen  
// ACCESS e.V.  
// Forschungszentrum Jülich GmbH  
// SLCR-Lasertechnik GmbH

RHEINLAND-PFALZ  
// PFW Aerospace GmbH  
// DoKaSch GmbH  
Aluminiumverarbeitung Air  
Cargo Equipment + Repair  
// Universität Trier  
// Pfalz-Flugzeugwerke GmbH

SAARLAND  
// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förde-  
rung der angewandten Forschung e.V.  
// iMAR Gesellschaft für inertielle  
Meß-, Automatisierungs- und  
Regelsysteme GmbH  
// Universität des Saarlandes

HESSEN  
// DFS Deutsche Flugsicherung GmbH  
// ZF Luftfahrttechnik GmbH  
// Technische Universität Darmstadt  
// Diehl Aerospace GmbH

BADEN-WÜRTTEMBERG  
// Diehl Aerospace GmbH  
// Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt e.V. (DLR)  
// Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH  
// Universität Stuttgart



\*In den Jahren 2010-2014, Quelle: BMWi

# INHALT

-----	HAMBURG	Grußwort des Bundesministers für Wirtschaft und Energie	4
	// Airbus		
	// Lufthansa Technik Aktiengesellschaft		
	// Technische Universität Hamburg-Harburg		
	// Zodiac Cabin Controls GmbH		
-----	MECKLENBURG-VORPOMMERN	Vorwort des BDLI-Präsidenten	5
	// RST Rostock System-Technik GmbH		
	// Iuratec AG luft+raumfahrt technologie		
-----	BERLIN	Vom Labor in die Luft	6
	// Technische Universität Berlin		
	// Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)		
	// Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)		
	// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förde- rung der angewandten Forschung e.V.		
-----	BRANDENBURG	Leichter, leiser, grüner – Airbus A350 XWB	10
	// Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG		
	// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förde- rung der angewandten Forschung e.V.		
	// Stemme AG		
	// Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus- Senftenberg		
-----	SACHSEN-ANHALT	Neue Reparaturmethoden	11
	// LMPV Leichtmetall-Produktion & Verarbeitung GmbH		
	// Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle		
	// Hochschule Merseburg (FH)		
	// Institut für Automation und Kommunikation e.V.		
-----	SACHSEN	Die leisen Lebensretter	11
	// Technische Universität Dresden		
	// Industrieanlagen- Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung		
	// Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.		
	// S.D.R. Biotec Verfahrenstechnik GmbH, eukyhna OT Pohritzsch		
-----	THÜRINGEN	3D-Druck und die vierte industrielle Revolution	12
	// Technische Universität Ilmenau		
	// LMPV Leichtmetall-Produktion & Verarbeitung GmbH		
	// UST Umweltsensortechnik GmbH		
	// DYNARDO (Dynamic Software and Engineering) GmbH		
-----	BAYERN	Technologischer Quanten- sprung Getriebefan	13
	// MTU Aero Engines AG		
	// AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GmbH		
	// Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH		
	// Airbus Defence and Space GmbH		
		Bessere Antriebe für eine Welt im Wandel	14
		Ausrüster werden zur Hightech-Branche	16
		Fly-by-Wire: Hightech am Himmel	17
		Weniger Fluglärm trotz steigendem Verkehr	18
		BDLI-Technologieroadmap: Orientierung für das Forschungsnetzwerk	19
		Beispiele für LuFo-geförderte Flugzeuginnovationen	22

## EINE ERFOLGSGESCHICHTE

Grußwort des Bundesministers für Wirtschaft und Energie, Sigmar Gabriel



Ihr 

Sigmar Gabriel, Bundesminister für Wirtschaft und Energie

Vor zwanzig Jahren startete das Luftfahrtforschungsprogramm mit einem klaren Auftrag: Bundesregierung und Industrie sollten gemeinsam die technologischen Grundlagen für einen neuen europäischen Großraumjet legen, der in Sachen Effizienz, Sicherheit und Komfort weltweit Maßstäbe setzt. Dieser „Megaliner 2010“ ist als A380 längst Realität, genau wie viele weitere wichtige Projekte: Zukunftstechnologien wie der Geared Turbofan oder CFK-Anwendungen waren schon früh Gegenstand des Forschungsprogramms und gehören heute zum Kernbestand der modernen Luftfahrt. Die deutsche Luftfahrtindustrie konnte auf diese Weise immer wieder erfolgreich Akzente setzen.

Angesichts des zunehmenden internationalen Wettbewerbs hat das Luftfahrtforschungsprogramm nichts an Bedeutung verloren. Zwar haben sich die Technologien, Projekte und Schwerpunkte seit 1995 deutlich gewandelt. Die grundsätzliche Herausforderung, Deutschland als führenden Luftfahrtstandort zu erhalten und auszubauen, bleibt aber bestehen. Wir tun deshalb gut daran, das Programm nicht nur auf hohem Niveau fortzuführen, sondern damit auch flexibel auf ein dynamisches Branchenumfeld zu reagieren.

Zu den besonderen Stärken des Luftfahrtforschungsprogramms gehört seine internationale Ausrichtung. Schon heute steht das Programm allen Firmen offen, die in Deutschland forschen und entwickeln wollen – unabhängig von ihrer Herkunft. Diesen Ansatz wollen wir weiter stärken. Gerade die Zulieferer sollen sich in Projekten ausländischer Partner engagieren, solange eine Verwertungsperspektive in Deutschland erhalten bleibt.

Zudem steht das Programm nicht nur den Großen der Branche offen. Wie erfolgreich gerade auch kleinere und mittlere Firmen daran teilnehmen, zeigen einige Beispiele in dieser Broschüre. Künftig wollen wir KMUs noch stärker dabei unterstützen, mit neuen Technologien zu wachsen und größere Marktanteile zu erreichen: Mit dem zweiten Programmaufruf, kurz LuFo V-2, haben wir erstmals eine eigene KMU-Förderlinie aufgelegt, die auf große Resonanz stößt.

Das Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung leistet einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Ich danke den beteiligten Unternehmen der Luftfahrtindustrie, den Großforschungseinrichtungen wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, den Hochschulen und dem Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie für ihre wertvolle Mitarbeit an dieser Erfolgsgeschichte. Ich freue mich, dass der gemeinsame Weg, den wir seit 1995 mit dem Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung gegangen sind, in dieser Broschüre sichtbar wird. Und ich bin fest davon überzeugt, dass sich das Programm auch in einem wandelnden Branchenumfeld bewähren wird.

## BRANCHE DER IDEEN IM LAND DER IDEEN

Vorwort des BDLI-Präsidenten, Bernhard Gerwert

Die beste Art, die Zukunft vorherzusagen, ist sie zu gestalten. Vor zwanzig Jahren startete die Bundesregierung das Luftfahrtforschungsprogramm. Aus Visionen wurden wegweisende Innovationen, die heute etwa den Airbus A350 XWB zum modernsten Passagierflugzeug der Welt machen.

Dank wettbewerbsfähiger Produkte kommt der starken Luftfahrtindustrie in Deutschland eine globale Schlüsselposition zu. Zusammen mit unseren Partnern ist es unser Ziel, die industrielle und technologische Führungsrolle Europas langfristig zu sichern bei gleichzeitiger Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen.

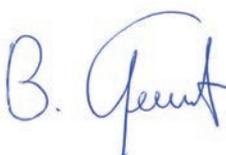
Die wirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt für eine exportorientierte Volkswirtschaft in einer zunehmend globalisierten Welt ist hoch. Das Wachstum des Weltluftverkehrs wird jährlich bei 5% liegen. Der weltweite Mobilitätsbedarf und der Ersatz von älteren Flugzeuggenerationen mit hohem Kerosinverbrauch sind wesentliche Wachstumstreiber. Heute fliegen bereits eine Milliarde Menschen, während sechs Milliarden Menschen noch nie geflogen sind. Dieses Verhältnis wird sich ändern: Unsere Industrie erwartet für die kommenden zwei Jahrzehnte einen Bedarf von rund 30.000 neuen Großflugzeugen weltweit.

Angesichts dieser beeindruckenden Wachstumszahlen ist es das erklärte Ziel unserer Industrie, Lärm und Emissionen zu reduzieren. Nie war Fliegen leichter, leiser und komfortabler als heute. In den vergangenen Jahrzehnten haben wir bereits beachtliche Fortschritte realisiert: Lärm ging um 90%, CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Passagierkilometer um 70% zurück. Das lärmarme 3-Liter-Flugzeug ist längst Realität. Sicherheit genießt immer oberste Priorität in der Luftfahrt: Heute ist das Fliegen die sicherste Art zu reisen.

Diese beeindruckenden Kennzahlen geben das Ergebnis jahrzehntelanger Forschung und Entwicklung wieder. Deutschland nimmt dabei international eine zentrale Rolle ein. Hamburg gehört weltweit zu den drei größten Standorten für Flugzeugentwicklung und Flugzeugbau. Von dort wird das erfolgreichste Programm der Airbus Gruppe gesteuert, die Airbus A320-Familie. Führende Triebwerks- und Hubschrauberhersteller sowie innovative Ausrüsterfirmen und Zulieferer sind in allen Teilen unseres Landes ansässig. Luftfahrt ist die „Branche der Ideen“ im „Land der Ideen“. Um aber Ideen in Weltklasse-Produkte umsetzen zu können, ist ein ebenso erstklassiges Umfeld erforderlich. Das Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung hat dabei in den letzten 20 Jahren unserer Industrie und damit dem Wirtschaftsstandort Deutschland Schubkraft und Auftrieb verliehen. Einer der wichtigsten Erfolge ist die Schaffung einer Forschungslandschaft, die den Weg vom Labor über die Wertschöpfungskette unserer Unternehmen in die unmittelbare Nutzung „in die Luft“ ebnet. In der Zusammenarbeit zwischen Industrie, Forschung und Wissenschaft sind zahlreiche Innovationen entstanden, die jetzt etwa in der A350 XWB oder der A320neo zum Einsatz kommen. Hightech-Arbeitsplätze werden gesichert und geschaffen.

Eine der großen Herausforderungen für den Industriestandort Deutschland ist, das erworbene Know-how zu wahren und auszubauen. Am Weltmarkt weht ein scharfer Wind, insbesondere in der



Ihr 

Bernhard Gerwert, Präsident  
Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI)

Luftfahrt – einer Branche, der von etablierten und aufstrebenden Industrienationen gleichermaßen strategische Bedeutung zugewiesen wird. Ob Gegenwind oder Rückenwind - ich bin zuversichtlich, dass in Zukunft noch viele Innovationen „made in Germany“ in Produkte der Spitzentechnologie umgesetzt werden. Das Luftfahrtforschungsprogramm gibt uns dazu den erforderlichen Auftrieb.

## VOM LABOR IN DIE LUFT



### MEHR SPITZENTECHNOLOGIE ALS ANDERE HIGHTECH-BRANCHEN

Die Luftfahrt ist nicht nur Lebensader der Wirtschaft, sondern mit über 105.700 direkt Beschäftigten ein Jobmotor der deutschen Industrie. 75.000 von ihnen arbeiten in der zivilen Luftfahrtindustrie. Dieser Erfolg kommt nicht von ungefähr. In unserem Land haben tausende Forscher, Entwicklungsingenieure und Facharbeiter in Forschungseinrichtungen, Universitäten sowie in großen und kleinen Unternehmen einen entscheidenden Anteil an der Entwicklung von Weltklasse-Produkten für die Luftfahrt. In ihnen findet sich heute mehr Spitzentechnologie als in vielen anderen Hightech-Branchen. Ein Smartphone setzt sich aus einigen hundert Teilen zusammen, lässt sich millionenfach am Fließband herstellen und wird schon nach einigen Monaten von einem Folgemodell abgelöst. Ein Flugzeug hingegen besteht aus mehreren Millionen Teilen, bedarf der Expertise von Hunderten von Unternehmen sowie Tausenden hochqualifizierter Fachkräfte und ist ca. 25 Jahre im Einsatz. Forschung und Entwicklung im Vorfeld der Serienproduktion nehmen leicht 15 bis 20 Jahre in Anspruch und kosten Milliardenbeträge im

ein- bis zweistelligen Bereich. Diese Investitionen sind wesentlich höher als in anderen Wirtschaftszweigen. Sie übersteigen häufig die finanziellen Möglichkeiten und das wirtschaftliche Risiko, das Einzelunternehmen tragen können.

### UMFASSENDE FORSCHUNGSLANDSCHAFT GESCHAFFEN

Angesichts dieser Herausforderungen kann die Luftfahrtindustrie in aller Welt bei Forschungsvorhaben auf die Unterstützung ihrer jeweiligen Regierungen zählen. Das Luftfahrtforschungsprogramm (LuFo) ist daher von entscheidender Bedeutung für den Luftfahrt-Standort Deutschland. Es macht in vielen Fällen langfristige Investitionen überhaupt erst möglich und sichert den Zugang zu europäischen Forschungsprogrammen wie Horizont 2020. Ohne ein gezieltes Forschungsprogramm wären die in Deutschland ansässigen Unternehmen im internationalen Wettbewerb stark benachteiligt. Es könnten weniger Forschungsvorhaben umgesetzt werden – unweigerliche Konsequenz wäre Verlust von Know-how, Abwanderung von Spitzenkräften und Wegfall von hochqualifizierten Arbeitsplätzen.



LuFo wirkt wie ein Turbolader: Das Programm hat in Deutschland eine ausgereifte Forschungslandschaft geschaffen, die aus Unternehmen jeder Größe, Forschungseinrichtungen und Universitäten besteht. Denn nur gemeinsam lässt sich Grundlagenforschung in einem überschaubaren Zeitraum in Produkte umsetzen, die am Weltmarkt Erfolg haben.

#### FAKTOR FÜNF: JEDER INVESTIERTE EURO RENTIERT SICH FÜNFFACH

Die Investitionen des Luftfahrtforschungsprogramms haben sich für die Bundesregierung und die Bevölkerung bereits in vielfacher Hinsicht ausgezahlt. Die aus dem LuFo hervorgegangenen Innovationen leisten einen zentralen Beitrag zur Entwicklung von Weltklasse-Produkten. Sie fördern so die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in einem wachsenden Weltmarkt. Dieser Erfolg schlägt sich in harten Fakten nieder: Durch das LuFo kam es in den Jahren 2003 bis 2012 zu einer Erhöhung des Produktionswertes\* um 4,46 Milliarden Euro. Der Multiplikator der staatlichen Förderung entspricht 4,8. Eine Forschungsförderung in Höhe von

einem Euro bewirkt somit eine zusätzliche Produktion im Wert von fast fünf Euro. Dies hat eine unabhängige Bewertung im Auftrag der Bundesregierung ergeben, wobei volkswirtschaftliche Effekte der Förderprogramme LuFo III und LuFo IV ausgewertet wurden. Bei der Bruttowertschöpfung liegt der Multiplikator sogar bei 5,7. Die durch den Initialeffekt ausgelöste zusätzliche Wertschöpfung wird also aufgrund der direkten, indirekten und induzierten Effekte entlang der Wertschöpfungskette mehr als verfünffacht. Somit ist die Hebelwirkung, die durch die Forschungsförderung im Luftfahrzeugbau bewirkt wird, höher als in vielen anderen Wirtschaftszweigen. Das Ergebnis: Eine hochgradig zukunftsfähige Branche und ein Beschäftigungszuwachs von über 28.000 Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern, allein im Verlauf von Lufo III und Lufo IV.

Ohne die Förderung hätten viele Projekte nicht umgesetzt werden können. Die knappen Ressourcen werden mittlerweile so zielgerichtet eingesetzt, dass nur 3% der jüngsten Vorhaben ohne Abstriche realisiert worden wären.

\*Der Produktionswert entspricht der Summe aller in einer Volkswirtschaft produzierten Güter und Dienstleistungen.

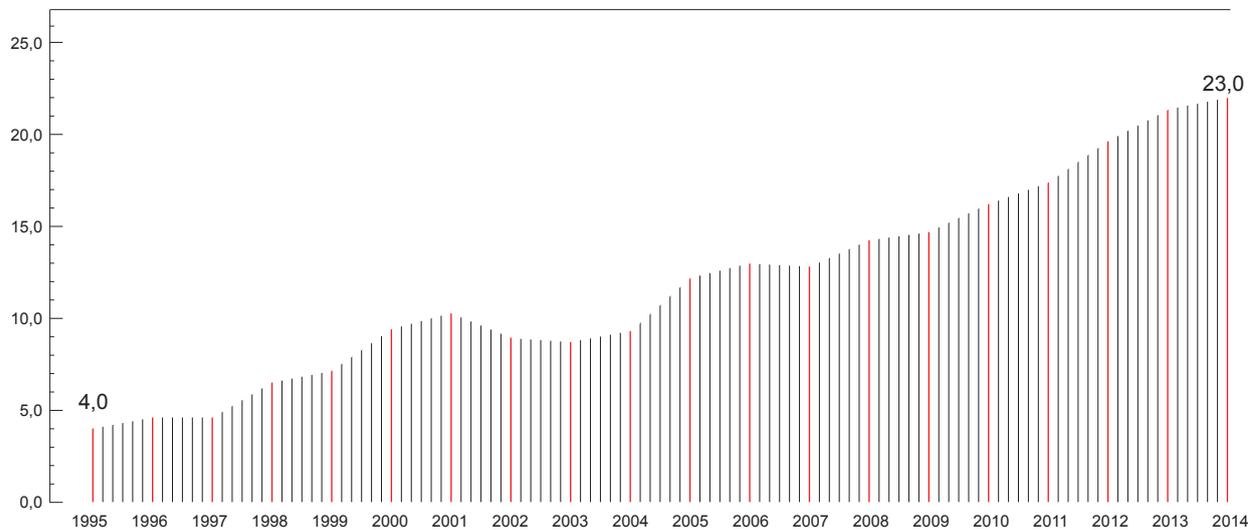
## VOM LABOR IN DIE LUFT

### ANWENDUNG IN DER LUFTFAHRT: INDUSTRIE 4.0

Mit dem Schwerpunkt „umweltverträglicher Luftverkehr“ trägt die LuFo-geförderte Technologieentwicklung zur Erreichung globaler Nachhaltigkeitsziele bei Lärm, Klima und Energieeffizienz bei. Der Spill-Over-Effekt ist enorm. Viele Technologien werden zunächst für die Luftfahrt entwickelt und dann von anderen Branchen übernommen. Luftfahrtspezifische Anforderungen gehen einher mit höchsten Sicherheitsanforderungen, die die risikobehaftete und kostspielige Entwicklung von Spitzentechnologie-Innovationen in viel höherem Maße notwendig macht als z.B. im kostengetriebenen Automobilbau. Die Luftfahrt forscht intensiv in Bereichen, die für die Zukunft des Industriestandorts Deutschland wegweisend sind. Dazu zählen das ALM-Additive Layer Manufacturing („3D-Druck“), neue Werkstoffe und die vernetzte Smart Factory. Industrie 4.0 wird bereits heute in der Luftfahrt gelebt.

## UMSATZ IN DER ZIVILEN LUFTFAHRT, 1995-2014

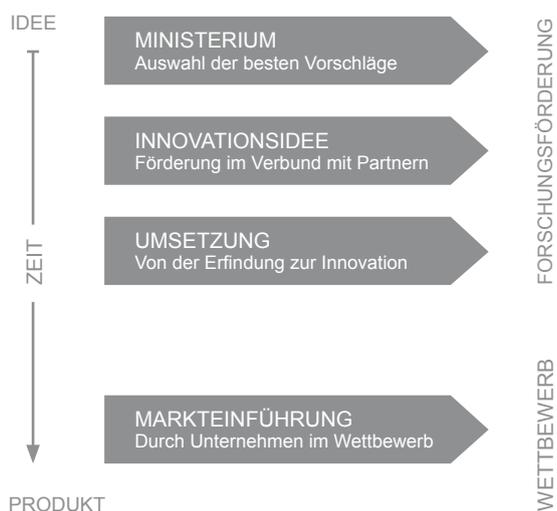
Umsatz in Mrd. Euro



Quelle: BDLI

# ALLES ÜBER LUFO

## WIE LUFO FUNKTIONIERT

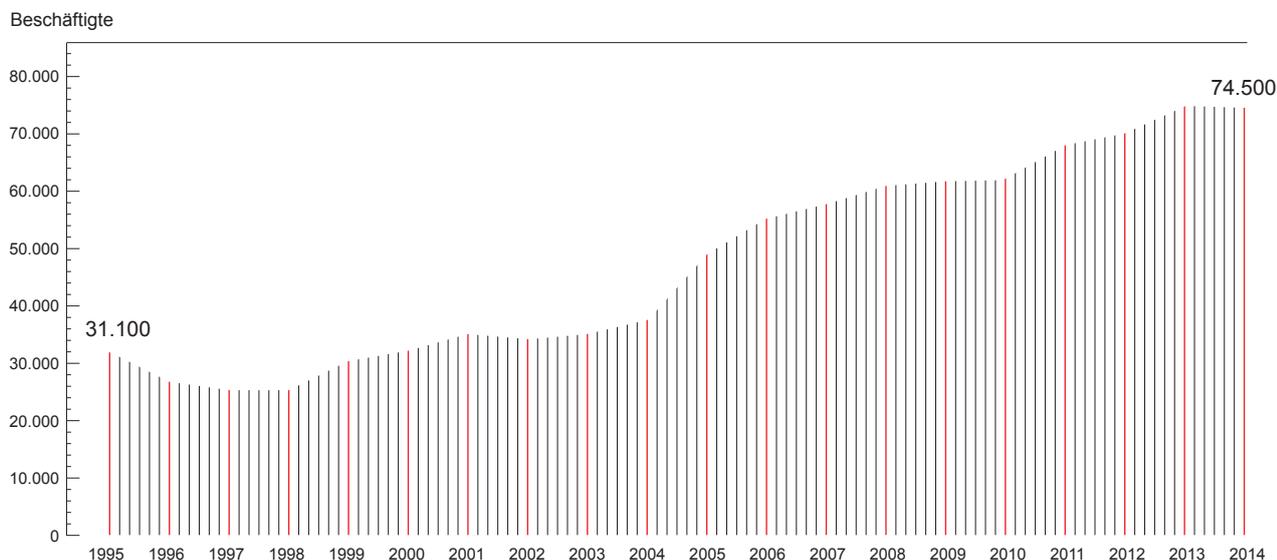


## LUFO WIRKT



Quelle: BMWi, Zeitraum 2003-2012

## BESCHÄFTIGUNG IN DER ZIVILEN LUFTFAHRT, 1995-2014



Quelle: BDLI

## LEICHTER, LEISER, GRÜNER - AIRBUS A350 XWB



CFK-Produktion bei Airbus

Die Zeiten, in denen Flugzeuge weitgehend aus Metall bestanden, gehören der Vergangenheit an. Zusätzlich zu metallischen Werkstoffen wurden in den letzten Jahrzehnten alternative, leichtere Materialien entwickelt.

Airbus, einer der führenden Flugzeughersteller der Welt, liegt auch hier weit vorn. Der Grund: Das Material spielt eine entscheidende Rolle, um Gewicht und somit Treibstoffverbrauch und Emissionen zu senken. Großes Potenzial bieten kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe, kurz CFK. Sie bestehen aus tragenden, hochfesten und hochsteifen Kohlenstoffasern und einer sie umgebenden Matrix aus Kunststoff. Der Vorteil: Sie sind leichter und halten länger.

Dank umfassender Forschung und Entwicklung in den letzten zwanzig Jahren weist das neue Langstreckenflugzeug A350 XWB einen CFK-Anteil von 53% an der Flugzeugstruktur auf. Es ist das erste Airbus-Flugzeug, das mehrheitlich aus neuartigen Materialien besteht. Dieser Durchbruch trägt wesentlich dazu bei, dass die A350 XWB 25% weniger Treibstoff verbraucht als vergleichbare Modelle vorhergehender Generationen. Dank niedriger Betriebskosten ist der Sparflieger, der seit 2015 im Einsatz ist, zum Verkaufsschlager und Jobmotor geworden: Allein in Deutschland sind 4.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze in Entwicklung und Fertigung entstanden.

### DEUTSCHLAND DANK LUFO FÜHREND BEI CFK

Dieser Erfolg kommt nicht von ungefähr. Airbus arbeitet gemeinsam mit seinen Partnern seit vielen Jahren an Technologien zur Anwendung von CFK, die seit 1995 durch das LuFo unterstützt werden. Zu den Erfolgen zählen bedeutende Projekte wie Flügel und Rumpf in CFK-Bauweise sowie deren automatisierte Fertigung.



Die neue A350 XWB auf dem Rollfeld

Gemeinsame Forschung hat dazu geführt, dass Deutschland in der Verarbeitung von CFK in der Luftfahrt führend ist. Neben dem Airbus-Standort im niedersächsischen Stade wurden mit dem CFK-Nord und dem CFK Valley im Raum Stade sowie dem CFK-Süd in Augsburg einmalige Kompetenzzentren geschaffen, in denen Hochschulen, Forschungseinrichtungen, KMU und Industrie gemeinsam die Technologie kontinuierlich vorantreiben.



Axel Flaig, Airbus  
SVP Research & Technology

### NOCH VIEL POTENTIAL FÜR LUFO

„Das LuFo hat sich in den vergangenen 20 Jahren zur führenden Plattform für die erfolgreiche Vernetzung und Zusammenarbeit von Industrie und Forschungspartnern entwickelt. Gemeinsam konnten wir Schlüsseltechnologien wie CFK vorantreiben, so dass unsere Flugzeuge heute zu den modernsten und sparsamsten der Welt gehören. Doch die Reise geht weiter. Es gibt noch viel Potenzial für innovative Technologielösungen, die es gemeinsam im LuFo-Verband zu entwickeln gilt. Nur so können wir die globalen Ziele für einen nachhaltigen und umweltverträglicheren Luftverkehr erreichen und langfristig unsere Wettbewerbsfähigkeit am Weltmarkt sichern.“

## NEUE REPARATUR-METHODEN



Mobiler Roboter zur Flugzeugreparatur

### NEUE REPARATURMETHODEN

Der verstärkte Einsatz von CFK bringt Veränderungen bei den Reparaturmethoden von Flugzeugen mit sich. Mit dem Forschungsprojekt CAIRE entsteht derzeit ein roboterbasiertes Verfahren zur sicheren und qualitätsgerechten Schadenserkennung, -bearbeitung und reparatur, um eine kostengünstigere und schnellere Rückkehr in den Flugbetrieb zu ermöglichen. Aufbauend auf die Vorgänger Rapid Repair und EMIR ist dank LuFo nun ein von zwei Personen transportierbares und bedienungsfreundliches Gesamtsystem entstanden.

Das Vorhaben gestattet eine breite interdisziplinäre Zusammenarbeit und liefert einen wesentlichen Beitrag zur Industrie 4.0. Partner und Auftragnehmer - darunter Mittelstand, Forschungseinrichtungen und Universitäten - sind in sieben Bundesländern ansässig und sorgen so für eine flächendeckende Stärkung der Luftfahrtbranche.

Die Technologie hat großes Anwendungspotential: Zukünftig sind Einsätze bei verschiedenen Luftfahrzeugtypen möglich und in der Auto- oder Windenergiebranche bereits vorgesehen.

## DIE LEISEN LEBENSRETTETTER



Die H160: Leisester Hubschrauber seiner Klasse dank neuem Rotorblattedesign

In Deutschland werden Rettungshubschrauber von Airbus Helicopters täglich zu mehreren hundert Noteinsätzen gerufen. Dabei fliegen sie bei Tag und Nacht über dicht besiedelte Wohngebiete. Ein Entwicklungsschwerpunkt ist daher, die Lärmentwicklung zu verringern. Bereits jetzt zählen die Hubschrauber von Airbus Helicopters zu den weltweit leisesten. Dank mehrerer LuFo-Projekte konnten Entwicklungen weiter vorangetrieben werden, die in 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. Dank der LuFo-Initiative erhält die Hubschrauberindustrie in Deutschland so ihre Systemfähigkeit und setzt weiter Maßstäbe bei umweltfreundlichen Hubschraubern.

## 3D-DRUCK UND DIE VIERTE INDUSTRIELLE REVOLUTION



ALM Verbindungsstück aus Titan

Deutschland gehört zu den Technologieführern in einer Schlüsseltechnologie von morgen: der additiven oder generativen Fertigung, auch 3D-Druck genannt. Die heimische Industrie ist auf die Weiterentwicklung dieser Schichtfertigungsverfahren (engl.: additive layer manufacturing = ALM) dringend angewiesen, um den Herausforderungen des Weltmarkts wie kürzeren Innovationszyklen und kostengünstigerer Produktion erfolgreich begegnen zu können.

### TECHNOLOGIEFÜHRERSCHAFT WAHREN

3D-Druck hat das Potenzial, als Schlüsseltechnologie zukunftsorientierter Fertigungskonzepte immense Auswirkungen auf die gesamte Produktionskette zu bewirken. Daher überrascht es nicht, dass führende Industrienationen und Unternehmen derzeit stark in diesen Bereich investieren. Die Technologieführerschaft der deutschen Industrie zu wahren ist dringend geboten, um Wettbewerbsfähigkeit und somit hochqualifizierte Arbeitsplätze langfristig zu sichern. Treibende Kraft ist dabei die Luftfahrtindustrie. Sie gehört unter anderem dank des von der Airbus Group geleiteten LuFo-Projekts GenFLY im Bereich 3D-Metall-druck zur absoluten Weltspitze.

### JEDES KILO MATERIALEINSPARUNG VERBESSERT DIE UMWELTBILANZ

Flugzeugteile können auf diese Weise bei höchster Qualität schneller, leichter und günstiger hergestellt werden. Ein 3D-Druck-Verbindungsstück (ALM Titan Bracket) kommt bereits heute in einer A350-Testmaschine zum Einsatz. „Durch generative Fertigung können gegenüber herkömmlichen Herstellungsverfahren bis zu 55% des Gewichts eingespart werden. Wenn man sich vor Augen hält, dass jedes Kilo Gewichtersparnis im Laufe eines Flugzeugslebens etliche Tonnen CO2 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 der Airbus Emerging Technologies & Concepts. Zudem kann mit 3D-Druck besonders Ressourcen schonend produziert werden: Statt bis zu 95% Zerspanungsabfall fallen bei generativer Fertigung nur noch wenige Prozent an.

### GROSSE ZUKUNFTSCHANCE FÜR KLEINERE UNTERNEHMEN

Technologieführerschaft und ein attraktives Wachstumspotenzial sind optimale Voraussetzungen dafür, dass sich das 3D-Drucken zu einem Jobmotor in ganz Deutschland entwickelt. An der Wertschöpfung sind kleinere Unternehmen entscheidend beteiligt. Die drei weltweit größten Hersteller von Laser-Pulverbett-Schmelzanlagen kommen beispielsweise aus Deutschland.

## TECHNOLOGISCHER QUANTENSPRUNG GETRIEBEFAN



PurePower® PW1500G Triebwerk mit Getriebefan auf dem MTU-Prüfstand München

Triebwerke von morgen müssen noch kraftstoffsparender, sauberer und leiser sein als bisherige - obwohl in den vergangenen 20 Jahren bereits enorme Fortschritte erzielt worden sind. Die MTU Aero Engines hat die passende Antwort parat: Zusammen mit ihrem US-Partner Pratt & Whitney realisiert sie den Getriebefan (GTF), einen technologischen Quantensprung, der in Kürze mit dem Airbus A320neo in Serie gehen und auch anderen Flugzeugherstellern zu wesentlich mehr Ökoeffizienz verhelfen wird.

### SPARSAME FLÜSTERTRIEBWERKE DER ZUKUNFT

Der GTF senkt im Vergleich zu herkömmlichen Triebwerken den Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf einen Schlag um je 15% Prozent. Lärmemissionen gehen sogar um knapp die Hälfte zurück. Der Clou der neuen Triebwerksarchitektur ist ein Untersetzungsgetriebe. Durch die Integration dieses Getriebes zwischen Fan und Niederdruckwelle werden Wirkungsgrad, Drehzahl und Gewicht von Fan, Niederdruckverdichter und Niederdruckturbine optimiert. Der Fan kann jetzt langsamer drehen und die Niederdruckturbine wesentlich schneller. Dadurch erreichen beide Komponenten ihr jeweiliges Leistungsoptimum. In Studien werden bereits neue Triebwerkskonzepte untersucht, die sogar Einsparungen bei Kraftstoff und CO<sub>2</sub>-Emissionen von bis zu 40% ermöglichen.

Zwei zentrale Bestandteile des Getriebefans werden von der MTU hergestellt. Sie basieren auf Technologien, die im Rahmen des LuFo entwickelt wurden: Die MTU stellt als einziges Unternehmen weltweit eine innovative, schnelllaufende Niederdruckturbine her, die mit zwei deutschen Innovationspreisen ausgezeichnet wurde. Des Weiteren hat sie zusammen mit Pratt & Whitney einen neuen Hochdruckverdichter entwickelt. Die Münchner Triebwerksexperten beschäftigen

sich seit über 20 Jahren mit der Getriebefan-Technologie. Seit 1995 ist das LuFo eine wichtige Säule bei der Umsetzung: Viele hochkomplexe Einzeltechnologien wurden im Rahmen von LuFo erarbeitet und flossen in die GTF-Entwicklung ein.

Der Getriebefan entwickelt sich zu einem der wichtigsten Triebwerke der zivilen Luftfahrt. Über 6.300 Aufträge für fünf verschiedene Flugzeugtypen wurden bereits erteilt und sichern so langfristig attraktive Arbeitsplätze.



Cornelia Rohn,  
MTU-Technologiemanagement

### „ÖKOEFFIZIENZ AUF GANZER LINIE“

LuFo ist eines der wichtigsten Förderprogramme zur Entwicklung neuer Technologien für noch leisere und ökoeffizientere Antriebe. Seit vielen Jahren arbeiten hier Industrie und Forschungseinrichtungen erfolgreich zusammen, um Emissionen und Treibstoffverbrauch nachhaltig zu senken. Die MTU leistet mit ihren

hochinnovativen Produkten einen ganz wesentlichen Beitrag zur Realisierung der ambitionierten Flightpath-2050-Ziele bezüglich Umweltfreundlichkeit und Lärminderung. Allein der Getriebefan schafft dank MTU-Schlüsseltechnologien nahezu eine Lärmhalbierung. Im aktuellen LuFo steht jetzt das vierte Verbundlärmprojekt auf dem Programm, in dem wir zusammen mit Partnern systemübergreifende Aspekte untersuchen.

## „ERFOLG DURCH FORSCHUNG“

### **Welche Bedeutung hat LuFo für die MTU?**

Ohne LuFo wäre die MTU nicht das, was sie heute ist. Wir sind weltweiter Technologieführer bei Niederdruckturbinen und Hochdruckverdichtern; dies sind zwei wesentliche Komponenten eines Triebwerks. Ferner sind wir ein renommierter Partner in der globalen Triebwerkswelt. LuFo ist unser wichtigstes und größtes Technologieförderprogramm. Dank dieser Förderung können wir unseren Technologievorsprung behaupten und damit die Wettbewerbsfähigkeit der MTU sowie 7.300 Hightech-Arbeitsplätze in Deutschland langfristig sichern.

### **Welche Arbeiten erfolgen konkret im Rahmen von LuFo?**

In den LuFo-Verbundprojekten geht es um die prinzipielle Machbarkeit. Sobald die Technologiereife nachgewiesen ist, können die Ergebnisse in konkrete Produkte einfließen. Ohne LuFo könnten wir Technologien nicht so schnell in die Serie bringen. Ein gutes Beispiel ist der Getriebefan: Im Rahmen von LuFo wurde eine Vielzahl relevanter Einzeltechnologien bis zur Technologiereife vorangetrieben. Entwickelt wurden auch leistungsstarke Simulationstools sowie hochmoderne Fertigungsverfahren, etwa additive Verfahren.

### **Welche Rolle spielen die Partner?**

In unserer Branche ist Entwicklung nur im Verbund möglich. Ein Erfolg wie der Getriebefan kommt nicht von ungefähr, sondern ist das Ergebnis einer jahrzehntelangen, konsequenten Technologiezusammenarbeit der beiden Partnerfirmen Pratt & Whitney und MTU. Unsere Einzeltechnologien hätten wir ohne die LuFo-Förderung und die Partner aus Industrie und Forschung nicht realisieren können. Die Arbeiten liefen über viele Jahre und zeigen deutlich, dass es in der Luftfahrtwelt strategische Weitsicht und Durchhaltevermögen braucht. Beides haben wir einmal mehr bewiesen und gestalten jetzt mit dem GTF nachhaltig die Zukunft der Luftfahrt.



Dr. Rainer Martens, Vorstand Technik, MTU Aero Engines

## BESSERE ANTRIEBE FÜR EINE WELT IM WANDEL



Rolls-Royce Kompetenzzentrum für BLISK-Technologien in Oberursel

Rolls-Royce entwickelt durch konsequente Innovation und neue Technologien kontinuierlich bessere Antriebe, die sich an den Bedürfnissen der Menschen für eine nachhaltigere, zuverlässige Mobilität orientieren. Rolls-Royce ist Deutschlands einziger Flugzeugtriebwerkshersteller sowohl mit voller Systemfähigkeit als auch Halter der Musterzulassung von Triebwerken. Das Unternehmen beteiligt sich von Beginn an engagiert am Luftfahrtforschungsprogramm und unterstützt so die Strategie der



Im Rahmen des E3E-Programms entwickeltes Kerntriebwerk auf Höhenprüfstand in Stuttgart

Bundesregierung, Deutschland zu einem weltweiten Vorreiter im Bereich des Luftverkehrs zu machen.

Rolls-Royce hat mit LuFo-Mitteln Technologien und Fähigkeiten entwickelt, die zu wettbewerbsfähigen Produkten führten und heute über 3.500 hochqualifizierte Arbeitsplätze sichern: von Antrieben für die schnellsten und leisesten Business-Jets über die 3D-Darstellung ganzer Triebwerke auf Großbildschirmen bis hin zu Antriebskomponenten für die sparsamsten Flugzeuge der Welt.

## „TURBOLADER FÜR DIE GANZE BRANCHE“



Dr. Rainer Hönig,  
Rolls-Royce Geschäftsführer

### **Warum ist LuFo so wichtig?**

LuFo ermöglicht es uns, attraktive Forschungsvorhaben nach Deutschland zu holen. Dadurch sichert das Programm Arbeitsplätze für Ingenieure und Fachkräfte. Ohne LuFo wären unsere Standorte nicht das, was sie heute sind: ein Leuchtturm über Deutschland hinaus.

### **Was hat unsere Bevölkerung von LuFo?**

Erstens spannende, gut bezahlte Arbeitsplätze bei uns, bei Hochschulpartnern, Zulieferern und durch die notwendige Infrastruktur. Zweitens zuverlässigere und emissionsärmere Triebwerke und Flugzeuge. Wir sorgen mit LuFo-Geldern dafür, dass wir leiser, sicherer und nachhaltiger

fliegen können, was, drittens, das deutsche Renommee als Hightech-Land und unsere Handelsbilanz stärkt.

### **Ginge das nicht auch ohne LuFo?**

Deutschland steht im internationalen Wettbewerb um die besten Köpfe, die besten Projekte und Investoren-Gelder – auch innerhalb des Konzerns. Mit LuFo können wir diesen Wettbewerb häufiger für uns entscheiden. Das Programm ist ein Turbolader für die ganze Branche.

### **Kann LuFo denn trotz Fachkräftemangel seine Hebelwirkung entfalten?**

Wo deutsche Experten fehlen, kommen sie gerne aus dem Ausland. An unseren Standorten in Deutschland arbeiten jetzt schon Menschen aus mehr als 50 Nationen. Wer heute als junger Mensch seine beruflichen Weichen stellt, findet dank LuFo hier wieder eine Branche, die international in der ersten Liga spielt. Vor 25 Jahren hatten wir weder eigene Triebwerke noch eine Endmontage für zivile Jets. Jetzt ist die Faszination zurück. Wir müssen sie nur dem Nachwuchs vermitteln - was wir auch sehr aktiv tun.

### KERNTRIEBWERKE DER NÄCHSTEN GENERATION – EFFICIENCY, ENVIRONMENT UND ECONOMY

Rolls-Royce Deutschland erforscht, entwickelt und baut die größten und leistungsstärksten Kerntriebwerke „made in Germany“. Im Rahmen von E3E, einem LuFo-Begriff, der für Efficiency, Environment, Economy steht, wurden Spitzentechnologien entwickelt, die den Treibstoffverbrauch um 15% senken. E3E-Technologien bilden die Basis für das Rolls-Royce Advance2-Programm und für die Validierung von Technologien für das Trent XWB- und künftige Trent Triebwerksprogramme, eingesetzt in Flugzeugtypen wie der A350. Mit ihnen werden sparsamere, leichtere Antriebe mit größeren Druckverhältnissen, besseren Wirkungsgraden und noch geringeren Schadstoffemissionen möglich.

Komplexe Tests sorgen für eine schnellere Entwicklung neuer Triebwerke. Rolls-Royce arbeitet dabei mit führenden Universitäten deutschlandweit, Forschungsstellen und Mittelständlern zusammen. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat beispielsweise in Göttingen einen in Europa einzigartigen Teststand für Leistungstests von Hochdruckturbinen entwickelt, in dem zahlreiche Parameter gleichzeitig erfasst werden.

### BLISKEN – FILIGRANE FERTIGUNG AUS DEM MASSIVEN BLOCK

Am Standort Oberursel, Kompetenzzentrum der BLISK-Fertigung für den gesamten Konzern, hat Rolls-Royce im Rahmen

verschiedener LuFo-geförderter Programme Technologien und Fertigungsverfahren entwickelt, die heute bei allen Neuentwicklungen zum Einsatz kommen.

„Unsere Verdichter in BLISK-Bauweise sind rund 15% leichter als klassisch hergestellte Komponenten - das macht sie so gefragt“, sagt Dirk Buck, Leiter der Verdichtertfertigung. Das gilt auch für das Trent XWB Triebwerk, das zurzeit effizienteste Großtriebwerk der Welt und Antrieb des neuen Airbus A350 XWB. „Es macht uns alle sehr stolz, mit unserer Arbeit dazu beizutragen, dass die A350 25% weniger Kerosin verbraucht als vergleichbare Modelle vorhergehender Generationen - ohne unsere Technologien wäre das nicht möglich“, so Dr. Holger Carlsburg, Leiter des Standorts Oberursel.

### BR725 TRIEBWERK: SCHNELLER, LEISER, SPARSAMER

Das BR725 Triebwerk, in das zahlreiche LuFo-geförderte Technologien eingeflossen sind, treibt die schnellsten und leisesten Business-Jets der Welt an. Es wurde in Deutschland entwickelt, gefertigt und wird von hier betreut. Im Vergleich zum Vorgänger, dem BR710, konnte der Schub erhöht werden, während der Kraftstoffverbrauch und das Gewicht sanken. In der Gulfstream G650 setzt das Triebwerk neue Maßstäbe - das Flugzeug fliegt schneller und weiter als vergleichbare Business-Jets. Das 24/7 Operations-Center für die Betreiber der Flugzeuge hat naturgemäß seinen Sitz dort, wo die Triebwerke entwickelt wurden: in Dahlewitz bei Berlin.

## AUSRÜSTER WERDEN ZUR HIGHTECH-BRANCHE



A380 IMA Rechneinheiten

Moderne Verkehrsflugzeuge bestehen aus mehreren Millionen Einzelteilen. Um der ständig wachsenden Komplexität gerecht zu werden, mussten in den letzten Jahren auch bei Ausrüstung und Avionik vollkommen neue Wege beschritten werden. In Folge dieser Entwicklung liefen die traditionellen Flugzeug-Ausrüster Gefahr, nicht im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Unternehmen wie Diehl, heute einschließlich AOA, und Liebherr gelang jedoch ein beeindruckender Turnaround. Nicht zuletzt aufgrund der LuFo-Programme gehören sie heute zu den führenden und innovativsten Unternehmen auf ihrem Gebiet und sind über die Grenzen Europas hinaus erfolgreich.

### VON 100 RECHNERN ZU EINER PLATTFORM

Bis in die 1990er Jahre wurde jedes einzelne Flugzeugsystem eigenständig überwacht und geregelt. Da die Zahl der elektronisch überwachten Systeme und Funktionen eines modernen Verkehrsflugzeuges aber stetig zunimmt, hat sich auch die Anzahl der Rechner stark erhöht. So waren in einem Airbus A340 bis zu 100 unterschiedliche Computertypen installiert. Dieses Maß stellte eine wirtschaftliche Entwicklung und Fertigung noch größerer Verkehrsflugzeuge massiv in Frage.

Neue Lösungen wurden dringend benötigt. Mit Hilfe verschiedener LuFo-Projekte haben Unternehmen wie Diehl Aerospace, das DLR sowie weitere wissenschaftliche Partner Konzepte für eine modulare, voll-elektronische Flugsteuerungs-Rechnerplattform erarbeitet. Durch das daraus entstandene Integrierte

Modulare Avionik-Rechnersystem konnten beim Airbus A380 bereits 30 bis 40 unterschiedliche Rechnertypen durch nur fünf voneinander leicht unterschiedliche Computertypen ersetzt werden. Auf diese Weise wurde die notwendige Gesamteffizienz des Flugzeugs sichergestellt. Diese Technologie kommt nun ebenfalls beim Airbus A400M zum Einsatz und wurde, vorbereitet durch LuFo, für den Airbus A350 XWB noch einmal weiterentwickelt.

Langfristig sollen alle Flugzeugsysteme und -funktionen auf einer standardisierten Rechnerplattform integriert werden. Daran wird derzeit bei Diehl Aerospace im Rahmen von LuFo-Vorhaben intensiv geforscht. Durch das LuFo-Projekt DIANA ist es dem Unternehmen vor kurzem gelungen, die Konzepte und Prinzipien einer modularen, skalierbaren und konfigurierbaren Computerplattform auch in den Bereich der Kabinenmanagement-Systeme zu übertragen. Die erarbeiteten Lösungsansätze wurden kürzlich sogar bei einem außereuropäischen Flugzeugprogramm erfolgreich eingebracht. Somit konnte ein weiteres Geschäftsfeld für Diehl Aerospace und ihre 1.200 Mitarbeiter eröffnet werden. Ohne die kontinuierlichen Forschungs- und Technologie-Aktivitäten im Rahmen von LuFo wäre diese sehr positive Entwicklung für ein deutsches Unternehmen mittlerer Größe, das auf dem Gebiet der Avionik tätig ist und sich mit sehr langen Innovationszyklen von 15 Jahren und mehr konfrontiert sieht, kaum möglich gewesen.

## FLY-BY-WIRE: HIGHTECH AM HIMMEL



Liebherr Fly-by-Wire Prüfstand

Die Entwicklung der IT im Flugzeug hat in den letzten Dekaden enorme Fortschritte gemacht. Das deutsche Unternehmen Liebherr-Aerospace ist einer der bedeutendsten Ausrüster für Spitzentechnologie am Himmel.

FLY-BY-WIRE MACHT DIE LUFTFAHRT SICHERER DENN JE  
Heute gehören computergestützte Flugsteuerungssysteme, Fly-by-Wire genannt, zu den wichtigsten Komponenten an Bord. Vor allem dank Fly-by-Wire hat sich die Zahl der Unfälle in der Luftfahrt in den letzten zehn Jahren noch einmal halbiert. Bahnbrechende Luftfahrttechnologien haben Entwicklungsvorläufe, die sich über Jahrzehnte erstrecken. Sie fordern eine strategisch ausgerichtete unternehmerische Vision und eine Bereitschaft, Ressourcen und Kapital langfristig bereitzustellen. Am Beispiel der Fly-by-Wire-Technologie zeigt sich eindrucksvoll, wie unternehmerische Vision und industriepolitische Unterstützung der Bundesregierung durch das LuFo Hand in Hand gearbeitet haben.

Bereits im ersten LuFo vor zwanzig Jahren wurde mit der Entwicklung des sogenannten „Smart Actuators“ zur Verbesserung der automatischen Fly-by-Wire Steuerung ein Grundstein für die Entwicklung zukünftiger System-Architekturen gelegt. Zur Erprobung der Technologie wurde auch das Versuchsflugzeug des DLR genutzt.

Über die Jahre wurde diese Idee weiterentwickelt und führte mit dem LuFo-Demonstrator-Vorhaben EFCS – Electronic Flight Control System (1995-1998) – zu einem Höhepunkt auf dem Gebiet der elektronischen Flugsteuerung. Durch das Zusammenspiel der deutschen Luftfahrtindustrie und -forschung wurde ein Versuchsflugzeug komplett auf Fly-by-Wire umgerüstet. Das System selbst wurde von Liebherr-Aerospace entwickelt und geliefert. Insgesamt leistete das Projekt einen signifikanten Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsposition der deutschen Ausrüstungsindustrie.

Die gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Airbus-Modelle A380, A400M sowie das Tankflugzeug MRTT und das Unmanned Aerial Vehicle Barracuda ein. Ein weiterer Höhepunkt für Liebherr ist die Lieferung des kompletten Flugsteuerungssystems für ein außereuropäisches Regionalverkehrsflugzeug, der Sukhoi Superjet 100. Dieser Lieferumfang ist weltweit einzigartig für ein Unternehmen der Ausrüstungsindustrie und stellt eindrucksvoll die unmittelbare Wirkung des LuFo dar.

### VOM KOMPONENTENHERSTELLER ZUM SYSTEMZULIEFERER

Auch andere Ausrüster haben vergleichbare Herausforderungen in beachtliche Erfolge verwandelt. AOA, heute Teil von Diehl Aerosystems, schaffte den Sprung vom Gerätehersteller zum Lieferanten kompletter Wasser- und Abwassersysteme für Passagierflugzeuge. Das Unternehmen zählt heute die Hersteller Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer und Gulfstream zu seinen Kunden. Zuletzt wurde das Wasser- und Abwassersystem bei der A350 XWB erfolgreich eingeführt.

LuFo-Projekte wurden zum entscheidenden Faktor für den Aufbau von Know-how, etwa bei der Minimierung des Wasserverbrauchs und des Systemgewichts, beispielsweise aber auch bei der Verbesserung der Trinkwasserqualität mit der weltweit ersten kontinuierlich arbeitenden Desinfektionseinheit durch den Einsatz von UV-Licht. Mit der Flankierung durch diese und weitere LuFo-Projekte hat AOA den in der Luftfahrt besonders langwierigen Weg vom Komponentenhersteller zum Systemzulieferer erfolgreich gemeistert. Darüber hinaus hat LuFo auch einen wesentlichen Beitrag zum Ausbau des AOA-Standorts Dresden geleistet, von der Gründung 1991 mit zwei Mitarbeitern zu heute 250 Arbeitnehmern und einem weltweit einzigartigen Testzentrum.

## WENIGER FLUGLÄRM TROTZ STEIGENDEM VERKEHR



Forschungs-Airbus des DLR



Titanaluminidschaufel nach dem Schmelzen im Isothermgesenk

Wie können Flughafenanwohner und Umwelt durch eine bessere Nutzung des Luftraums entlastet werden? Dieser Frage ist das LuFo-Vorhaben HETEREX gewidmet, das eine Steigerung der Transportleistung im Luftverkehr bei erhöhter Umweltverträglichkeit und Sicherheit erreichen soll. Dazu baute das Projekt auf die Zusammenarbeit, Innovationsfähigkeit und Kompetenz aller wichtigen Systempartner im Luftverkehr, darunter Flugsicherung, Industrie, Großforschungseinrichtungen und Universitäten.

### GEMEINSAM ZU WELTKLASSE-PRODUKTEN

Mit konkreten Ergebnissen: Gemeinsam mit der Deutschen Flugsicherung entwickelte der HETEREX-Verbund verbesserte Anflugprozeduren, die Lärm und Emissionen deutlich reduzieren. Mit dem gleichen Ziel realisierte die Jeppesen GmbH ein Cockpitdisplay, das Informationen wie Wetter, geänderte Flugpläne und Zeitvorgaben von den Bodensystemen empfangen, verarbeiten und den Piloten beim Anflug anzeigen kann. Dieses System wurde zunächst im DLR-Flugsimulator evaluiert. Anschließend integrierten es die Forscher in den Test-Airbus des DLR und unterzogen das System einer ausgiebigen Testflugkampagne. Das System, das derzeit in Deutschland entwickelt wird, soll in Kürze international zum Einsatz kommen.

### TITANALUMINID - LEUCHTTURMPROJEKT MODERNER MATERIALENTWICKLUNG

Was vor zehn Jahren noch als unmöglich galt, ist zum Leuchtturmprojekt moderner Materialentwicklung geworden. Heute besitzen annähernd alle neuen Triebwerke Schaufeln aus dem sehr leichten Titanaluminid in der Niederdruckturbine. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Gewichtsersparnis und letztendlich zur Senkung des Treibstoffverbrauchs und der Emissionen von Verkehrsflugzeugen geleistet.

Das Industrieunternehmen Leitz mit seinen deutschen Standorten in Nürnberg und Remscheid sowie Access als privates Forschungsinstitut in Aachen haben diese Innovation nach mehr als zwei Jahrzehnten intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit zusammen mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft umgesetzt. Ermöglicht wurde diese Erfolgsgeschichte für Unternehmen mittlerer Größe durch zielorientierte Förderung des Bundes im Bereich neuer Materialien für Zukunftsanwendungen. Das LuFo bot die geeignete Plattform, um sowohl einzelne Produktionsschritte als auch die komplette Prozesskette vom Erschmelzen des Materials über spezifische Guss- und Schmiedeprozesse bis hin zur Herstellung von prototypischen Bauteilen für Triebwerke zu entwickeln.



Dr. Jendrick Westphal, Jeppesen GmbH,  
reduziert Lärm bei Anflügen

### „LUFO HAT MIR DEN WEG ZUM FORSCHUNGSINGENIEUR ERMÖGLICHT“

Die Flugversuche auf dem Airbus A320 des DLR haben gezeigt, wie viel wir in Deutschland in kurzer Zeit erreichen können, wenn Industrie, Universitäten und Großforschung ihre Expertise auf ein gemeinsames Ziel fokussieren. Als Ergebnis

des Projektes wird nun bei Jeppesen Deutschland ein Produkt entwickelt, das in naher Zukunft die Einhaltung von lärmarmen, energieeffizienten Anflügen ermöglicht und gleichzeitig die Flugsicherung entlastet, weil die Piloten deren Zeitvorgaben noch genauer einhalten können.

Für mich persönlich bot das LuFo-Projekt eine ideale Plattform, um mein Wissen als Luftfahrt-Ingenieur unter Beweis zu stellen. So hat mir HETEREX während dieser überaus herausfordernden Aufgabe nicht nur ein Umfeld für meine Promotion geboten, sondern mir auch einen spannenden Arbeitsplatz in der Luftfahrt gesichert: Heute arbeite ich bei Jeppesen als Forschungsingenieur an internationalen Projekten.

# BDLI-TECHNOLOGIEROADMAP: ORIENTIERUNG FÜR DAS FORSCHUNGSNETZWERK

Nachdem die Luftfahrtindustrie Schadstoffausstoß und Lärmbelastung bereits drastisch senken konnte, sind auch die Ziele für die kommenden Jahrzehnte äußerst ambitioniert. Die Branche hat im Rahmen der europäischen Flightpath 2050 Vereinbarungen zugesichert, bis 2050 die Technologieentwicklung soweit voranzutreiben, dass im Vergleich zum Jahr 2000 CO<sub>2</sub>-Emissionen um 75% und der Ausstoß von Stickoxid um 90% gesunken sein werden. Die Lärmbelastung soll um 65% fallen. Neben den Umweltzielen vereint Flightpath 2050 strategische Ziele zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit und Technologieführerschaft der europäischen Luftfahrtindustrie. Europäische Kommission, Unternehmen und Forschungseinrichtungen wollen so die Erfüllung gesellschaftlicher Anforderungen wie hochwertige Arbeitsplätze und nachhaltige Mobilitätslösungen für Europa sicherstellen.

## ZIEL: CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UM 75% UND LÄRM UM 65% SENKEN

Da in der Luftfahrt jede weitere Verbesserung hart erarbeitet werden muss, bedarf es erheblicher Investitionen, diese ehrgeizigen Ziele zu erreichen. Politische Unterstützung auf europäischer und nationaler Ebene ist dabei essentiell. Erfolgsscheidend ist zudem eine Koordination der Ziele aller Partner im Forschungsnetzwerk. Ergänzend zum Flightpath 2050 hat sich daher das europäische Netzwerk der Luftfahrtforschung auf eine strategische Forschungsagenda zur Umsetzung des Flightpath 2050 verständigt.

Die im BDLI vereinigte deutsche Luftfahrtindustrie konkretisiert Flightpath 2050 und europäische Forschungsagenda mit einer eigenständigen Technologieroadmap. In einem gesamtheitlich abgestimmten strategischen Ansatz werden darin alle für Deutschland relevanten Technologiebereiche des Luftverkehrsystems bis 2050 aufgeführt. Diese betreffen Luftverkehrsmanagement, Flugbetrieb und Flugführung ebenso wie das Luftfahrzeug mit all seinen Aspekten der Konfiguration, Flugphysik, Antriebe, Systeme, Kabine und der Bauweisen, Werkstoffe und Fertigungsverfahren. Damit gibt der BDLI in seiner Roadmap dem Forschungsnetzwerk die notwendige Orientierung zur zeitlichen Einordnung und inhaltlichen Schwerpunktsetzung zukünftiger Technologieentwicklungen der in Deutschland ansässigen Luftfahrtindustrie.

## EVOLUTIONÄRE UND REVOLUTIONÄRE TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Die Technologieroadmap verdeutlicht, dass die individuellen Technologieentwicklungen unterschiedliche Zielbeiträge für das Gesamtsystem über den Zeitverlauf hervorbringen.

So plant der Systemführer Airbus vor 2030 kein komplett neues Flugzeug auf den Markt zu bringen, da der aktuell von der Triebwerkindustrie eingebrachte technologische Quantensprung signifikante Effizienzgewinne heutiger Flugzeugmuster ermöglicht. Vor diesem Hintergrund setzt Airbus bei der Innovation in der näheren Zukunft auf die evolutionäre Verbesserung bestehender Flugzeugmuster. Parallel zu evolutionären Innovationen werden bereits die Grundlagen für revolutionäre Technologiesprünge gelegt, welche neue Flugzeugkonfigurationen ermöglichen, die ihrerseits erneut erhebliche Zielbeiträge leisten.

Voranschreitende Technologien im Bereich der Werkstoffe, Bauweisen, Konstruktions- und Produktionsverfahren befähigen den klassischen Triebwerksbau, auch in Zukunft Effizienzsteigerungen einzubringen. „Enabler“ sind unter anderem virtuelle Konstruktions- und Testmethoden, neuartige Titan-Aluminium-Legierungen und Additive Layer Manufacturing.

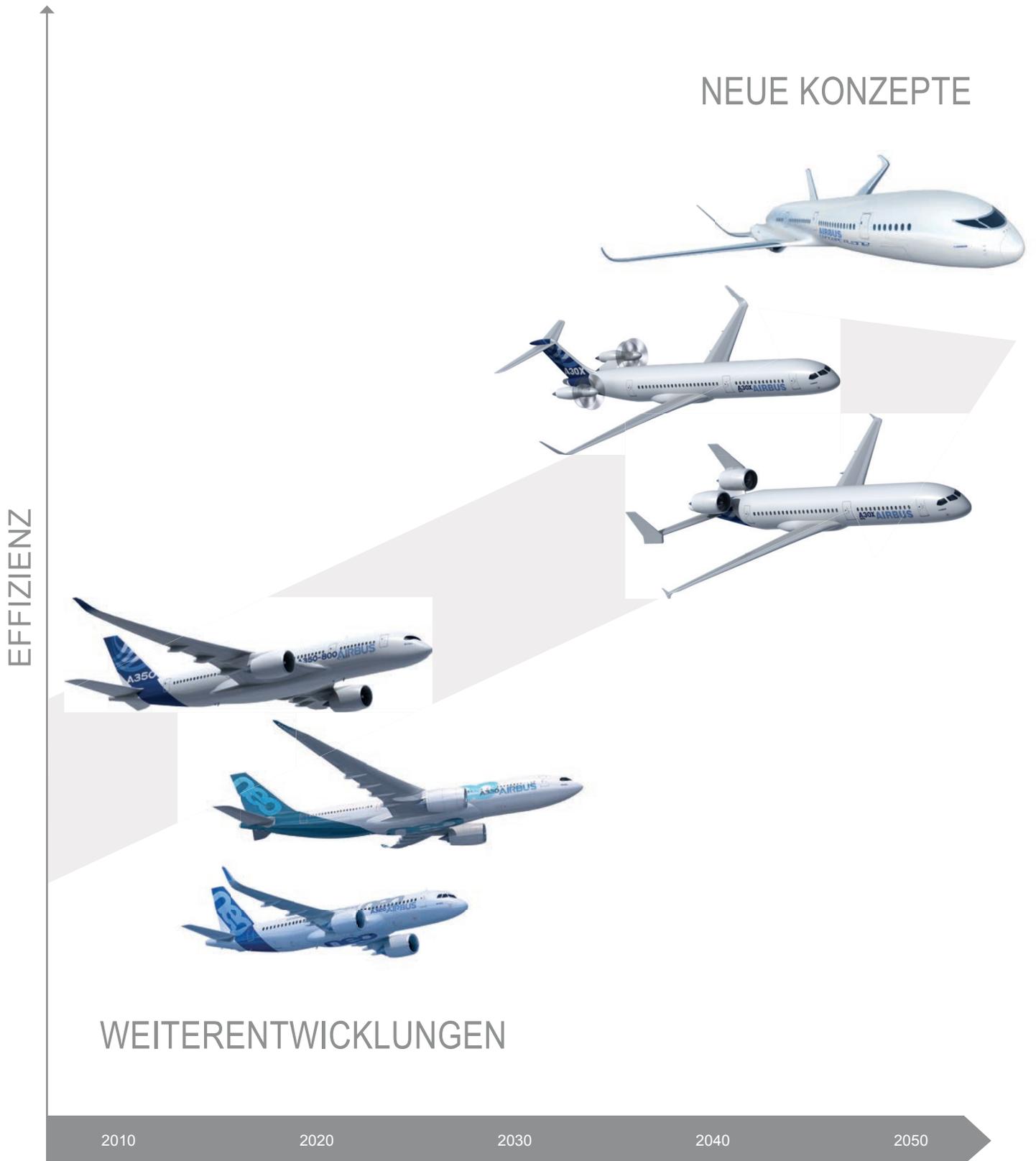
Auch die Elektrifizierung hält für die Anwendung in der Luftfahrt erhebliche Potenziale bereit. Mit dem E-Fan hat die Airbus Group bereits bewiesen, dass elektrisches Fliegen machbar ist, u.a. auf der ILA Berlin Air Show 2014. Auf dem Ludwig Bölkow Campus in Ottobrunn bei München plant das Unternehmen zusammen mit Siemens ein komplett neues Kompetenzzentrum für elektrische und hybride Antriebskomponenten. Hier sollen in den nächsten Jahren Technologiebausteine für Elektro- und Hybridantriebe mit einer Leistung von mehreren Megawatt entwickelt und getestet werden. Ein erster Schritt auf diesem Weg ist das bereits existierende „PowerLab“, in dem Komponenten mit mehreren hundert Kilowatt Leistung getestet werden können. Die Airbus Group arbeitet mit ihren Partnern an möglichen Architekturen für hybride Antriebe von Regionalflugzeugen mit bis zu 90 Sitzen.

## DIE ROADMAP ALS MITTEL ZUR KOMMUNIKATION UND VERNETZUNG

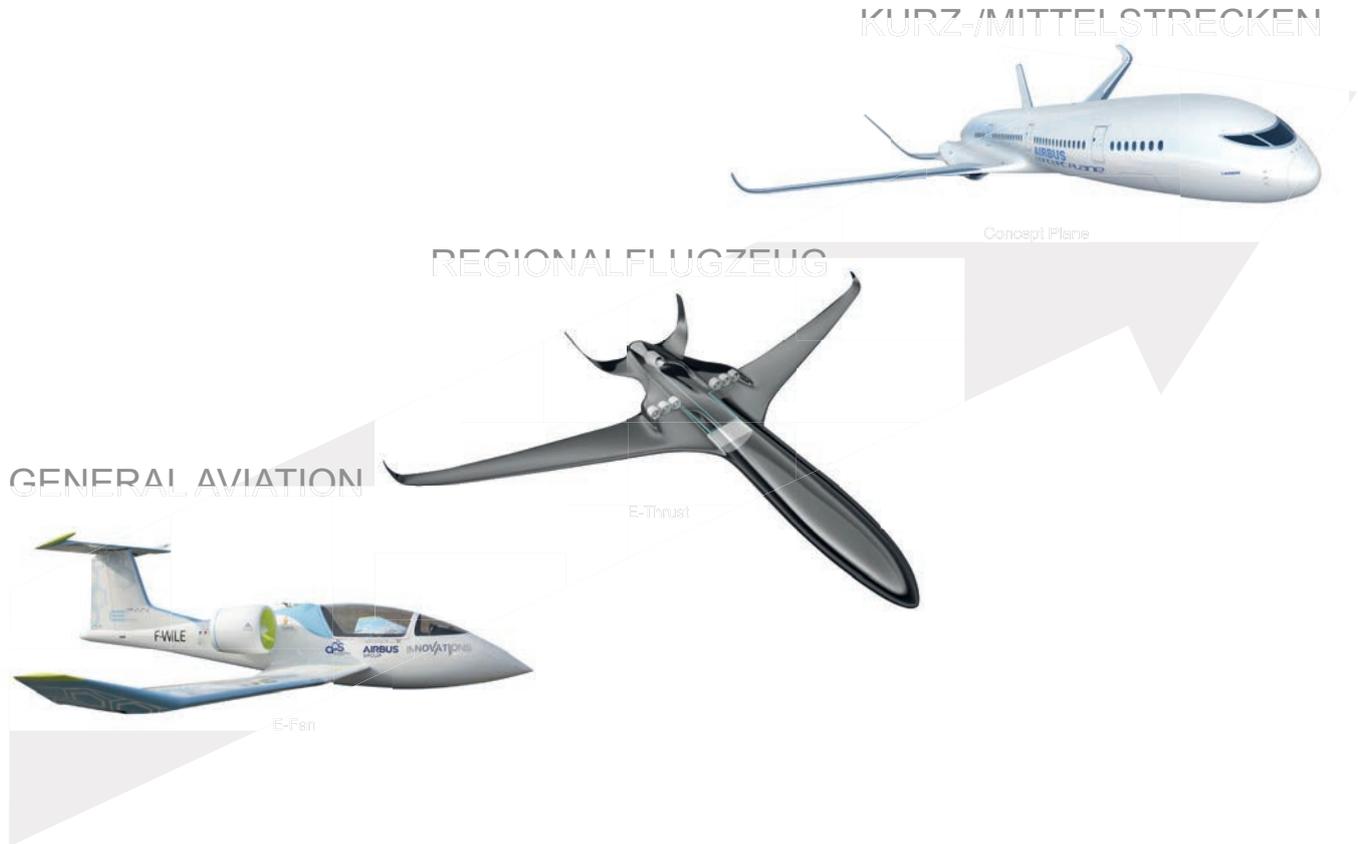
Auch die Bundesregierung bekennt sich in ihrer Luftfahrtstrategie zum europäischen Flightpath 2050 und richtet das nationale Luftfahrtforschungsprogramm an dessen Zielen aus. Die BDLI-Roadmap bietet somit der deutschen Luftfahrtindustrie eine ideale Grundlage, die Umsetzung neuer Technologien mit dem Fördergeber und dem Forschungsnetzwerk zu erörtern. Neben langfristiger Orientierung aller Beteiligten ermöglicht dies auch mehr kurz- und mittelfristige Flexibilität in der Reaktion auf sich abzeichnende Marktveränderungen.

Die kontinuierliche politische Unterstützung durch die Bundesregierung ist und bleibt wichtige Voraussetzung für das Erreichen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ziele einer der wichtigsten Branchen des Industriestandorts Deutschland.

# BALANCE ZWISCHEN KONTINUIERLICHEN WEITERENTWICKLUNGEN UND NEUEN KONZEPTEN



# BEISPIEL: TECHNOLOGIE-ROADMAP ELEKTRO- UND HYBRIDANTRIEBE



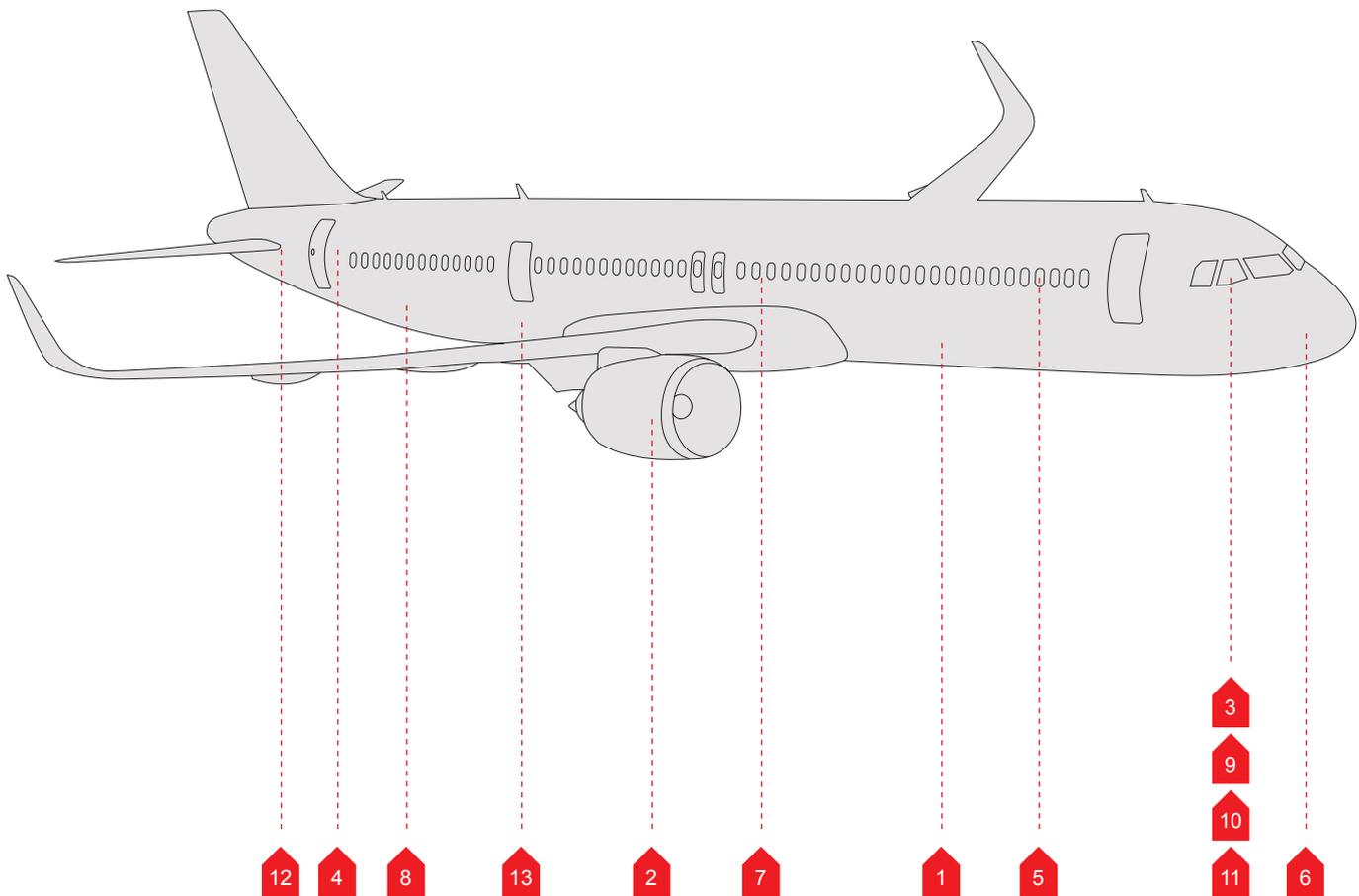
## NOTWENDIGE TECHNOLOGISCHE VERBESSERUNGEN



## BEISPIELE FÜR LUFO-GEFÖRDERTE FLUGZEUGINNOVATIONEN

Die modernsten und innovativsten Flugzeuge von heute sind leiser, leichter, sicherer, emissionsärmer und komfortabler bei bis zu 25% geringerem Kerosinverbrauch. Nicht zuletzt dank LuFo:

Das Forschungsprogramm der Bundesregierung brachte in den vergangenen 20 Jahren viele entscheidende Entwicklungen mit auf den Weg und wird dies auch in Zukunft tun.



- 1** Leichter Rumpf und aerodynamische Flügel aus CFK senken den Verbrauch
- 2** Innovative Triebwerke reduzieren Kraftstoffverbrauch und Emissionen, insbesondere Lärm
- 3** Erhöhte Sicherheit dank Fly-by-Wire Flugsteuerung
- 4** Gewichtsreduktion durch 3D-Metalldruck (Crew Rest Compartment)
- 5** Kabineninnovationen senken Verbrauch und erhöhen Komfort
- 6** Verbesserte Avionik, um Gesamteffizienz des Flugzeugs zu sichern
- 7** Energieeffizienzsteigerung durch Elektrifizierung der Systeme („more electric aircraft“)
- 8** Niedrigerer Verbrauch und erhöhte Trinkwasserqualität dank neuartiger Wasser- und Abwassersysteme
- 9** Optimierte Anflugprozedur verringert Geräuschbelastung und Emissionen
- 10** Kapazitätssteigerung und Verbrauchssenkung durch innovative Flugführungskonzepte z.B. Formationsflug
- 11** Erhöhte Automatisierung der Flugführung
- 12** Simulation für kürzere Entwicklungszyklen
- 13** Effiziente Fertigungs- und Reparaturverfahren

## HERAUSGEBER:

Bundesverband der Deutschen  
Luft- und Raumfahrtindustrie e.V.  
ATRIUM | Friedrichstraße 60  
10117 Berlin  
Tel.: +49 30 206140-0  
Fax: +49 30 206140-90  
E-Mail: [kontakt@bdli.de](mailto:kontakt@bdli.de)  
[www.bdli.de](http://www.bdli.de)

Mai 2015

## BILDNACHWEIS:

BMWi  
Airbus Group  
Airbus  
Airbus Helicopters  
MTU Aero Engines  
Rolls-Royce  
Diehl Aerospace  
Liebherr-Aerospace  
DLR  
Jeppesen

# 20 JAHRE LUFTFAHRTFORSCHUNGSPROGRAMM

// Jeder investierte Euro rentiert sich fünffach

// Anzahl der Beschäftigten mehr als verdoppelt

// Weltklasse-Produkte

// Zukunftsfähige Branche dank Technologieführerschaft

## ZIEL BIS 2050:

// CO2-Emissionen um 75% und Lärm um 65% senken



Bundesverband der Deutschen  
Luft- und Raumfahrtindustrie e.V.  
ATRIUM | Friedrichstraße 60  
10117 Berlin  
Tel.: +49 30 206140-0  
Fax: +49 30 206140-90  
E-Mail: [kontakt@bdli.de](mailto:kontakt@bdli.de)  
[www.bdli.de](http://www.bdli.de)