

Die Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland

BAYERN: INNOVATION & TRADITION

Wenn Unternehmergeist auf Erfindergeist trifft



DIE LUFT- UND
RAUMFAHRTREPUBLIK
DEUTSCHLAND

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



Die Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland

BAYERN: INNOVATION & TRADITION

Wenn Unternehmergeist auf Erfindergeist trifft



Online lesen:





WARUM LUFT- UND RAUMFAHRT UNS ALLE BETRIFFT



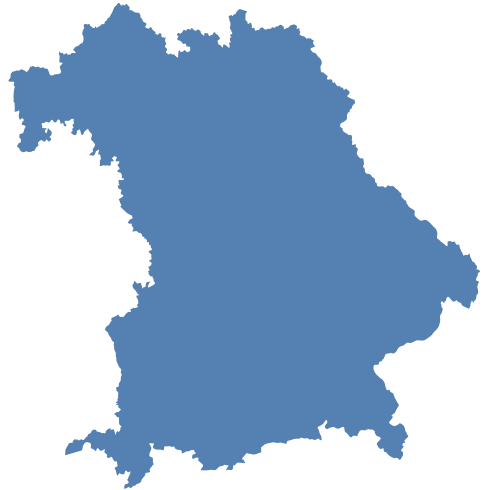
Volker Thum
BDLI-Hauptgeschäftsführer

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. 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. Und jeder, der in einen Airbus einsteigt, betritt sächsischen Boden. Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen das Land Bayern und seine Innovationen näher vorstellen. Mit der Publikationsreihe „Die Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland“ danken wir all jenen, die mit ihrer Arbeit unsere Branche und damit auch unser Land tagtäglich ein Stück voranbringen - ganz gleich ob in Regierung, Administration, Industrie oder Forschung.



DIE LUFT- UND RAUMFAHRTREPUBLIC DEUTSCHLAND



BAYERN

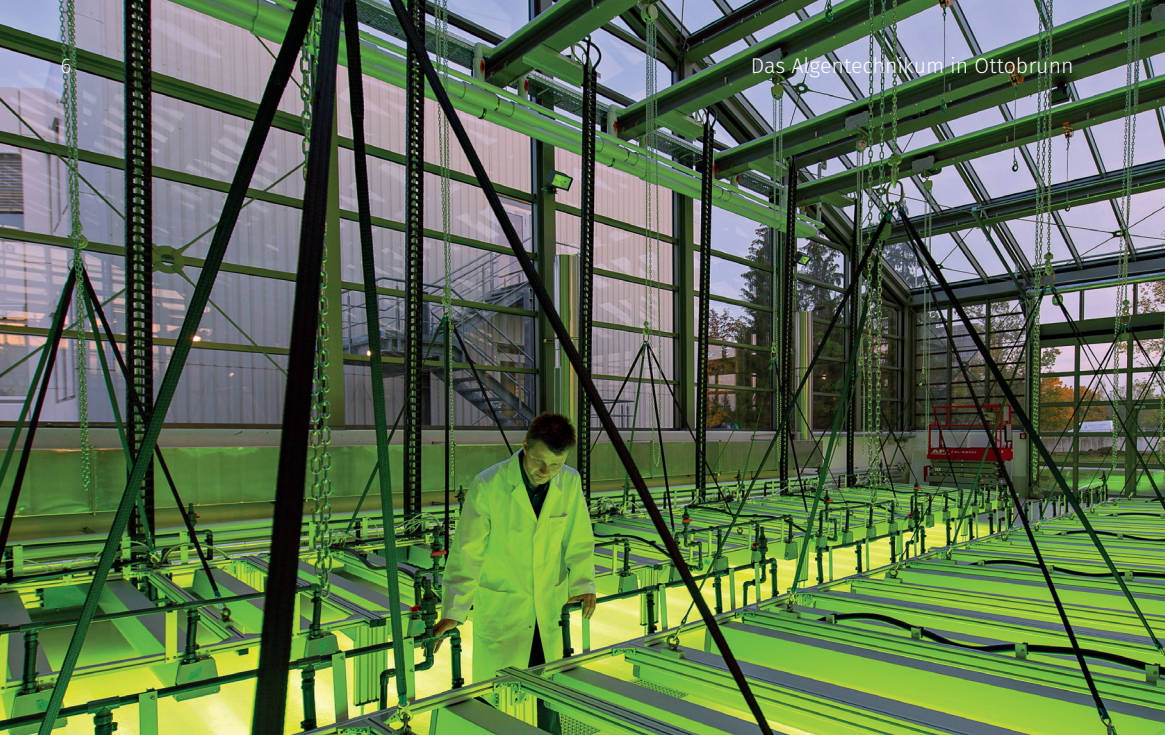
INNOVATION & TRADITION

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 Hochtechnologiestandort 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.

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 Niederdruckturbine 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.



AUF DER ISS ERFORSCHT – IM FLUGZEUG INGESETZT

Flugzeuge werden immer leichter und schonen dadurch die Umwelt. Moderne Maschinen wiegen bis zu einem Viertel weniger als Vorgängermodelle – bei der Airbus A350 entspricht das immerhin dem Gewicht von gut 25 Mittelklassewagen. Zu verdanken ist dies unter anderem neuen, ultraleichten Werkstoffen – darunter Titanaluminid, ein Leichtbaumaterial, das die MTU Aero Engines zusammen mit Partnern für Triebwerksschaufeln entwickelt hat – und das in Rekordzeit. Know-how dafür kommt auch aus dem Labor der Internationalen Raumstation ISS.

In der Schwerelosigkeit des Alls können Tests durchgeführt werden, die auf der Erde nicht möglich wären. Denn die Erdanziehung verfälscht Ergebnisse mitunter und macht sie damit wertlos. So werden auch neuartige Materialien im Labor der ISS erforscht. Ein Beispiel ist Titanaluminid: Unter Leitung des Aachener Access-Instituts haben die Astronauten der Raumstation den Stoff untersucht und konnten so beispielsweise herausfinden, wie schnell er unter bestimmten Bedingungen abkühlt – eine entscheidende Erkenntnis, um den Werkstoff später auf der Erde verarbeiten zu können.

FORSCHUNG IM ALL – EINSATZ AUF DER ERDE

Von den Forschungsprojekten im Weltall profitiert die Luftfahrt. Denn Titanaluminid ist perfekt für den Einsatz unter Extrembedingungen, wie sie etwa in Flugzeugtriebwerken herrschen: hohe Drücke und Temperaturen von mehreren hundert Grad. Nur wenige Materialien halten dem stand. Titanaluminid ist eines davon und kommt zum Einsatz in der schnellaufenden Niederdruckturbinen des Getriebefan-Triebwerks der MTU. Dabei ist der Werkstoff gerade mal halb so schwer wie bislang verwendete Legierungen aus Nickel – eine Sensation.

Und die Ergebnisse der Forschungsarbeit fliegen bereits. Das Münchener Unternehmen MTU Aero Engines, ein weltweit agierender Triebwerksher-

steller, hat zusammen mit Partnern aus Forschung und Industrie eine hochfeste Variante des Werkstoffs Titanaluminid entwickelt und formt daraus Turbinenschaufeln. „Hat man bisher alle 20 Jahre mit dem Erscheinen eines neuen Werkstoffs gerechnet, ist es uns in gerade einmal sieben Jahren gelungen, ein neues Material dieser gänzlichen neuen Werkstoffklasse in die Serie zu bringen“, sagt MTU-Technikvorstand Dr. Rainer Martens.

DIE TURBINE AUF DIÄT SETZEN

Neuartige Materialien wie Titanaluminid helfen, den Treibstoffverbrauch von Flugzeugen zu senken, denn im Vergleich zu den bislang eingesetzten Nickellegierungen sind Turbinenschaufeln aus dem neuartigen Werkstoff nur halb so schwer; zudem erlauben sie weitere Gewichtseinsparungen der mit ihnen verbundenen Bauteile.

Titanaluminide eröffnen neue Horizonte, denn auch andere Triebwerkskomponenten können leichter gebaut werden. Dadurch werden Triebwerke noch ressourcenschonender, kraftstoffsparender und sauberer, denn jede Gewichtsreduzierung wirkt sich senkend auf Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen aus. Der neue Werkstoff leistet damit einen wichtigen Beitrag, um die ehrgeizigen Klimaschutzziele der Luftfahrtbranche zu erreichen.

Die A320neo von Airbus setzt seit gut einem Jahr als erstes Flugzeug weltweit Schaufeln aus Titanaluminid in der schnellaufenden Niederdruckturbinen eines Getriebefan-Triebwerks ein – made by MTU. Und die Forschungsarbeiten gehen weiter. Die Vision der MTU-Werkstoffspezialisten: Noch bessere Titanaluminid-Legierungen und noch mehr Triebwerksteile aus dem neuen Werkstoff zu realisieren.



TRIEBWERKS- SCHAUFELN WIE VON ZAUBERHAND

Kann man Metallteile formen, ohne sie dabei zu berühren? Was nach Science Fiction klingt, ist bei MTU Aero Engines inzwischen Realität. Das Unternehmen formt spezielle Triebwerksschaufeln mit ungekannter Präzision und komplett ohne Berührung. Das Ergebnis trägt dazu bei,

dass Antriebe in modernen Flugzeugen bis zu 16 Prozent weniger Treibstoff verbrauchen und entsprechend weniger CO2 ausstoßen.

INNOVATIVES VERFAHREN FÜR NEUE FORMEN UND STOFFE

Das hochinnovative Verfahren heißt Präzises Elektrochemisches Abtragen (Precise Electrochemical Machining, PECM). Das Metall wird dabei mit Hilfe von Stromflüssen Schicht für Schicht aufgelöst und so in die gewünschte Form gebracht. Das Metall wird dabei mit Hilfe einer Natriumnitratlösung sowie elektrischem Strom, die zwischen Bauteil und Werkzeug geleitet werden, kontinuierlich abgetragen. Die Flüssigkeit hat dabei drei Funktionen: Sie stellt eine elektrisch leitende Verbindung her, sorgt für den Abtransport des abgetragenen Materials sowie des entstehenden Wasserstoffs und kühlt den Prozess. Ein großer Vorteil: Es gibt keinen Werkzeugverschleiß, da zwischen Abformwerkzeug und Material immer ein Abstand im Mikrometerbereich verbleibt. Das Ergebnis ist ein fertiges Triebwerksteil – die sonst notwendige Nachbearbeitung der Oberfläche entfällt. PECM bedeutet Metallbearbeitung und Feinschliff in einem.

Zum Einsatz kommen die auf diese Weise geformten Schaufeln im Verdichter. Dort wird die Luft komprimiert, bevor diese in die Brennkammer des Triebwerks geleitet wird. Die Bedingungen stellen höchste Anforderungen an die Werkstoffe. Sie müssen extremen Temperaturen von bis zu 650 Grad trotzen. Deshalb werden heute besonders hitzebeständige Nickellegierungen genutzt. Das herkömmliche Fräsen dieses Werkstoffs ist jedoch extrem aufwendig und teuer. PECM macht die präzise Bearbeitung von Nickel wirtschaftlich vertretbar.

TRIEBWERKSTEILE WIE AUS EINEM GUSS

Das neue Verfahren erlaubt es, die Verdichterschaufeln so präzise zu formen, dass Luftströme optimal durch das Triebwerk geleitet werden. Anstatt die Schaufeln wie früher einzeln zu fräsen und auf eine Scheibe zu montieren, wird das komplexe Bauteil aus einem Stück hergestellt – eine sogenannte Blistk. Das Fehlen von Schnittstellen bedeutet: kein Verschleiß und keine Leckagen mehr. Das erhöht den Wirkungsgrad im Verdichter. Und das spart Gewicht. Triebwerke

werden kompakter und weniger wartungsintensiv. Aus diesen Gründen produziert MTU Aero Engines Getriebefanverdichter erstmals für zivile Flugzeuge vollständig in Blistkbauweise.

INNOVATIONSSTANDORT MÜNCHEN

Das Unternehmen hat die vier PECM-Serienanlagen am Münchner Standort eigenständig konzipiert und gebaut sowie die Verfahren selbst entwickelt. Perspektivisch kann es auch auf neue Anwendungsbereiche übertragen werden, beispielsweise um Schaufeln für Turbinen herzustellen und Metalloberflächen präzise zu bearbeiten.



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: exzellent qualifizierte und engagierte Mitarbeiter, ein starkes Forschungsnetzwerk sowie die notwendige Standort- und Technologieförderung seitens Politik und Behörden.



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.







Thomas Gottschild

Geschäftsführer, Mitglied im Vorstand des MBDA Konzerns

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 Wirsystemen. 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 Schlüssel-Kompetenzen, 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, Service-Leistungen 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 in Ulm.



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 Fürstenfeldbruck.

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.

Der Unbemannte Missionsausüstungsträger



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.



SPÜRHUND FÜR DROHNEN

Empfängt Angela Merkel die Staatsoberhäupter der G7-Staaten in Deutschland, sind alle Sicherheitskräfte in Alarmbereitschaft. Kann auch kein Unbefugter in die Nähe gelangen? Sind alle Beteiligten sicherheitsüberprüft? Wird der Luftraum überwacht? Inzwischen muss dabei auch eine neue Gefahr bedacht werden: Kommerzielle Kleindrohnen könnten unbemerkt auf ein abgesperrtes Gebiet gelangen und Schaden anrichten.

Schätzungsweise 400.000 privat genutzte Drohnen gibt es in Deutschland aktuell. Sie sind auf jedem freien Markt verfügbar, praktisch jeder kann sie erwerben; ein Missbrauch ist schwer auszuschließen. Die möglichen Bedrohungsszenarien sind vielfältig: von Provokationen im öffentlichen Raum über die Ausspähung geheimer und sensibler Informationen bis hin zu terroristischen Handlungen.

Sollen Großveranstaltungen geschützt werden, stehen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) vor der Frage: Wie können die teils wenige Zentimeter großen Flugkörper in einem riesigen, mitunter wenig überschaubaren Gebiet rechtzeitig entdeckt werden? Und wie können sie im Ernstfall gezielt und unverzüglich unschädlich gemacht werden?

DIE NADEL IM HEUHAUFEN FINDEN

Antworten auf diese Fragen kommen unter anderem aus dem bayerischen Fürstenfeldbruck. Das Unternehmen ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH hat gemeinsam mit Partnern aus Deutschland und Europa ein Drohnenabwehrsystem entwickelt. In einem Radius von 1.000 Metern spürt das System unbemannte Luftfahrzeuge und die dazu gehörenden Steuerer auf – eine Aufgabe, die der berühmten Suche nach der Nadel im Heuhaufen gleicht.

Mehrere Mechanismen führen dabei zum Erfolg. Erstens: Drohne und Fernbedienung kommunizieren miteinander. Die Funksignale sind zwar nicht zu sehen, wohl aber von speziellen Sensoren zu erkennen. So können Drohne und Pilot eindeutig zugeordnet werden. Zweitens: Ein Radar erfasst in dem Gebiet alle bewegten Objekte und kann Drohnen automatisch etwa von Vögeln unterscheiden. Keine Drohne bewegt sich unentdeckt. Und drittens: Mikrofone und Kameras ermitteln noch exakter die Bewegungen des Flugkörpers.

Die zuständigen Sicherheitskräfte erhalten die gesammelten Informationen auf einem Bildschirm übersichtlich dargestellt – und wissen so immer, wo sich Drohnen und deren Piloten befinden. Im Ernstfall können sie beispielsweise die Funkverbindung zwischen Flugobjekt und Fernsteuerung kappen – dadurch landet die Drohne automatisch oder fliegt zu ihrem Startpunkt zurück.

TECHNIK AUS DEM KLEINBUS

„Die Anforderungen beim Schutz von Großveranstaltungen sind hoch“, sagt Christian Jaeger von ESG. „Unser Drohnenabwehrsystem bietet die notwendigen Technologien und ist auf die spezifischen Bedürfnisse der Kunden anpassbar.“ Auf diese Weise schützt das System Gebäude wie Tagungshotels ebenso effizient und effektiv wie auch Außenbereiche oder ganze Stadien. So groß die Wirkung, so klein das System: Die Technik passt in einen Kleinbus und kann so kurzfristig an einen anderen Ort verlegt werden.

Christian Jaeger ergänzt: „Wenn der amerikanische Präsident Deutschland besucht oder zigttausend Fußballbegeisterte auf der Fanmeile feiern, werden diese Großereignisse von komplexen Sicherheitsvorkehrungen begleitet. Drohnenabwehr ist dabei ein integraler Teil und muss im Zusammenspiel mit anderen Techniken reibungslos funktionieren. Unser System gewährleistet das und kann leicht in bestehende Sicherheitskonzepte integriert werden.“

Das Drohnenabwehrsystem der ESG wurde auf dem G7-Gipfel in Elmau 2015 sowie während des Besuchs von US-Präsident Barack Obama auf der Hannover Messe 2016 vom Bundeskriminalamt eingesetzt.



LUFTFAHRTGEPRÜFTE SICHERHEIT FÜR WINDRÄDER

Am Boden fest verankerte Windenergieanlagen scheinen auf den ersten Blick so gar nichts mit Flugzeugen gemein zu haben, die in mehr als 10.000 Metern Höhe um die Welt fliegen. Und doch: Das Rotorblatt eines Windrades ist im Laufe seines Lebens ähnlichen Kräften ausgesetzt wie die Tragflächen eines Flugzeuges. Das bayerische Technologieunternehmen IABG hat sich dieses Wissen zu Nutzen gemacht und einen revolutionären Test für Rotorblätter entwickelt.

Bis zu 190 Millionen Mal dreht sich der Rotor einer Windenergieanlage während seiner rund 20-jährigen Lebenszeit. Dabei muss es Stürmen oder Orkanböen trotzen. Die Kräfte wirken am stärksten auf die bis zu 90 Meter langen Rotorblätter ein. Eine Beschädigung oder gar der Bruch eines Blattes würden die Windenergieanlage funktionsunfähig machen und mitunter eine ernsthafte Gefahr darstellen. In umfangreichen Tests wird daher vor Inbetriebnahme geprüft, ob die Rotorblätter den Belastungen über Jahrzehnte hinweg standhalten.

In sogenannten Dauerschwingversuchen simulieren die Hersteller die Belastungen und legen die Ergebnisse den Zulassungsstellen zur Zertifizierung vor. Bei den Tests befestigen sie das Rotorblatt an einem mehrere hundert Tonnen schweren Betonblock und biegen das freie Ende in verschiedene Richtungen – als würde man ein Lineal zwischen Daumen und Zeigefinger halten und es kräftig verbiegen. Und das bis zu fünf Millionen Mal. So wird quasi im Zeitraffer nachgebildet, welchen Belastungen das Blatt im Laufe seiner Nutzungsdauer standhalten muss.

DAS NADELÖHR VERGRÖßERN

Entsprechend lange dauern die bislang üblichen Tests. Sie beanspruchen zwischen sechs und neun Monate und stellen aktuell das Nadelöhr bei Entwicklung und Zulassung neuer Windräder dar. Dabei ist der Zeitdruck hoch: Windkraft ist ein wesentlicher Baustein der Energiewende. Dafür sollen in den kommenden Jahren neue Anlagen entstehen und alte gegen neue, leistungsstärkere ersetzt werden.

Hier kommt die IABG aus Ottobrunn ins Spiel: Das Unternehmen hat ein System entwickelt, das die Testzeit nahezu halbiert, ohne dass Genauigkeit oder Realitätstreue darunter leiden. Bislang war die Dauer der Tests durch die sehr niedrige Eigenfrequenz eines Rotorblattes begrenzt. Das neue Verfahren erhöht diese Eigenfrequenz des Testsystems und simuliert die Belastungen gleichzeitig so genau, dass das Ergebnis nicht verfälscht wird. Das Verfahren eignet sich für alle heute üblichen Rotorblätter hinsichtlich Größe und Beschaffenheit und ist bereits für die Prüfung zugelassen.

PARADEBEISPIEL FÜR SPILL-OVER

Die IABG nutzt dabei ihre jahrzehntelange Erfahrung aus Belastungstests für Flugzeuge. Seit mehr als 50 Jahren prüft das Unternehmen unter anderem alle neuen Airbus-Modelle. Die Anforderungen sind ähnlich: Bevor ein neues Flugzeugmodell in Betrieb gehen darf, muss nachgewiesen sein, dass seine Struktur die Belastungen in allen Einsatzszenarien aushält. Auch in diesen Versuchen werden die einwirkenden Betriebslasten simuliert und im Zeitraffer nachgebildet.

Der Know-how-Transfer geht bis ins Detail: So nutzt die IABG bei den Rotorblatttests Klebebefestigungen, die ursprünglich für die Prüfung von Fliegern entwickelt wurden. Mit diesen sogenannten Pads wird das Rotorblatt am Anregungssystem befestigt, das dann die Belastungen herstellt. Und übrigens: Auch bei Flugzeugtests konnte die IABG die Prüfdauer in den letzten Jahren deutlich verkürzen.

Das Beispiel zeigt: Innovationen aus der Luftfahrt ermöglichen wegweisende Technologien in völlig anderen Branchen.



Liebherr-Aerospace ist einer der weltweit führenden Flugzeug-Ausrüster

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 Flugzeugauteilen 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 sind es rund 10.000.



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 Familiengesellschafter 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.

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 hochqualifizierten 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-koordinierten 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.



Rettungseinsatz der Bergwacht mit einer H145

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.



DER FLÜSTERHUBSCHRAUBER IST MÖGLICH

Wenn es um umweltverträgliche Zukunftstechnologien geht, können Politik und Privatwirtschaft ideale Partner sein. Ein Beispiel ist der Technologiedemonstrator Bluecopter: Airbus Helicopters hat im bayerischen Donauwörth bei der Entwicklung des Bluecopter von Anfang an das Entwicklungsziel Lärmreduktion in den Mittelpunkt gerückt und als Ergebnis dieser Arbeit den weltweit leisesten Hubschrauber geschaffen. Maßgeblich zum Erfolg beigetragen hat die finanzielle Unterstützung durch das Europäische Luftfahrtforschungsprogramm Cleansky und das deutsche Luftfahrtforschungsprogramm LuFo. Airbus Helicopters hat zudem die öffentliche Förderung mit Eigenmitteln von mehr als der Hälfte der gesamten Projektkosten komplettiert.

FLÜSTERTECHNOLOGIEN SENKEN LÄRM

Mit dem Bluecopter hat Airbus Helicopters den Flüsterhubschrauber schlechthin entwickelt. Der Lärmteppich, den dieser Hubschrauber abstrahlt, ist annähernd halb so groß wie bei einem vergleichbaren gängigen Muster. Insgesamt unterbietet der Hubschrauber die geltenden ICAO Lärmzulassungsvorschriften erheblich. Für das menschliche Ohr entspricht das einer Halbierung des wahrgenommenen Geräusches bezüglich der geltenden Grenzwerte. Für diesen Erfolg entwickelten und kombinierten die Spezialisten in Donauwörth zahlreiche Innovationen miteinander.

Einen Schwerpunkt bilden Optimierungen in allen Bereichen des Rotorblattes. Der Durchmesser des Rotors wurde erhöht, die Blattprofile wurden gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Universität Stuttgart nach neuesten wissenschaftlichen Kenntnissen entwickelt und die Blattspitze neu geformt. Dadurch erzeugen die Blätter beim Drehen schwächere Blattspitzenwirbel, die vor allem im Landeanflug wesentlich zur Lärmemission beitragen. Zudem fliegt der Bluecopter mit fünf anstatt vier Rotorblättern. Die Rotordrehzahl ist variabel ausgelegt, so dass zum Beispiel

im lärmintensiven Anflug wie auch im Steigflug durch Drehzahlreduktion die Lärmabstrahlung reduziert wird. Weitere lärmreduzierende Maßnahmen komplettieren das Konzept, etwa am Heckrotor, dem sogenannten Fenestron: Auch er dreht sich langsamer und hat zudem eine ausgekleidete, lärm-dämpfende Ummantelung bekommen. Sowohl die Blätter als auch die Nabe einschließlich der Befestigung-Streben wurden unter lärmarmen Gesichtspunkten komplett neu geformt.

GEWINN FÜR DIE UMWELT

Von den Lärmreduktionen profitieren Mensch und Umwelt direkt. Aber der Bluecopter sticht auch in Sachen Senkung von Verbrauch und Gasemissionen hervor. Treibstoffeinsparungen von mehr als 40 Prozent gegenüber vergleichbaren zweimotorigen Modellen sind möglich. Das liegt beispielsweise an der erheblichen Reduktion des Luftwiderstandes der Zelle, des Rotors und des optimierten Triebwerksluftlasses. Zudem kann und darf der Bluecopter im normalen Reiseflug eine der beiden Turbinen abschalten – diese sogenannte „single engine operation“ ermöglicht den Großteil der Emissionsreduktion.

NEUE ENTWICKLUNGSVERFAHREN ERFOLGREICH EINGEFÜHRT

Der technologische Durchbruch ist insbesondere einem neuen, bei Airbus Helicopters Deutschland eingeführten, weit gereiften und validierten Simulationsverfahren zu verdanken. Das multidisziplinäre Verfahren ermöglicht die gleichzeitige Berücksichtigung aller Auslegungsziele – darunter Lärm, Leistung, Vibrationen, Gewicht oder Kosten – in einem einzigen Entwicklungsprozess. Damit wurde der hochkomplexe Prozess der Rotorentwicklung erheblich beschleunigt und die Kosten merklich gesenkt. Die Eigenschaften wurden zudem verlässlich vorhergesagt und in den Boden- und Flugversuchen bestätigt. Die Messergebnisse aus den Versuchen fließen wieder zurück in die Simulation und optimieren so deren Genauigkeit für nachfolgende Entwicklungen. Insgesamt wurde die Anzahl der nötigen Flugstunden zur grundlegenden Charakterisierung des Rotors von mehreren hundert Stunden auf 25 Stunden reduziert.

FÖRDERPROGRAMME BRINGEN TECHNOLOGIEN VON MORGEN HERVOR

Im Zuge des Bluecopter-Projektes hat Airbus Helicopters 30 Patente angemeldet. Die neuen Technologien und Entwicklungsverfahren werden kommende Hubschraubergenerationen prägen. Das Verfahren ist weitgehend skalierbar und kann auch auf den Bau von Rotoren für Drohnen oder elektrisch angetriebene Senkrechtstarter übertragen werden und auch diese Entwicklungsprojekte somit erheblich beschleunigen.

Die Entwicklung des Bluecopter hat insgesamt einen zweistelligen Millionenbetrag gekostet. Selbst für ein weltweit erfolgreiches Unternehmen wie Airbus Helicopters sind solche Investitionen ohne staatliche Unterstützung nicht möglich. Bluecopter zeigt, wie wichtig es ist, zielgerichtete einzelne Entwicklungsprojekte zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit des Hubschraubers zu einem hohen Reifegrad zu bringen, aufeinander abzustimmen und auch im Flug zu demonstrieren. Nicht zuletzt damit werden die Mitarbeiter sehr motiviert, ihre Arbeit auch „in die Luft“ zu bekommen. Die intelligente Kombination aus Eigenmitteln, nationalen und europäischen Fördermitteln erlaubte mit Bluecopter technische Entwicklungssprünge.

Bluecopter-Projekt von Airbus Helicopters



KEROSIN AUS SONNENLICHT

Solarenergie gehört weltweit zu den am schnellsten wachsenden Energieträgern. Der Grund: Die Sonne beschert uns schier unbegrenzte Mengen an sauberer Energie.

Spätestens mit der Weltumrundung des Solarflugzeugs Solar Impulse hat die Sonnenenergie auch

in der Luftfahrt Einzug gehalten. Doch trotz aller Fortschritte eignen sich Solarzellen nicht für große Passagierflugzeuge, die deshalb auf absehbare Zeit auf Flüssigkraftstoff angewiesen sein werden.

Um die Energie der Sonne im großen Stil nutzen zu können, arbeiten europäische Wissenschaftler mit Hochdruck an revolutionären Lösungen. Mit Erfolg: Vor kurzem ist einem europäischen Forscherteam ein wissenschaftlicher Durchbruch gelungen. Erstmals haben sie im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojekts SOLAR-JET aus Sonnenlicht, CO₂ und Wasser synthetisches Kerosin hergestellt.

„Zunehmende Herausforderungen in Bezug auf Umweltschutz und Versorgungssicherheit führen dazu, dass der Luftfahrtsektor Alternativen zum herkömmlichen Kraftstoff erforscht. Als sogenannte ‚Drop-in‘-Lösungen sollen diese in bestehenden Infrastrukturen genutzt werden können“, so Dr. Andreas Sizmann, Projektkoordinator am Bauhaus Luftfahrt. „Mit dem ersten praktischen Machbarkeitsnachweis für die Herstellung von ‚solarem‘ Kerosin macht das Projekt SOLAR-JET einen großen Schritt in Richtung einer wirklich nachhaltigen Kraftstoffalternative mit nahezu unbegrenzten Ressourcen.“

Das SOLAR-JET Team hat einen innovativen Prozess entwickelt, bei dem durch konzentriertes Sonnenlicht CO₂ und Wasser zu einem Gas umgewandelt werden. Dieses Gas, eine Mischung aus Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid, wird mithilfe des bereits am Markt etablierten Fischer-Tropsch-Verfahrens in synthetisches Kerosin umgewandelt. Da das im solaren Kerosin enthaltene CO₂ komplett der Luft entnommen wurde, wird bei der Verbrennung kein zusätzlicher Kohlenstoff freigesetzt. Solares Kerosin ist somit klimaneutral.

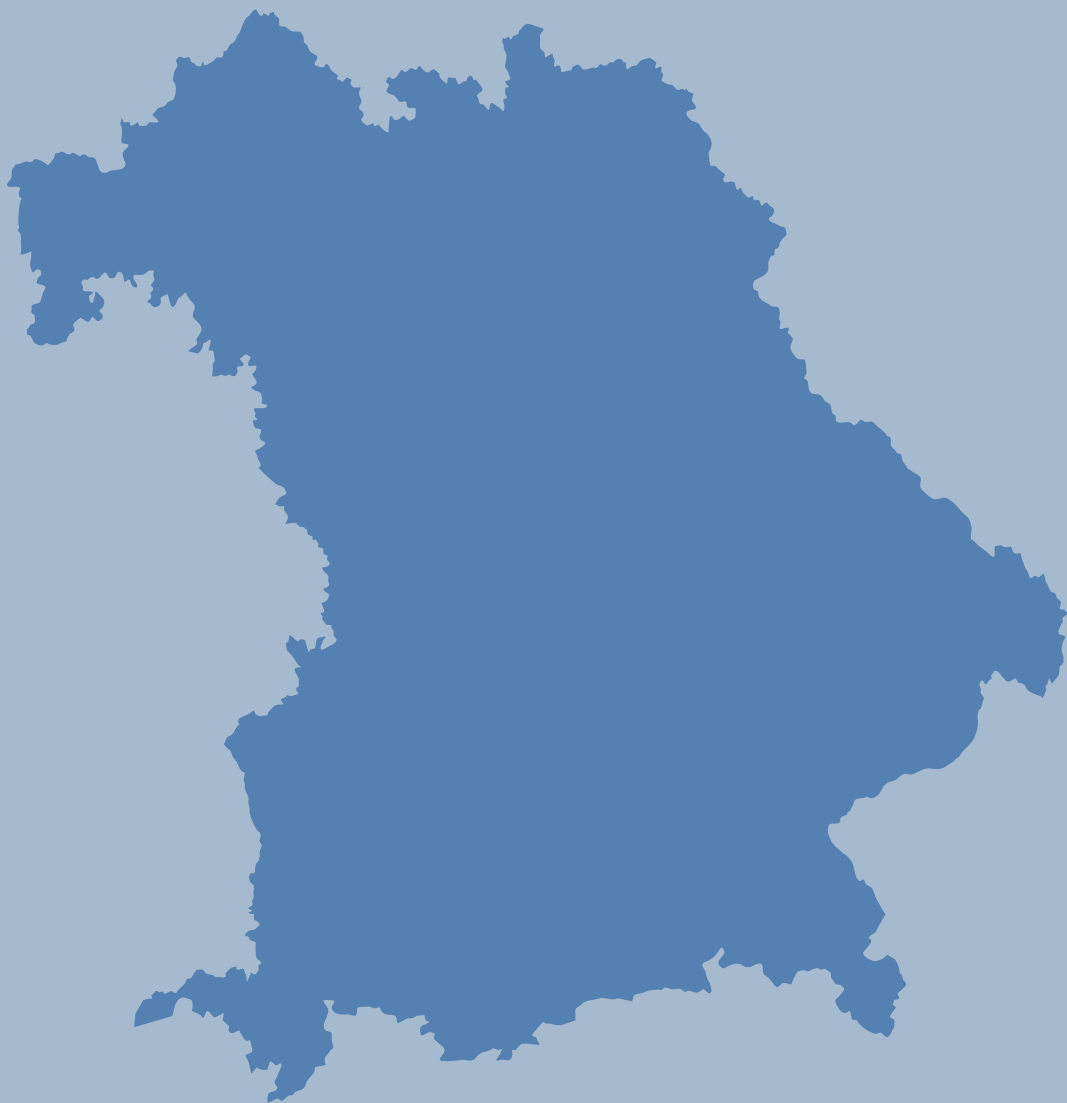
Dieser Durchbruch könnte die Zukunft der Luftfahrt maßgeblich beeinflussen. Darüber hinaus könnten mit diesem Produktionsprozess potenziell auch andere Kraftstoffarten wie Diesel, Benzin oder reiner Wasserstoff nachhaltig hergestellt werden.

Das Projekt SOLAR-JET wurde im Juni 2011 gestartet und vier Jahre lang von der EU gefördert. An dem Projekt beteiligt sind namhafte wissenschaftliche Einrichtungen wie die ETH Zürich, das Bauhaus Luftfahrt, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, und Shell Global Solutions sowie der Management-Partner ARTTIC.

Im ersten Schritt wurde die technische Machbarkeit der Herstellung von Flugzeugkraftstoff aus Sonnenlicht bewiesen. Die nächste, ähnlich ambitionierte Projektphase hat bereits begonnen. Unter dem Projektnamen SUN-to-LIQUID wollen die Partner die industrielle Produktion von solarem Kerosin vorantreiben. Das Ziel: die gesamte Prozesskette, die in SOLAR-JET im Labormaßstab demonstriert wurde, erstmals im Feld zu erproben und dabei den Ertrag um mindestens einen Faktor 30 zu steigern.



Durch konzentriertes Sonnenlicht werden CO₂ und Wasser zu einem Gas umgewandelt



Wir danken für ihre Unterstützung allen an dieser Broschüre beteiligten Unternehmen aus [BAYERN](#), die mit ihrer Arbeit unsere Branche und damit auch unser Land tagtäglich ein Stück voranbringen - ganz gleich ob in Industrie oder Forschung.

328 Support Services GmbH, Weßling
www.328.eu

Accenture GmbH, München
www.accenture.com

ACENTISS GmbH, Ottobrunn
www.acentiss.de

AERO - Bildungs GmbH, Weßling
www.aero-bildung.de

Aerotech Peissenberg GmbH & Co. KG, Peissenberg
www.aerotech.de

AES Aerospace Embedded Solutions GmbH,
München
www.aesolutions.de

Airbus Defence & Space GmbH, München
www.airbus.com

Airbus Helicopters Deutschland GmbH,
Donauwörth
www.airbushelicopters.com

AirCert GmbH, Ottobrunn
www.aircert.org

Aircraft Philipp Übersee GmbH & Co. KG, Übersee
www.aircraft-philipp.com

AKQUISYS GmbH, Ochsenfurt
www.akquisys.de

Aligned Aviation Consulting GmbH, Nürnberg
www.aligned-aviation-consulting.de

AlixPartners GmbH, München
www.alixpartners.com

Allianz Global Corporate & Specialty SE, München
www.agcs.allianz.com

AOA apparatebau gauting gmbh, Gilching
www.aoa-gauting.de

BTG Messe-Spedition GmbH, Langweid-Foret
www.btg.de

CADCON Systems GmbH, Gersthofen
www.cadcon.de

Concept Laser GmbH, Lichtenfels
www.concept-laser.de

DDL Fasteners GmbH, Augsburg
www.fasteners.aero

Eaton Germany GmbH, Gilching
www.aerospace.eaton.com

Elektro-Metall Export GmbH, Ingolstadt
www.eme-in.de

EMT Ingenieurgesellschaft, Penzberg
www.emt-penzberg.de

EPI Europrop International GmbH, München
www.europrop-int.com

ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH,
Fürstenfeldbruck
www.esg.de

EUROJET Turbo GmbH, Hallbergmoos
www.eurojet.de

Fraunhofer-Gesellschaft, München
www.iap.fraunhofer.de oder www.fraunhofer.de

f.u.n.k.e. AVIONICS GmbH, Buchloe
www.funkeavionics.de

GKN Aerospace Deutschland GmbH, München
www.gkn-aerospace.com

Heilind Electronics GmbH, Feldkirchen-Westerham
www.mpsgroup.de

Hünefeld NDT-Technologie, Überlingen
www.huenefeld-ndt.de

IABG, Ottobrunn
www.iabg.de

Industrio GmbH, Neumarkt
www.industrio.de

Leitritz Turbomaschinen Technik GmbH, Nürnberg
www.leitritz.com

Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH,
Lindenberg
www.liebherr.com

Linde AG, Tacherting
www.linde-engineering.com

MBDA Deutschland GmbH, Schrobenhausen
www.mbda-systems.com

MBFZ toolcraft GmbH, Georgensmünd
www.toolcraft.de

MHR Vertrieb und Service GmbH, Ottobrunn
www.mhr-gmbh.de

MT Aerospace AG, Augsburg
www.MT-Aerospace.de

MTU Aero Engines AG, München
www.mtu.de

N3 Engine Overhaul Services GmbH & Co. KG,
Arnstadt
www.n3eos.com

OHB System AG, Weßling
www.ohb-system.de

P + Z Engineering GmbH, München
www.arrk-engineering.com

Panavia Aircraft GmbH, Hallbergmoos
www.panavia.de

PHILOTECH GmbH, Taufkirchen
www.philotech.de

Premium AEROTEC GmbH, Augsburg
www.premium-aerotec.com

Proventis Partners GmbH, München
www.proventis.com

Raytheon Deutschland GmbH, Freising
www.raytheon.com

Robert Hofmann GmbH, Lichtenfels
www.hofmann-innovation.com

Röder Präzision GmbH, Egelsbach
www.roeder-praezision.com

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, München
www.rohde-schwarz.de

Rosemount Aerospace GmbH, München-
Martinsried
www.utcaerospacesystem.com

RUAG Deutschland GmbH, weßling
www.ruag.com

Schätzl Druck & Medien GmbH & Co. KG,
Donauwörth
www.schaetzl.com

Schölderle Geräte- und Werkstofftechnologie GmbH,
Andechs-Rothenfeld
www.schoelderle.de

Sitec Aerospace GmbH, Bad Tölz
www.sitec-aerospace.com

SHZ Softwarehaus Zuleger GmbH, Ottobrunn
www.shz-software.com

spaceopal GmbH, München
www.spaceopal.com

Siemens AG, Erlangen
www.siemens.de

SKF GmbH, Schweinfurt
www.skf.com

Studec GmbH, Donauwörth
www.studec.de

T-Systems International GmbH, München
www.t-systems.de

Telair International GmbH, Miesbach
www.telair.com

TechConnect GmbH, München
www.techconnect.de

Test-Fuchs, Erding
www.test-fuchs.com

TQ-Systems GmbH, Seefeld
www.tq-group.com

TÜV SÜD Management Service GmbH, München
www.tuev-sued.de

USB Gesellschaft für Unternehmensberatung,
Unterföhring
www.usb-muc.de

ZIM FLUGSITZ GmbH, Markdorf
www.zim-flugsitz.de

Die Luft- und Raumfahrtrepublik Deutschland

BAYERN: INNOVATION & TRADITION

Wenn Unternehmergeist auf Erfindergeist trifft

IMPRESSUM

BILDNACHWEIS: Airbus Helicopters, Julia Baumgart, ESG Elektroniksystem- und Logistik GmbH, Andreas Heddergott/
TU München, Bernhard Huber, Liebherr-Aerospace Lindenberg, MTU Aero Engines, Paint.NET, Anthony Pecchi, PIXABAY,
Andy Ridder, Günter Schmied, SOLAR-JET, toolcraft

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 2017



