



Bavarian e-tonomous AIR Mobility (BeAM)





Key to Bavaria – Ihr Schlüssel zum Exporterfolg

Nutzen Sie die Bayerische Firmendatenbank „Key to Bavaria“ – Bayerische Firmen können sich kostenlos eintragen und wir vermarkten die Datenbank weltweit. „Key to Bavaria“ ist auf Deutsch und Englisch verfügbar und ermöglicht eine kostenlose Recherche über bayerische Firmen und Institutionen aus 22 Branchen.

WWW.KEYTOBAVARIA.DE

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie





Grußwort

Bavarian e-tonomous AIR Mobility BeAM

Mobilität ist ein zentrales Kriterium für die Wettbewerbsfähigkeit urbaner Räume. Die Weiterentwicklung unseres Verkehrswesens ist deshalb eine große Herausforderung. Wir müssen bestehende Verkehrsmittel verbessern und zugleich eine lückenlose Verknüpfung mit neuen Verkehrsträgersystemen ermöglichen. Eine wichtige Rolle werden fliegende Systeme einnehmen. Was bisher als Zukunftsvision galt, nimmt jetzt konkrete Gestalt an. „Flugtaxis“ werden künftig (teil-)autonom und umweltschonend mit elektrischen Antriebs-

systemen fliegen. Für Bayern kommt es darauf an, im weltweiten Wettbewerb konkurrieren zu können. Dafür verfügen wir über ausgezeichnete Grundlagen. Wir haben exzellente Forschungseinrichtungen und innovative Firmen, die in vielen Technologien, auf denen solche fliegenden Systeme beruhen, führend sind. „Flugtaxis“ werden ein Kristallisationspunkt sein, in dem sich Schlüsseltechnologien bündeln und von dem aus sich neue Geschäftsfelder erschließen lassen. Die „Bayerische Strategie Luftmobilität“ ist darauf ausgerichtet, op-

timale Rahmenbedingungen für Industrie und Forschung zu schaffen. Wir werden Testfelder eröffnen, Machbarkeitsstudien durchführen und gesetzliche Rahmenbedingungen schaffen. Mit dem „Bayerischen Luftfahrtforschungsprogramm“ unterstützen wir die Entwicklung des elektrischen und autonomen Fliegens in Bayern. Das Sonderheft „BeAM“ soll dazu weitere Impulse geben!

Dr. Markus Söder
Bayerischer Ministerpräsident

UAM Schritt für Schritt zum Erfolg

Kein Bereich der Technik verändert die Mobilität so sehr wie die Elektrifizierung und Computerisierung. Dieser Trend hat auch die Luftfahrt erreicht.

Die Aktivitäten der Automobilindustrie in diesem Sektor, der Lufttaxi-Hype und die Urban-Air-Mobility-Idee haben dazu geführt, dass sich dies noch beschleunigt, und zwar in einer Art und Weise, die wir aus der Luftfahrt nicht gewohnt sind.

Bayern ist eines der Zentren dieser neuen Mobilität. Das liegt an den führenden Universitäten sowie den hier angesiedelten HighTech-Großunternehmen, die zum Teil sehr früh in diese Entwicklung einstiegen, wie Siemens, Airbus und andere. Ein weiterer Bonus sind aber die zahlreichen erfahrenen mittleren und kleineren Luftfahrt- und Luftfahrtzuliefererunternehmen Bayerns, die es über Jahrzehnte gelernt haben, Komponenten in Luftfahrtqualität zu liefern.

Eines ist klar, auch wenn sich in den letzten Monaten immer mehr eVTOL-Prototypen in die Luft erheben: Es ist noch ein langer Weg, bis "Otto Normalpassagier" in einem eVTOL-Lufttaxi ins Stadtzentrum fliegen wird.

Im Bereich herkömmlicher Elektroflugzeuge rückt die Serienproduktion vieler Prototypen immer näher oder wurde bereits erreicht. Das meistbekannte Hauptproblem ist die Kapazität der Batterien. Wie in anderen Bereichen des Transportwesens bremsen auch hier die verfügbaren Leistungs-

speicher den Erfolg der E-Mobilität. Aber es gibt noch mehr Bereiche, die für den Erfolg der elektrischen Luftfahrt und speziell der eVTOL gleich wichtig sind:

1. Die Zertifizierung von Elektro-, eVTOL- und autonomen Flugzeugen: In verschiedenen Teilen der Welt arbeiten die Luftfahrtbehörden (EASA, FAA, CAAC ...) an ganz unterschiedlichen Ansätzen. In Europa, speziell in Deutschland und der Tschechischen Republik, gibt es E-Flugzeuge und eVTOLS in der Ultralight-Klasse. Das Anheben des Abfluggewichts von 450 auf 600 kg hat geholfen, das Gewicht der Batterien zu integrieren. In den USA ist momentan geplant, eVTOLS in die LSA-Klasse als LSA-eVTOLS zu integrieren. Da die Neufassung der LSA-Regeln aber das US-Parlament passieren muss, wird dies einige Zeit in Anspruch nehmen.

2. Der Betrieb: Neben den Zulassungsrichtlinien für die Flugzeuge müssen auch die Betriebs- und Maintanancerichtlinien komplett neu geschrieben und dann verabschiedet werden. Fast alle führenden Hersteller wie Airbus, Volocopter, Embraer arbeiten momentan nicht nur an ihren Flugzeugen, sondern auch an Systemen für Flugoperationen mit solchen Fluggeräten. Auch ein komplett neues Luftverkehrsmanagementsystem (ATM) wird für Luft-

taxioperationen entwickelt werden müssen, denn das existierende System der Passagierluftfahrt ist konzeptionell nicht in der Lage, das zu leisten.

3. Die Infrastruktur: Für konventionelle elektrische Flächenflugzeuge existiert der Hauptteil der Infrastruktur bereits, da sie die bisher vorhandenen Startbahnen und Flughäfen weiter nutzen können – in die bestehende Infrastruktur müssen nur die Ladestationen integriert werden. Auch das kann im Einzelfall Probleme aufwerfen: Die nötigen Kapazitäten brauchen neu zu legende Kabel und gegebenenfalls Zwischenspeicher. Aber dies sind Problemchen verglichen mit dem Status bei den eVtols. Hier gibt es viele offene Fragen: Wie wird diese neue Infrastruktur implementiert, wer baut und wer bezahlt sie? Da dieser Verkehr in dicht besiedelten Städten stattfinden soll, bieten sich als potenzielle Partner für die eVtol-Industrie Parkhausbetreiber, aber vielleicht auch die Betreiber der diversen Bahnhöfe im städtischen Raum an. Letztere hätten zudem Erfahrung in der Bereitstellung von elektrischer Infrastruktur, denn die Gebäudestruktur ist nur ein Teil des Problems. Derzeit werden in vielen Städten und Ländern die Pläne für die neue Infrastruktur für den Strom fertiggestellt. Nicht zuletzt die E-Mobilität für Autos machte neue Planungen unumgänglich. Wenn die Luftfahrt nicht aufpasst, kann es passieren, dass die neuen Netze ohne Planung der für die

UAM und eVtols benötigten Energie installiert werden.

4. Ein weiterer Punkt für das elektrische Fliegen ist die öffentliche Akzeptanz. Denn zu guter Letzt werden alle neuen Technologien für die Luftfahrt nur dann erfolgreich sein, wenn sie sicher sind und von Öffentlichkeit sowie Politik akzeptiert werden. Dies reicht von der Angst vor der Gefahr, die von bestimmten Batterietypen ausgeht, bis zur Akzeptanz für autonome Fahrzeuge am Boden oder in der Luft.

Wenn man das alles berücksichtigt, dann wird offensichtlich, dass Prognosen von einigen Herstellern oder Betreibern, die sagen: “Wir werden in 2 Jahren beginnen, Passagiere mit eVTOLs zu transportieren”, sehr blauäugig sind.

Für den kommerziellen Transport von Passagieren werden die Fluggeräte von den Zivilluftfahrtbehörden wie der EASA zugelassen sein müssen. Bisher gibt es neben einem einzigen Segelflugzeug kein einziges zertifiziertes konventionelles GA-Flugzeug mit Elektromotor und auch noch kein einziges voll zertifiziertes GA-Flugzeug mit reiner “Fly by wire”-Steuerung. Beide Komponenten sind aber für jedes eVtol unabdingbar. Daher gibt es natürlich noch kein auch nur im Ansatz zertifiziertes eVtol.

Zu erwarten ist, dass zunächst konventionelle Flächenflugzeuge den Flugbetrieb aufnehmen werden: zuerst im Schulbetrieb und dann als Lufttaxi, als e-commuter, und zwar von Flugplatz zu Flugplatz. Viele Komponenten wie Batterien, Elekt-

romotoren und auch semiautonome und autonome Kontrollsysteme, die in diesen E-Flugzeugen eingesetzt werden, sind für eVTols unabdingbar. Daher bieten sich die konventionellen E-Flugzeuge als ideales Testfeld für diese Technologien an. Dasselbe gilt auch für die Hochvolt-Ladestruktur. Denn um den weiten Weg zu autonomen eVTOLS zu gehen, ist es sinnvoller, Schritt für Schritt zu starten, als einen großen Sprung zu machen.

In Bayern finden sich nicht nur führende Hersteller im Bereich eVTOL oder Luftfahrtzulieferer, sondern auch solche, die an eCommutern, elektrisch angetriebenen Zubringerflugzeugen, arbeiten. Außerdem hat mit Rolls Royce Electric (vormals Siemens eAircraft) auch der führende Hersteller von Elektromotoren für Flugzeuge seinen Sitz hier. Ein weiterer Vorteil begünstigt Bayern: Bayerische Automobilhersteller, zum Beispiel Audi, sind an einem Technologiecrossover zwischen boden- und luftgebundener autonomer Elektromobilität interessiert. Deutlich wird das an dem Testareal, das momentan rund um Ingolstadt aufgebaut wird und in dem sowohl das autonome Fahren als auch das autonome Fliegen erprobt werden sollen. Unterstützt wird dieses Areal von der Stadt Ingolstadt, der Bayerischen Staatsregierung, Airbus, Audi und vielen anderen Industriepartnern. Ein weiteres Testcenter für Electric Air Mobility entsteht in Oberpfaffenhofen, wo Lilium, AutoflightX, Quantum Systems und der TU München, gleich eine ganze Reihe von Firmen, aktiv sind und darauf warten, die ersten autonomen Flüge durchzuführen.

Eine Coproduktion mit:



Mit der Unterstützung von:



Walter Fürst
CEO
media mind
GmbH & Co. KG



Willi Tacke
CEO
Flying-pages

Impressum:

Herausgeber:	media mind GmbH & Co. KG Hans-Bunte-Str. 5 80992 München Tel.: +49 (0) 89 23 55 57-3 Telefax: +49 (0) 89 23 55 57-47 E-mail: mail@media-mind.info www.media-mind.info
Verantwortlich:	Walter Fürst, Jürgen Bauernschmitt
Gestaltung + DTP:	Jürgen Bauernschmitt
Druckvorstufe:	media mind, München
Verantw. Redaktion:	Ilse Schallwegg
Druck:	grafik+druck, München
Erscheinungsweise:	1 x jährlich
© 2020 by media mind GmbH & Co. KG Kein Teil dieses Heftes darf ohne schriftliche Genehmigung der Redaktion gespeichert, vervielfältigt oder nachgedruckt werden.	



Flying Pages

MEANS... PAGES ABOUT FLYING

monthly



bi-monthly



quarterly



annually



in chinese, english, german and french



bi-monthly

annually



Tel: + 49 (0)1716980871
email: info@flying-pages.com

quarterly

Anzeige BAYERN INTERNATIONAL	2. US
Vorwort Dr. Markus Söder Bayerischer Ministerpräsident	3
Editorial	4
Anzeige FlyingPages	7
bavAIRia e.V.	10
bavAIRia: TUEV Bayern bietet dem Unbemannten/elektrischen Fliegen realistische Einsatzszenarien <i>Kontakt: Dipl.-Ing. Erwin V. Lauschner, Dipl.-Ing. Peter Schwarz, Sonderflughafen Oberpfaffenhofen</i>	
TUM München	12
Disruptive Flugsysteme <i>Autor: Prof. Dr.-Ing. Florian Holzappel Lehrstuhl für Flugsystemdynamik Technische Universität München</i>	
Ingolstadt	16
Für die Mobilität der Zukunft <i>Kontakt: Hans Meier, Stadtdirektor Stadt Ingolstadt</i>	
Anzeige media mind motion	20
Mobilität in der dritten Dimension	21
Ein höherer Standart Sicherheit für eine neue Ära der Luftfahrt <i>Robde & Schwarz GmbH & Co. KG Autor: Tobias Willuhn</i>	
Unbemannte Fluggeräte	24
Unbemannte Fluggeräte in der Forschung und für die Forschung <i>Autor: Prof. Dr. Mirko Hornung Technische Universität München</i>	
Metropole für Luft- und Raumfahrt	26
Der Air Tech Campus Oberpfaffenhofen <i>EDMO-Flugbetrieb GmbH, Gemeinschaftsprojekt BEOS AG & TRIWO AG, Prof. Dr. C. Juckenack Dr. D. Wurstbauer</i>	
Rolls-Royce	28
Rolls-Royce treibt Luftfahrtinnovationen – jetzt auch in Bayern <i>Rolls-Royce Autorin: Julia Hetz, Ansprechpartner: Olaf Otto</i>	

AutoFlightX GmbH 31

AutoFlightX – Urban Aerial Mobility

Autor: Dr.-Ing. Matthias Bittner

AutoFlightX GmbH



TUM München 32

Forschung und Lehre zu eVTOLs am Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie

Autor: Prof. Dr.-Ing. Manfred Hajek

Technische Universität München



asto Park Oberpfaffenhofen 35

asto Park

Campus of Technology

Kontakt: Dipl.-Ing. Ekkehart Fabian

Dr. Bernd Schulte-Middelich



Wirtschaftsstandort Bayern 36

Bayern – Partner der Welt und Wirtschaftsstandort mit Zukunft

Kontakt: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Elektra Solar GmbH 38

Elektra Solar GmbH auf dem Weg in die Stratosphäre

Kontakt: Elektra Solar GmbH

www.elektra-solar.com



Delta System Solutions GmbH 39

Wie kann die Sicherheit und Zuverlässigkeit die Kosten über den gesamten Produktlebenszyklus...

Kontakt: Stuart Baskcomb

Delta System Solutions GmbH



Quantum-Systems GmbH 40

Drohnen „Made in Germany“ von Quantum-Systems

Kontakt: Quantum-Systems GmbH



Augsburg Innovationspark 42

Der Augsburg Innovationspark mit dem Technologiezentrum Augsburg

Kontakt: Augsburg Innovationspark GmbH

Wolfgang Hehl, Geschäftsführer



Anzeige **Rolls-Royce** 3. US

Anzeige **media mind** 4. US



bavAIRia: TUEF Bayern bietet dem Unbemannten/elektrischen Fliegen realistische Einsatzszenarien

Bis 2035 rechnet man mit einem globalen Marktvolumen von 75 Mrd \$ für emissionsfreien Passagiertransport per Lufttaxi. Dazu kommt der wachsende Markt von UAS (Unmanned Aircraft Systems-Drohnen) in verschiedenen Größen. Der Großteil des Geschäftspotenzials und damit an Arbeitsplätzen liegt bei Anwendungen und Dienstleistungen, bei denen Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) geflogen wird. Die Bayerische Staatsregierung hat sich zu diesem wachsenden Zukunftsfeld bekannt und fördert Entwicklung und Anwendung. Bayerische Firmen und Forschungsinstitute sind heute technologisch mit an der Weltspitze, sind nun aber gefordert, diesen Vorsprung in praktischen Anwendungen umzusetzen und auszubauen. Die neuen Technologien brauchen zunehmend realistische Einsatzszenarien. Dazu benötigen wir in Bayern und in Deutschland mehrere gut ausgestattete Testfelder. Dies hat auch der Beirat unbemannte Luftfahrt des BMVI formuliert und empfiehlt eine Abstimmung und Koordination auf den verschiedenen Gebieten. Erste kleine Förderprojekte mit bayerischer Beteiligung sind bereits angelaufen. bavAIRia, das bayrische Aerospace Cluster, arbeitet seit über sechs Jahren mit seinem UAS Forum auf verschiedenen Testgebieten an der Weiterentwicklung dieser vielversprechenden Zukunftstechnologie. Auch der Forschungsflughafen Oberpfaffenhofen ist schon heute in die Erprobungen eingebunden und bietet beste Voraussetzungen für



Staatminister Aiwanger beim Gespräch auf einem Ausstellerstand beim 12. UAS Forum in Oberpfaffenhofen ■

realitätsnahe Tests. Das in den letzten Jahren rasch gewachsene Start up freundliche Eco-System rund um den Campus Oberpfaffenhofen gilt es jetzt zügig weiterzuentwickeln.

Ziele des erweiterten Testfeldes für Unbemanntes Elektrisches Fliegen (TUEF) in Bayern

Mit dem Ausbau zu einer Pilotregion für Flugtaxi und der Erprobung in realen Einsatzszenarien von UAS werden folgende Ziele verfolgt:

- Weiterentwicklung von Standards, Regularien und Genehmigungsprozessen
- Entwicklung von Technologien und Verfahren
- Testen und Verifizieren innerhalb und außerhalb der Sichtweite
 - im VLOS/BVLOS Betrieb in der Kontrollzone EDMO
 - im BVLOS Betrieb in einem Korridor bis 60 km

- Nutzung als SORA Testgebiet für Standardszenarien
- Testen von Integrierter Luftlage Darstellung (U-Space)
- Nutzung als 4G/5G/SatCom Testumgebung
- Nutzung für Kunden Präsentationen und Training
- Testen von Drohnenabwehrszenarien

Parallel dazu wird der Ausbau von Forschung und Lehre zusammen mit TUM / DLR am Standort Oberpfaffenhofen gefördert. Abstimmung erfolgt mit den geplanten Leuchtturmprojekten im Rahmen der High Tech Agenda Bayern und mit dem Europäischen Projekt Urban Air Mobility der Region Ingolstadt ■

Nutzen des Vorhabens

Bayern und Deutschland erhält mit diesem Testgebiet – TUEF-Bayern – rasch die Möglichkeit, vorhandene Produkt- und Geschäftsideen zu



Mehrere bavAIRia UAS Foren pro Jahr bringen die bayerische UAS Interessenten zusammen ■

erproben und neue Wege mit Forschungsunterstützung der TUM/ des DLR zu testen. Aufbauend auf den guten Voraussetzungen ist der Forschungsflughafen Oberpfaffenhofen (OPF) mit den zahlreichen bereits im direkten Umfeld angesiedelten Startups aus dem Bereich des unbemannten, elektrischen Fliegens bestens als Pilotzone geeignet.

Eine Beteiligung der einschlägigen Industrie und der Forschungseinrichtungen ist abgestimmt, kurze Wege zu Luftaufsichts- und Genehmigungsbehörden sowie dem nationalen Drohnenbeirat des BMVI sind sichergestellt. Die hohe Attraktivität zeigt die laufenden Ansiedlungen weiterer Firmen im letzten Jahr. Für weitere Ansiedlungswünsche sind beste Voraussetzungen geschaffen. ■

Der Weg dahin

Aktuell sammeln und analysieren wir die konkreten Anforderungen der bisherigen und zukünftigen



Lokalpolitiker informieren sich auf dem 12. UAS Foren bei Benutzern des Testzentrums TUEF Bayern ■

bavAIRia e.V.

Der bavAIRia e. V. mit Sitz in Oberpfaffenhofen bei München hat seit 2006 das Cluster im Auftrag des Bayerischen Wirtschaftsministerium mit über 300 Mitgliedern (davon 75 % KMU) aufgebaut. Übergeordnetes Ziel ist die Zusammenarbeit von Industrie, KMU, Universitäten, Forschungseinrichtungen und Politik zu fördern sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Branche in Bayern zu stärken

Sonderflughafen Oberpfaffenhofen
Friedrichshafener Straße 1
D-82205 Gilching, Germany
T +49 8105 272927-0.
info@bavAIRia.net
www.bavAIRia.net



Nutzer. Auf dieser Basis baut die Investitionsplanung zur Erweiterung der bisherigen Fähigkeiten auf. Die Bereitstellung eines sicheren Luftraumes (Korridor) für BVLOS Flüge mit über 60 km



Messestand bavAIRia auf Paris Airshow 2019 mit J. Heitzmann, A. Gundel (Vorstände) P.Schwarz (Geschäftsführer) Team C. Labitsch und E.V. Lauschner ■

Länge ist in Vorbereitung. Bereits heute können BVLOS Flüge in beschränktem Maße stattfinden. Dabei wird die sichere Integration in den normalen Luftraum oberste Priorität haben. Dies bedingt auch dynamische Luftlagendarstellungen incl. Integration der tieffliegenden Testfluggeräte mit neuen Technologien wie LTE, 5G und modernen Trackingmethoden. Geplant sind weitere Testflüge von Lufttaxis verschiedener Hersteller, Lastendrohnen und andere Anwendungen entsprechend neuer Europäischer Standardszenarien. Ein neuer

Landeplatz für Lufttaxis für Forschungszwecken wird gerade mit Förderung des BMVI erstellt und ein Projektantrag für die redundante Kommunikation mit Drohnen in einer integrierten Luftlagendarstellung wurde eingereicht. bavAIRia wird in diesem Projekt die Koordinierung und Projektleitung übernehmen und lädt alle Interessenten aus Bayern und den Nachbarländern ein sich zu beteiligen. Die gemeinsame Nutzung von Investitionen, gemeinsam abgestimmte Förderungen von Bund und Land und der Austausch von Erfahrungen bringen uns dem Ziel einer sicheren Nutzung vom Unbemannten Fliegen näher. ■

Kontakt:



Dipl.-Ing.
Erwin V. Lauschner
Director Aviation
bavAIRia



Dipl.-Ing.
Peter Schwarz
Managing Director
bavAIRia

Sonderflughafen Oberpfaffenhofen

Friedrichshafener Straße 1
D-82205 Gilching, Germany
T +49 8105 272927-0
info@bavAIRia.net
www.bavAIRia.net

Disruptive Flugsysteme

Der Paradigmenwechsel von Bauvorschriften zur leistungs- und sicherheitsbasierten Nachweisführung

„Mit der Badewanne zum Bäcker“ – unter diesem Namen haben eine Gruppe Jugendlicher, die „Real Life Guys“ – zu dem Zeitpunkt noch Schüler – ein Video veröffentlicht, in dem sie eine Badewanne zu einem bemannten Multicopter umgebaut haben, mit dem sie zum Bäcker fliegen, um sich das Sonntagsfrühstück zu kaufen. Der kurze Film verdeutlicht eindrucksvoll – wenn Du willst, kannst Du Dir Dein eigenes Fluggerät bauen. Vorbei sind die Zeiten, wo man staunend aus der Zuschauerperspektive regierungsunterstützte Großprojekte bestaunen musste, man kann jetzt wieder kräftig selbst zugreifen. Noch viel deutlicher wird dies im Bereich der Drohnen – zahlreiche Open-Source Systeme wie PixHawk oder Ardupilot bei der Elektronik sowie gute, in zunehmendem Maße von asiatischen Autoren verfasste Literatur rücken Konstruktion, Bau und Erprobung spannender Fluggeräte bis hinein ins Kinderzimmer.

Zu erwarten ist jetzt natürlich gleich der Satz „Ja das hatten wir doch im Modellbau schon immer“, aber gerade in den letzten 15 Jahren sind die neuen Möglichkeiten für viele vom Hobby zum Beruf geworden und haben den Aufbau eigener, zukunftsorientierter Existenzen erlaubt. Die Wiederbelebung der Luft- und Raumfahrtlandschaft mit zahlreichen Start-Ups rund um unbemanntes, elektrisches und urbanes Fliegen ist eine gewaltige Chance, neue High-Tech Arbeitsplätze zu schaffen.



Abb. 1: AutoFlightX eVTOL ■

Dabei sind diese neuen Bereiche viel enger mit anderen technologischen Domänen der Industrielandschaft verschlungen, als die klassische Luftfahrt. Robotik, Hochautomation, Elektromobilität, Digitalisierung, Navigation und Kommunikation, maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz sowie additive Fertigung sind Technologietreiber, die fast alle Branchen erfassen und auch für die Luft- und Raumfahrt als Enabler dienen.

Grundlage für einen nachhaltigen Erfolg der neuen Luftfahrt ist aber, dass der Betrieb dieser Flugobjekte sicher und zuverlässig geschieht und auch sonst den Bedürfnissen Unbeteiligter, etwa hinsichtlich Privatsphäre oder Lärmentwicklung Rechnung trägt.

An dieser Stelle kommen nun nicht nur Regularien und damit die Gesetzgebung ins Spiel, sondern vor allem auch die Frage, wie man den gestellten Anforderungen genügen

kann und wie das dann sinnvoll nachgewiesen werden kann. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei, dass Anforderungen gewisse Grundeigenschaften garantieren, aber lösungsagnostisch sein müssen. Die klassische Luftfahrt berücksichtigt dabei Fluggerät, Betrieb, Betreiberorganisation und Betriebspersonal getrennt. Bei vielen der neuen Anwendungen, etwa unbemannten Flugsystemen rücken die einzelnen Aspekte viel näher zusammen.

Sieht man sich die Fluggeräte des ersten Jahrhunderts der Luftfahrt an, weisen diese einen hohen Ähnlichkeitsgrad auf – Rumpf, Flügel Leitwerk, Triebwerk, ein sehr überschaubares Set an Komponenten und Lösungen. Damit war es gut möglich über dedizierte Bauvorschriften ein sehr hohes Sicherheitsniveau zu erringen. Die hierfür erforderliche Lernkurve wurde vor allem basierend auf vergangenen Vor- und Unfällen aufgebaut.



Abb. 2: AUTEL DragonFish ■

Betrachtet man aber die Variantenvielfalt der neuen Flugsysteme, so wird offensichtlich, dass man es hier mit einheitlichen, komponentenbasierten Bauvorschriften eher schwer hat. So gibt es plötzlich eine Vielzahl von Grundtopologien an Fluggeräten und viele Einzelkomponenten müssen plötzlich zu einem viel größeren Funktionsumfang beitragen. (Abb. 1 und Abb. 2) Aus diesem Grunde sieht man in den Zulassungsbestrebungen für die neuen Flugsysteme einen großen Paradigmenwechsel – weg von „Design Assurance“ hin zu „Safety Assurance“ – dedizierte Bauvorschriften werden durch Sicherheits- bzw. Leistungsziele ersetzt, deren Erfüllung nachgewiesen werden muss. (Abb. 3)

Gerade dann, wenn Sicherheitsziele probabilistischer Natur sind, wenn also abhängig von der Schwere der Folgen die zulässige Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines unerwünschten Ereignisses vorgegeben ist, fällt es schwer, die tatsächliche Auftretenswahrscheinlichkeit zu berechnen. Dies gilt insbesondere dann, wenn das unerwünschte Ereignis nicht infolge eines Komponentenfehlers oder -ausfalls auftritt (hierfür gibt es aus den klassischen Sicherheits- und Luftfahrtentwicklungsprozessen zahlreiche akzeptierte Methoden), sondern aufgrund der ungünstigen Überlagerung zahlreicher Parameter (äußere Störungen, Wetterparameter, Toleranzen, Sensorungenauigkeiten). Für diesen Fall gibt es relativ wenige anerkannte Methoden,

die es erlauben, mit vertretbarem Aufwand statistisch signifikante, gültige Aussagen zu liefern.

An dieser Stelle leistet der Lehrstuhl für Flugsystemdynamik der Technischen Universität München sowohl im Rahmen von Entwicklungsprojekten, als auch in der Forschung zahlreiche Beiträge und steht als Projekt- und Entwicklungspartner zur Verfügung. Immer dann, wenn neuartige Systeme entwickelt werden sollen, für die wenig Vorerfahrungen bestehen und die nicht einer evolutionären Lernkurve folgend, sondern als disruptive Lösungen umgesetzt werden sollen, sind die hier dargestellten Methoden und Verfahren von großem Mehrwert.

Kern der Methodik ist eine modellbasierte Vorgehensweise, bei der bereits vor Beginn der eigentlichen Entwicklung textuelle Anforderungen schnell formalisiert und damit unmissverständlich abprüfbar gemacht werden, so dass das

Wunschverhalten des späteren Produktes bereits frühzeitig simuliert werden kann. Dies ist keinesfalls mit einer Prototypensimulation zu verwechseln – eine „ausführbare Spezifikation“ für das Zielverhalten stellt eine Innovation dar und ist bis dato nicht üblich. Sie erlaubt es aber, die Anforderungen quantitativ zu validieren und datengetriebene, quantitative Anforderungen an Systeme, Subsysteme und Komponenten abzuleiten, die früher eher lernkurvenbasiert und an Erfahrungswerten orientiert festgelegt wurden. (Abb. 4)

Die textuellen Anforderungen werden dabei in Siemens Polarion erfasst und direkt mit ihren formalisierten Pendanten (Vorgabemodelle, Überprüfungsmodelle, Testprozeduren, Testfälle und später Prototypen-, Entwurfs- und Implementationsmodelle), die allesamt in der MathWorks Werkzeugkette (Matlab, Simulink, Stateflow, etc.) implementiert sind, verlinkt. Die Verlinkung wird dabei von der am Lehrstuhl für Flugsystemdynamik der TUM entwickelten Software SIMPOL übernommen, die die Artefakte auf beiden Seiten nicht nur bidirektional verbindet, sondern diese Verbindung auch konsistent hält. Diese Software kann von der Homepage des Lehrstuhls für Flugsystemdynamik der TUM kostenfrei heruntergeladen werden.

Sämtliche am System beteiligten, physikalischen Parameter werden nicht länger als Festwerte, sondern als unsicher betrachtet. Unsicherheiten werden dabei über beliebige Wahr-



Abb. 3: Paradigmenwechsel in der Zulassung ■

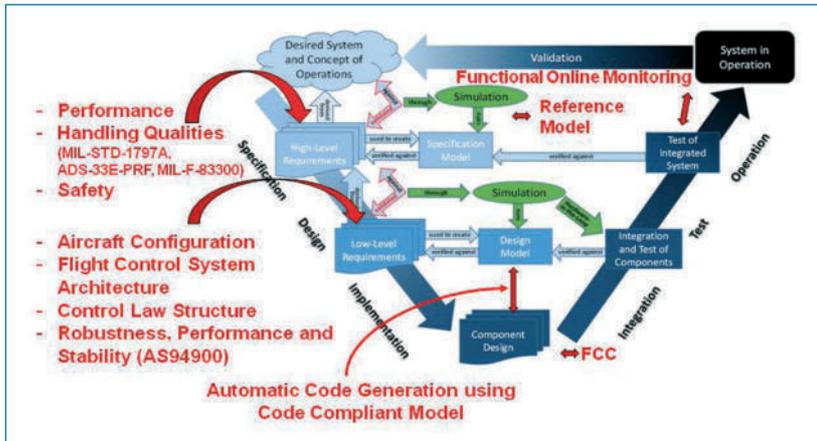


Abb. 4: Verwendung von Modellen im Entwicklungsprozess ■

scheinlichkeitsverteilungen und deren Verteilungsparameter quantifiziert (und nicht wie oft üblich über geschlossene Intervalle). Um Entwürfe hinsichtlich der Erfüllung probabilistischer Anforderungen zu untersuchen, gilt es, die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, mit der Ungleichheitsbeschränkungen verletzt sind, um dann das Ergebnis mit den zulässigen Grenzwerten zu vergleichen. Die Herausforderung ist, dass sehr kleine Zielwahrscheinlichkeiten bestimmt werden müssen, der Unsicherheitsraum sehr hochdimensional ist und die zugrundeliegende Systemdynamik nichtlinear. Aufgrund der Nichtlinearitäten und der Tatsache, dass viele Unsicherheiten nicht normalverteilt sind, scheidet das Vorgehen aus, Erwartungswert und Varianz linear zu propagieren. Klassische Monte-Carlo-Simulationen würden zwar prinzipiell die Nichtlinearitäten und die verschiedenen Verteilungstypen behandeln können, aufgrund der sehr kleinen Zielwahrscheinlichkeiten und der numerisch hohen Kosten für Einzelsimulationen sind aber die Rechenzeiten für statistisch relevante Aussagen auf sinnvollem Konfidenzniveau unrealistisch hoch.

Daher müssen neue Wege gefunden werden. Der verfügbare Werkzeugkasten des Lehrstuhls besteht hier aus der sogenannten Subset-Simulation, Propagation über die Unscented Transformation, der Approximation mit Gaussian Mixture Models sowie der Verwendung von Generalized

Polynomial Chaos. Mit den genannten Methoden lassen sich auch für Systeme mit den oben genannten Eigenschaften belastbare Werte für die Wahrscheinlichkeit bestimmen, mit der eine als Ungleichheitsbedingung formulierte, probabilistische Anforderung verletzt wird.

Mit dem Optimalsteuerungsframework falcon.m des Lehrstuhls für Flugsystemdynamik, das auf der Homepage des Lehrstuhls kostenfrei heruntergeladen werden kann, ergibt sich eine weitere Möglichkeit, Schwächen in Anforderungen und Entwürfen frühzeitig aufzudecken – die „Negativoptimierung“ (Counter Optimization) – an dieser Stelle wird versucht, Zeitverläufe für Steuer- und Störgrößen zu finden, die bewusst zu einer möglichst großen Verletzung von Anforderungen führen. Als probabilistische Nebenbedingung wird dabei gefordert, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit der zugehörigen Störsequenz und Unsicherheitskom-

ination größer als der Verletzungsgrenzwert sein muss. (Abb. 5)

Auch im Bereich der modellbasierten Sicherheitsanalyse liefert der Lehrstuhl mit dem Tool ExCuSe (exclusion of cutsets) einen Ansatz, mit dem unter Nutzung formaler Methoden (Eigenschaftsbeweisen) die Sicherheit von Zustandsautomaten und sonstigen Logiken auch bei unsicheren Eingangssignalen garantiert werden kann. Für die entwickelten Algorithmen werden Fehlerfälle und Unsicherheiten für die Eingangssignale sowie Eigenschaften, die sich negativ auf die Systemsicherheit auswirken („Hazards“) zusammen mit deren zulässigen Eintrittswahrscheinlichkeit definiert. Das Werkzeug vermag es, automatisiert alle Äste zu identifizieren, die zum unerwünschten Ereignis führen können, diese nach ihrer Kardinalität zu sortieren und deren Auftretenswahrscheinlichkeit zu berechnen. (Abb. 6)

Zusammen mit dem Hardware-in-the-Loop System ADS2 der Firma TechSAT werden die in der Entwicklung befindlichen Funktionen zum frühestmöglichen Zeitpunkt von einer funktionalen Simulation in eine Systemsimulation überführt, die in einer virtuellen Systemintegration bereits sehr früh die Korrektheit und Vollständigkeit von Schnittstellen, Informationsflüssen und Konzepten sowie das Verhalten in Ausfall- und Schadenssituationen analysieren lässt. Eine besondere Stärke der ADS2 ist, dass die virtuellen Komponenten sukzessive – aber ebenfalls bereits so

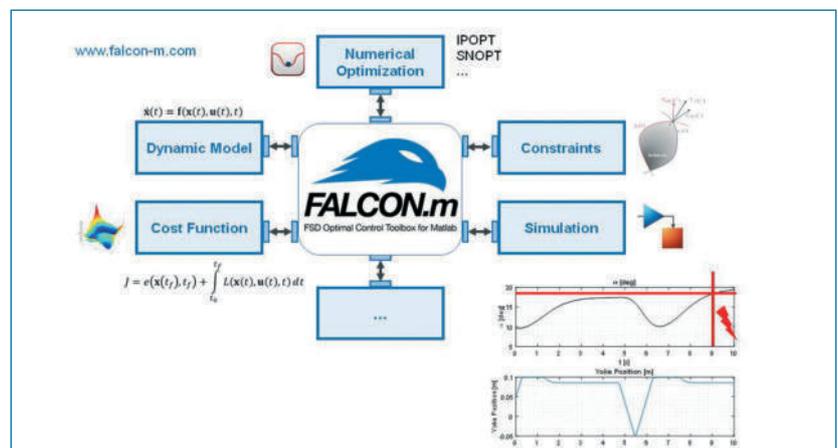


Abb. 5: Counteroptimierung mit falcon.m ■

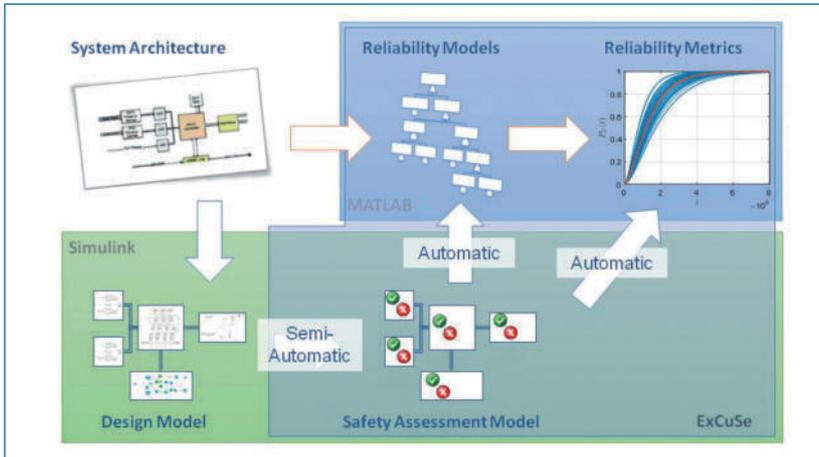


Abb. 6: Modellbasierte Sicherheitsanalyse mit ExCuSe ■

früh wie möglich – durch reale Hardware ersetzt werden können. (Abb. 7) Die eigentliche Umsetzung der Funktionen für die spätere automatisierte Erzeugung von Quelltext für die eingebetteten Systeme erfolgt ebenfalls modellbasiert. Um an dieser Stelle sicherzustellen, dass auch in kleineren Entwicklerteams und bei größerer Personalfuktuation qualitätsgetrieben und standardkonform entwickelt wird, wurde am Lehrstuhl für Flugsystemdynamik der TUM die Software MRAILS geschaffen, die den Benutzer Schritt für Schritt durch den Entwicklungsprozess führt, viele Check- und Reviewaufgaben automatisiert und dank zahlreicher Vorlagen und Schablonen den Entwurfsprozess beschleunigt. (Abb. 8) Der in diesem Artikel vorgestellte Baukasten von Werkzeugen und Methoden beweist in zahlreichen Anwendungsprojekten, dass er nicht nur fit für reale Entwicklungsprojekte ist, sondern vielmehr, dass es mit den hier dargestellten Methoden möglich

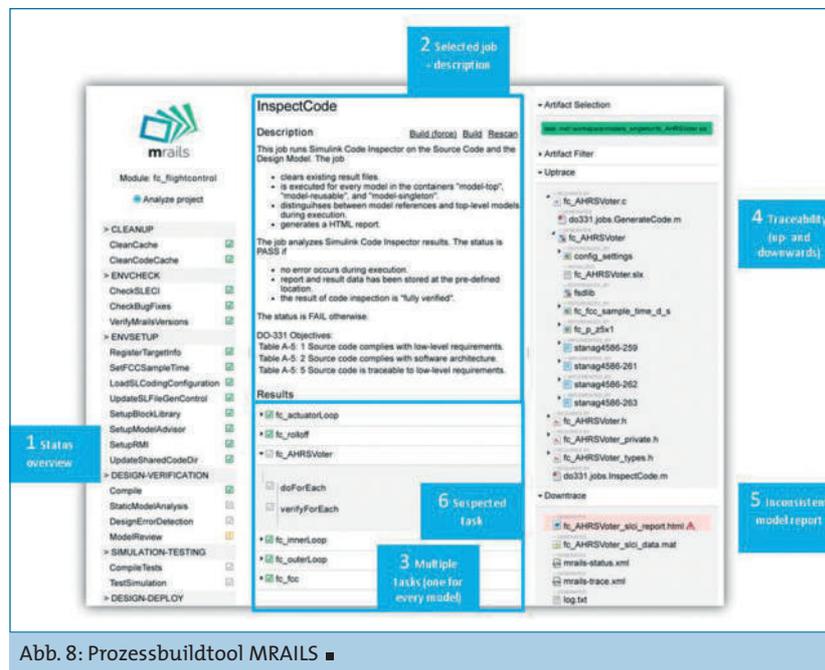


Abb. 8: Prozessbuildtool MRAILS ■

ist, gerade bei der Entwicklung neuartiger Systeme, für die keine große Lernkurve vorhanden ist, Entwicklungsrisiken zu minimieren und durch ein starkes „Frontloading“ des Entwicklungsprozesses bereits frühzeitig, von quantitativen Anforderun-

gen getrieben, Probleme zu entdecken und Fehler zu vermeiden. Die dargestellten Methoden stellen nur einen Ausschnitt aus dem Spektrum dar, das der Lehrstuhl für Flugsystemdynamik der TUM zusammen mit seinem leistungsfähigen Netzwerk aus mittelständischen Partnerunternehmen global bei der Entwicklung neuartiger Flugsysteme, vor allem in den Bereichen Flugsteuerung, elektrisches, unbemanntes und urbanes Fliegen einbringt. Wir freuen uns sehr, auch für Sie tätig werden zu dürfen – zusammen

men mit Ihnen wollen wir sicherstellen, dass Bayern in der Luftfahrt von morgen globale Sichtbarkeit hat und die spannenden und nachhaltigen Arbeitsplätze bei uns vor der Haustür entstehen und da auch bleiben. ■

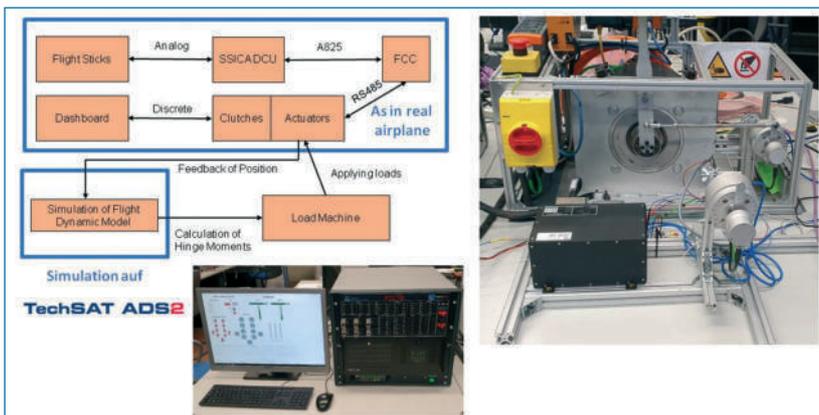


Abb. 7: HIL Simulation mit TechSAT ADS2 ■

Autor:



*Prof. Dr.-Ing.
Florian Holzapfel*

Lehrstuhl für Flugsystemdynamik /
Institute of Flight System Dynamics
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
Tel.: +49 (89) 289-16081
Fax: +49 (89) 289-16058
e-Mail: Florian.Holzapfel@tum.de

Für die Mobilität der Zukunft



Die Ingolstädter „Urban Air Mobility“-Initiative hat Fahrt aufgenommen

In nur etwa eineinhalb Jahren Projektlaufzeit insgesamt 69 lokale und international renommierte Partner ins Boot zu holen und rund zwölf Millionen Euro an Fördermitteln zu akquirieren – das kann sich sehen lassen. Der Stadt Ingolstadt ist zusammen mit den Partnern aus Wirtschaft, Unternehmen und Verbänden gelungen, ein in Europa führendes Netzwerk für dreidimensionale Mobilität aufzubauen. Die „Urban Air Mobility“-Initiative (UAM) widmet sich der Unterstützung von Forschung und Entwicklung und bietet ein Testfeld für die Erprobung von autonomen Fluggeräten. Für Ingolstadt und die Region geht es dabei um die Stärkung des Wirtschaftsstandorts und die Arbeitsplätze der Zukunft. „Wir müssen uns bereits heute intensiv um die fair und gut bezahlten Arbeitsplätze der Zukunft bemühen, dazu greifen wir verschiedene Technologieprojekte auf. Mit der Erforschung und Entwicklung von Flugtaxi-Konzepten können wir unser Standortprofil „Mobilität“ weiter schärfen und dadurch dazu beitragen, Arbeitsplätze vor Ort in Industrie und Wissenschaft zu sichern und neue zu schaffen“, erklärt Ingolstadts Oberbürgermeister Christian Lösel. ■

Zahl der Netzwerkpartner steigt

Die Zahl der unterstützenden Netzwerkpartner in der UAM-Initiative steigt kontinuierlich weiter an. Inzwischen sind knapp 70 Unternehmen, Einrichtungen und Verbände UAM-Partner in Ingolstadt. Zu den namhaftesten Vertretern gehören Audi, Airbus, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und die Europäische Flugsicherung. Mit dabei sind auch Hochschulen, Gewerkschaften, die Landkreise der Region 10 sowie mehrere Ministerien auf Landes- und Bundesebene. Allein 2019 sind zahlreiche neue Partner hinzugekommen. Einer davon ist die Deutsche Bahn. Im Rahmen von „Urban Air Mobility“ sollen bei Modellversuchen („FreeRail“-Projekt) gemeinsam mit dem Drohnenhersteller Quantum Systems der Einsatz von Drohnen sowie die erforderlichen Bedingungen untersucht werden, die nötig sind, um diese Fluggeräte zur schnelleren und effizienteren Inspektion des Streckennetzes einzusetzen. Der jüngste Neuzugang für das UAM-Netzwerk ist die britische Firma „Skyports“. Das Unternehmen ist derzeit unter anderem in Singapur tätig, wo so genannte Vertiports entwickelt werden. In Ingolstadt werden solche Start- und Landplätze für Flugtaxis unter dem Projektnamen „INCity-TakeOff“ ge-

plant. OB Lösel freut sich: „Wir haben jetzt alle Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft an Bord, die es braucht, um urbane Mobilität in der dritten Dimension erfolgreich zu erforschen und zu testen. Jetzt kann Ingolstadt zum Kompetenzzentrum für Drohnen, Flugtaxis und digitale, autonome Mobilität werden!“ Auch weiterhin sind alle Unternehmen, Wissenschaftseinrichtungen und Verbände, die sich an dem Projekt beteiligen möchten, herzlich eingeladen sich zu melden (E-Mail: uam@ingolstadt.de). ■

Die große Weltpremiere

Unter großem Medieninteresse, vor viel Publikum und mit Polit-Prominenz wurde im Frühjahr auf dem Ingolstädter Rathausplatz das „Flugtaxi“ CityAirbus offiziell präsentiert. Dazu war auch Bundesverkehrsminister Andreas Scheuer nach Ingolstadt gekommen. Scheuer: „Deutschland ist Luftfahrt pionierland. Drohnen und Flugtaxis sind längst keine Vision mehr, sondern der Take-off in eine neue Dimension der Mobilität. Sie eröffnen komplett neue Möglichkeiten, etwa für den Krankentransport in Städten und Ballungsräumen. Und sie sind eine Riesenchance für Unternehmen und Start-ups, die heute schon sehr konkret und erfolgreich die Entwicklung vorantreiben. Mit der Erprobung im Realbetrieb



Bundesverkehrsminister Andreas Scheuer, Staatsministerin Dorothee Bär, Oberbürgermeister Christian Lösel, Wolfgang Schoder von Airbus Helicopters und Bundestagsabgeordneter Reinhard Brandl bei der Präsentation des CityAirbus. Foto: Stadt Ingolstadt / Rössle ■

erkennt und nutzt Ingolstadt diese Chancen – im Sinne eines starken Innovationsstandorts.“ Staatsministerin Dorothee Bär, die Beauftragte der Bundesregierung für Digitalisierung, unterstreicht die grundsätzliche Bedeutung des Modellprojekts: „Wir stoßen mit diesen neuen Mobilitätsformen in ganz neue Dimensionen für die Stadt aber auch für den ländlichen Raum vor. Das Modellprojekt zeigt: Flugtaxis sind keine Zukunft, sondern längst Realität. Wir haben die Chance gepackt, eine Technologie mit enormem wirtschaftlichem Potenzial für eine lebenswerte Zukunft zu prägen.“ Der CityAirbus ist ein elektrisches Luftfahrzeug mit acht Rotoren, das senkrecht starten und landen kann. In Ingolstadt wurde ein so genannter „Demonstrator“ präsentiert. Entwickelt wird das Fluggerät bei Airbus Helicopters in Donauwörth, am Flughafen Manching bei Ingolstadt soll es in den nächsten Monaten seine ersten Flüge absolvieren. Die dadurch gewonnenen Erfahrungen fließen dann in die weitere Entwicklung eines Prototyps ein. Der CityAirbus soll im Jahr 2024 bei den Olympischen Spielen in Paris erst-

mals autonom zwischen dem Flughafen Charles de Gaulle und den Sportstätten fliegen. Transferflüge zwischen Flughäfen und Innenstädten werden aus Sicht der Hersteller zu einem der ersten Einsatzfelder für „Flugtaxis“ werden. ■

Nationales Netzwerk gegründet

Die UAM-Initiative ist ein europaweites Projekt mit insgesamt 42 mitwirkenden Kommunen. In Deutschland nehmen außer Ingolstadt auch die Städte Hamburg, Aachen und Münster sowie die Region Nordhessen teil. Bei einem Treffen im Februar 2019 in Berlin haben diese deutschen Städte ein nationales Netzwerk unter Koordination des Bundesverkehrsministeriums gegründet. Ziel ist ein regelmäßiger Austausch unter diesen Kommunen. Die Stadt Ingolstadt vertritt alle 17 UAM-Städte in Europa in finanziellen Angelegenheiten im Kontext der UAM-Initiative gegenüber der Europäischen Union. Die Netzwerkmitglieder der Ingolstädter UAM-Initiative treffen sich regelmäßig bei einer der angeschlossenen Einrichtungen, um sich über

den aktuellen Forschungsstand, Projekte und Herausforderungen zu beraten. Es wurden auch mehrere Arbeitsgruppen zur Bearbeitung spezifischer Themen gegründet. So hat zum Beispiel der Lehrstuhl für Dienstleistungsmanagement der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt unter der Leitung von Prof. Dr. Jens Hogreve ein Forschungsprojekt zur Bürgerbeteiligung und öffentlichen Akzeptanz im Rahmen der UAM-Initiative begonnen (Projekt „GABi“). Konkret geht es unter anderem darum, herauszufinden, welchen Nutzen UAM für Bürger hat und welche Erwartungen und Befürchtungen damit in der Gesellschaft verbunden sind. An diesem Punkt setzt auch das so genannte „Living Lab“ unter dem Namen „Vertikal“ in der Ingolstädter Fußgängerzone an. In Zusammenarbeit mit dem Digitalen Gründerzentrum „brigk“ gibt es hier ein speziell an Bürger und Interessierte gerichtetes Angebot rund um UAM. Zum Programm zählen unter anderem Drohnen-Workshops, Drohnen-Fliegen, VR-Brillen, Ausstellungen, Gespräche mit Netzwerkpartnern und vieles mehr. ■



Zahlreiche interessierte Bürger kamen zur Weltpremiere des CityAirbus auf den Rathausplatz. Foto: Stadt Ingolstadt / Rössle ■

Flugtaxis im ÖPNV?

Ein erstes Einzelprojekt aus der „UAM“-Initiative ist inzwischen abgeschlossen. Bauhaus Luftfahrt, die TU München und die TH Ingolstadt haben das langfristige Anwendungspotential von „Urban Air Mobility“ als Ergänzung zum öffentlichen Personennahverkehr am Beispiel Oberbayern (Projekt „OBUAM“) untersucht. Das betrachtete Gebiet umfasst neben Ingolstadt auch München, Augsburg, Landshut, Rosenheim sowie deren Einzugsgebiete. „Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Zahl der verfügbaren Fluggeräte und das Fahrpreis-Niveau den größten Einfluss auf die UAM-Nachfrage haben werden“, erklärt Kay Plötner, Leiter Ökonomie und Verkehr von Bauhaus Luftfahrt. Außerdem ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Anzahl an Vertiports, also Start- und Landeplätzen, die Nachfrage steigt. Die Fluggeschwindigkeit hingegen hat nur einen geringen Einfluss auf die Nachfrage. Sicher ist, dass Flugtaxis kein Ersatz zum herkömmlichen ÖPNV werden, wohl aber als Ergänzung gesehen werden können. Die Studie kommt zum Ergebnis, dass UAM etwa ein Prozent am Modal Split (Anteil der jeweiligen Verkehrsmittel am Gesamtverkehr) ausmachen könnte. „Die Fahrpreise wer-

den sich auf dem Niveau herkömmlicher Taxis bewegen müssen, um UAM aus der Nische zu bringen“, so Plötner. UAM wird zwar das gesamte Mobilitätssystem nicht wesentlich verändern, das aktuelle Transportangebot könnte jedoch durch einen schnellen und flexiblen Service ergänzt werden. Dabei spielen für Lufttaxis besonders mittellange Distanzen zwischen 40 und 100 Kilometern eine Rolle. Die Studie wurde vom Freistaat Bayern gefördert. ■

„brigkAIR“ startet 2020

Schon in wenigen Wochen und Monaten wird es weitere wichtige Schritte für die UAM-Initiative geben. In Manching nimmt der

Ableger des Digitalen Gründerzentrums, das brigkAIR, im Jahr 2020 seinen Dienst auf. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Digitalisierung der Luftfahrtindustrie. In Zusammenarbeit der ortsansässigen Institutionen (u.a. Airbus, Wehrtechnische Dienststelle) soll eine Netzwerk- und Förder Einrichtung für Start-ups im Markt der so genannten „Unmanned Aerial Vehicles“ entstehen. „Unser Ziel ist es, die Region um den Erprobungsflughafen Manching zu einer Technologie- und Innovationsregion für 3D-Mobilität zu etablieren und die vorhandene starke Kompetenz für Emerging Technologies auszubauen. Bereits jetzt hat die Region Ingolstadt mit der Urban Air Mobility-Initiative eine



Christian Leicher (CEO Rohde & Schwarz), Stadtbaurätin Renate Preßlein-Lehle, TH-Präsident Walter Schober und OB Christian Lösel beim UAM-Netzwerktreffen. Foto: Stadt Ingolstadt / Michel ■



Das Unternehmen Skyports aus London hat vor kurzem in Singapur einen ersten Vertiport, einen Start- und Landeplatz für Flugtaxi, gebaut. Foto: Skyports ■

Standortvorteil für uns.“ Bereits jetzt haben sich rund 15 Interessenten aus ganz Europa für das „brigkAIR“ gemeldet. ■



Kontakt:



Hans Meier
Stadtdirektor

Stadt Ingolstadt
Direktorium

Rathausplatz 2
85049 Ingolstadt
Tel: +49 841 3 05-20 00
uam@ingolstadt.de
ingolstadt.de/uam

internationale Sichtbarkeit erreicht“, sagt der Bayerische Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger. Start-ups aus der ganzen Welt werde durch Technologie-Know-how, Fertigungsmöglichkeiten und Testfeldumgebungen ein einzigartiger Standortvorteil geboten. Ingolstadts Oberbürgermeister Dr. Christian Lösel betont: „Das „brigkAIR“ ist ein ganz entscheidender

Baustein in unserer Luftmobilitätsstrategie. Am Standort Manching, direkt vor den Toren der Stadt, können neuartige Fluggeräte in sicherer Umgebung ausgiebig getestet werden – zum Beispiel von Airbus. Aber auch Gründer und Start-ups können vor Ort ihre Technologien erproben. Dieses optimale Testumfeld ist ein Alleinstellungsmerkmal und ein klarer

Projektpartner und Stakeholder der Initiative „Urban Air Mobility“ in Ingolstadt (alphabetische Reihenfolge)

- AES Aerospace Embedded Solutions GmbH
- Airbus
- Airbus Gesamtbetriebsrat
- Audi AG
- Audi AG Gesamtbetriebsrat
- Autoflug GmbH
- Bauhaus Luftfahrt
- bavAIRia
- Bayerisches Rotes Kreuz
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
- Bayerisches Staatsministerium des Inneren und für Integration
- Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
- Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bauen und Verkehr
- Bayerischer Städtetag
- Bayern Innovativ GmbH
- BEE appliance GmbH
- BFFT automotive GmbH
- Brigk – Digitales Gründerzentrum Ingolstadt
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- Bundesministerium für Digitalisierung
- Cotesa GmbH
- Deutsche Bahn AG
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- DGB Stadtverband Ingolstadt
- Droniq GmbH
- Ernst & Young GmbH
- EME Elektro-Metall
- Eurocontrol
- European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities
- EASA – Europäische Agentur für Flugsicherheit
- Flughafen München
- FlyNex GmbH
- Globe UAV GmbH
- Fraundorfer Aeronautics
- Fraunhofer-Gesellschaft
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- Hensoldt Holding Germany GmbH
- Helicus
- Handwerkskammer München
- IHK München und Oberbayern
- IMA – Flugplatz Ingolstadt-Manching
- Indra Navia AS
- IRMA – Initiative Regionalmanagement
- IT-SCM GmbH & Co. KG
- Italdesign
- Klinikum Ingolstadt
- Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
- Landkreis Eichstätt
- Landkreis Neuburg-Schrobenhausen
- Landkreis Pfaffenhofen
- Lilium GmbH
- MAI Carbon
- Media-Saturn-Holding
- MTU Aero Engines
- OKE Group GmbH
- Quantum Systems
- Roland Berger
- Rhode & Schwarz
- SBB AG
- SDT Industrial Technology
- Skyports Limited
- Stadtbuss Ingolstadt GmbH
- Technische Hochschule Ingolstadt
- TECNICALIA Research & Innovation
- [ui!] Urban Software Institute GmbH
- Umlaut Consulting GmbH
- VI Forum e.V.
- Wehrtechnische Dienststelle 61
- WK IT GmbH

MOVE



Auszeichnung des Films

"Song from the forest"

beim Film-Festival Amsterdam (IDFA)

"Mindblowing cinematography."

Jakub Duszynski, Co-President of Europa Distribution

"(...) the film operates in terms of striking images."

"The Hollywood Reporter", review by Neil Young

"Delicately shot by cinematographer Siri Klug (...)"

"Indiewire", review by Eric Kohn

"The cinematography of Siri Klug is striking and gently (...)"

"Screen Daily", by Marc Adams, Chief film critic

Diese Auszeichnung erhielt unsere Kamerafrau Siri Klug.

<http://songfromtheforest.com/>

WIR BEWEGEN BILDER BILDER BEWEGEN MENSCHEN MENSCHEN BEWEGEN SCHICKSALE

Ob Imagefilm oder Messefilm - faszinierend, informativ und visuell einbindend, sorgen unsere bewegten Bilder für eine individuelle Unternehmenspräsentation und machen neugierig auf Ihre Produkte. Nutzen Sie für Ihren Auftritt im Internet oder bei Messen einen der wirkungsvollsten Wege der Kommunikation. Wir begleiten Sie gerne und freuen uns darauf!

MEDIA MIND MOTION

www.mediamindmotion.com



Ein höherer Standard

Sicherheit für eine neue Ära der Luftfahrt

Der urbane Luftverkehr (Urban Air Mobility, UAM) und die Hybrid-/Elektro-Luftfahrt entwickeln sich mit hoher Dynamik von der bloßen Vision zur greifbaren Realität. Weltweit arbeitet die Luft- und Raumfahrtindustrie mit Hochdruck an Lösungen für die großen Herausforderungen der Mobilität in den Megacities und an der Reduzierung der CO₂-Emissionen im Flugverkehr.

In der Branche gibt es einen starken Trend hin zu elektrischen Luftfahrzeugen mit Senkrechtstart- und -landefähigkeit (electric vertical take-off and landing, eVTOL), die eine neue Ära der Mobilität einläuten sollen. Im Wochentakt werden neu geschmiedete Allianzen und erreichte Projektmeilensteine verkündet.

Während die technischen Konzepte allmählich zur Reife gelangen, rücken für die Branche die Perspektiven für einen nachhaltigen Markteintritt in den Fokus. Ein erfolgreiches Produkt muss nicht nur höchste Anforderungen an die Flugsicherheit erfüllen, sondern im Mobilitätsmix künftiger Smart Cities seinen Platz finden. ■

Urban Air Mobility (UAM) – Mobilität in der dritten Dimension

Als innovatives Hightech-Unternehmen bringt Rohde & Schwarz sein einzigartiges Know-how, seine Erfahrung und seine

führenden Lösungen in den Bereichen Messtechnik, HF-Monitoring, sichere Kommunikation und Cybersicherheit in die Mobilitätsinitiative ein.

Christian Leicher, Vorsitzender der Geschäftsführung von Rohde & Schwarz, erläuterte während seines Vortrags auf dem Netzwerktreffen der UAM-Initiative Ingolstadt im Juli 2019 am Hauptsitz von Rohde & Schwarz in München: „Wir stehen zwar nicht immer im Rampenlicht, aber unser Unternehmen leistet einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der neuen Technologien, die in diesem Bereich benötigt werden.“

Die Fortschritte der Branche sind deutlich zu sehen: Nach den ersten Designentwürfen, die hauptsächlich als Machbarkeitsnachweise dienten, geht es nun um die Entwicklung zuverlässiger, sicherer und kosteneffektiver Lösungen. Diese multimodalen Transportdienste stehen vor einzigartigen Herausforderungen: Sie müssen nicht nur elektrische Antriebssysteme integrieren, sondern auch fortgeschrittene Avionik, autonome Flugsteuerungssysteme, zuverlässige Kommunikation, schnelle Datenverbindungen, intelligente Sensoren und präzise Navigationshilfen.





Darüber hinaus arbeitet die Branche intensiv daran, all diese Technologien zu einem vollintegrierten Design zusammenzuführen, wobei ein weiterer wichtiger Aspekt zu berücksichtigen ist: die elektromagnetische Umgebung, in der die künftigen eVTOLs betrieben werden.

Als führender Anbieter von Messtechniklösungen für EMI und EMV ist Rohde & Schwarz hier hervorragend aufgestellt. Auch wenn noch nicht klar ist, wie die künftigen Standards für den UAM-Bereich aussehen werden, bringt Rohde & Schwarz bereits heute umfangreiches Wissen, dedizierte Lösungen und branchenübergreifende Expertise nicht nur aus dem Bereich Luftfahrt und Verteidigung, sondern auch aus Branchen wie Mobilfunk (z. B. LTE, 5G usw.) und Automotive in die Diskussion ein.

Für den sicheren Betrieb im urbanen Raum mit dessen hoher Verkehrsdichte sind eVTOL-Luftfahrzeuge nicht nur auf robuste Kommunikations- und Datenverbindungen angewiesen, sondern müssen auch verschiedene Sensorgeräte, Flugsteuersysteme und ein leistungsstar-

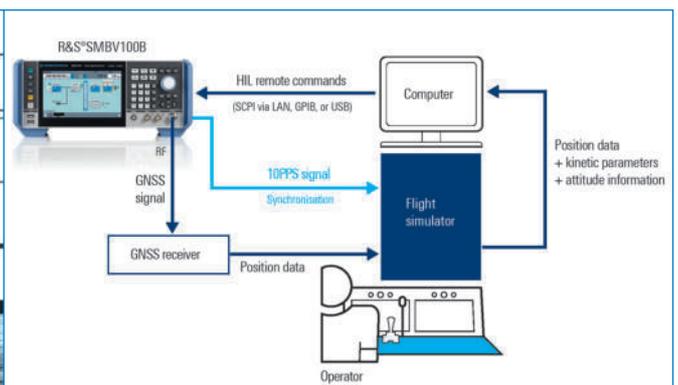
kes elektrisches oder hybrides Antriebssystem nahtlos in einem Design integrieren. Rohde & Schwarz bietet die erforderlichen Prüfmittel, um die erforderliche Robustheit gegenüber elektromagnetischem Rauschen und Störeinstrahlungen sicherzustellen und die Signalkoexistenz in diesen komplexen Designs mit ihrer Vielzahl von verschiedenen Technologien zu gewährleisten. Mit Messtechnik von Rohde & Schwarz lassen sich Systemdesigns auf ihre Eignung für sämtliche künftigen Herausforderungen überprüfen. Eine hohe Qualität der Integration schafft Vertrauen beim Kunden und ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal am Markt. ■

Hochpräzise Flugnavigation

Eine hochpräzise Flugnavigation auf Basis eines globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) ist die Voraussetzung für exaktes Manövrieren im urbanen Luftraum. Sie muss aber auch widerstandsfähig gegenüber Spoofing und Funkstörungen sein und die Koexistenz mit anderen vorhandenen Signalen ermöglichen. Sie dient

außerdem als Grundlage für ein einheitliches Bedrohungsmanagement (Unified Threat Management, UTM), d. h. fortgeschrittene Flugverkehrsmanagementsysteme für den urbanen Luftraum, die die vollautomatische Überwachung und Führung einer Vielzahl von Luftfahrzeugen in Echtzeit unterstützen.

Dies erfordert latenzarme Geräte und die Übertragung großer Datenmengen sowie Tests für verschiedene Satellitenumlaufbahnen, Signalausbreitungsszenarien und unterschiedliche elektromagnetische Umgebungen. Mit dem Vektorsignalgenerator R&S SMW200A können Entwicklungsingenieure auf einfache Weise Signale für alle wichtigen GNSS-Konstellationen (z. B. GPS, GLONASS, Galileo und BeiDou) und relevanten Frequenzbänder erzeugen, um sicherzustellen, dass sämtliche standortbezogenen Dienste (Location Based Services, LBS) mit der erforderlichen Genauigkeit arbeiten. Es können Szenarien zur Simulation der Satellitenumlaufbahn, Signalausbreitung, Antennencharakteris-



tik des Empfängers und anderen Umwelteinflüssen generiert werden. Das Lösungsportfolio für GNSS-Tests unterstützt einen Entwicklungsprozess, der den zeitlichen Zwängen der Markteinführung gerecht wird, und stellt die Werkzeuge zur Validierung der Systemleistung in Echtzeit-Szenarien bereit. ■

Robuste Vernetzung

Robuste und schnelle Datenverbindungen sind nicht nur für die Kommunikation zwischen den einzelnen Luftfahrzeugen unerlässlich, sondern auch für die Anbindung an den kritischen Zugriff auf das städtische Infrastrukturnetz. Zusätzliche Anforderungen ergeben sich etwa aus dem Wunsch der Kunden nach unterbrechungsfreien Entertainment- und Mobilfunkdiensten während des Flugs sowie den notwendigen Kapazitäten für Flottenmanagement und vorausschauende Wartung.

Beim Testen der Kommunikations- und Datenübertragungstechnik an Bord können sich Ingenieure auf die langjährige Erfahrung von Rohde & Schwarz in diesem Bereich verlassen. Mit High-End-Messgeräten wie dem R&S CMW Wideband Radio Communication Tester, der die neuesten WLAN-Standards, LTE und sogar 5G unterstützt, kann die Performance in allen Phasen der Entwicklung, Produktion und laufenden Wartung verifiziert werden. Der R&S CMW kann mehrere realistische Netzbedingungen emulieren, unter denen die künftigen eVTOLs betrieben werden. ■

Autonomer Flugbetrieb

Wenn eVTOL-Luftfahrzeuge einen sicheren und gleichzeitig erschwinglichen Personentransport ermöglichen sollen, müssen sie mit einem hohen Maß an Autonomie arbeiten. Die größte Herausforderung für diese neue Technologie ist daher der Ver-

zicht auf einen menschlichen Piloten. Angesichts strenger Gewichtsvorgaben und der Anforderungen an die Systemkosten, die Anzahl einzubindender Sensoren, den Energieverbrauch und die Zuverlässigkeit und Robustheit des Gesamtsystems müssen die Konstrukteure neue Wege einschlagen, um fortgeschrittene Methoden zur Kollisionsvermeidung (detect and avoid, DAA) zu implementieren.

Moderne Radarsensoren werden eine Schlüsselrolle für den autonomen, sicheren und störungsfreien Betrieb von eVTOLs im urbanen Luftraum spielen.

Zur Entwicklung von Systemen, die mehrere sich bewegende Objekte im unteren Luftraum zuverlässig erkennen und so Kollisionen vermeiden können, bietet Rohde & Schwarz fortschrittliche Lösungen für die Radarechoerzeugung und Umgebungssimulation. Ein Testaufbau für die Radarechoerzeugung von Rohde & Schwarz, bestehend aus dem R&S FSW Signal- und Spektrumanalysator und dem R&S SMW200A Vektorsignalgenerator liefert nach Bedarf hochrealistische Szenarien in der gewohnten Laborumgebung des Ingenieurs. Radarsysteme müssen in speziellen Messanlagen getestet werden, und diese Lösung leistet einen großen Beitrag, um die Entwicklungskosten zu reduzieren und den ehrgeizigen Markteinführungszeiten gerecht zu werden.

Der urbane Flugverkehr steht vor dem Durchbruch. Um eVTOLs als Transportmittel für den Verkehr innerhalb von Städten und zwischen Städten zu etablieren, ist eine Vielzahl von Technologien erforderlich – allen voran die Schlüsselthemen Autonomie, Sensorik, Kommunikation, Cybersicherheit und Flottenmanagement. Rohde & Schwarz ist der richtige Partner, um hier erfolgreich zu sein. ■

Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz ist ein führender Lösungsanbieter in den Geschäftsfeldern Messtechnik, Broadcast- und Medientechnik, Aerospace | Verteidigung | Sicherheit sowie Netzwerke und Cybersicherheit. Mit seinen innovativen Produkten der Kommunikations-, Informations- und Sicherheitstechnik unterstützt der Technologiekonzern professionelle Anwender aus Wirtschaft und heillichem Sektor beim Aufbau einer sicheren und vernetzten Welt. Dabei adressiert er eine Reihe von Marktsegmenten: Messtechnik für den Wireless-Markt, für die Automobilindustrie, für Aerospace & Defense sowie für Industrie, Forschung und Lehre; Broadcast- und Medientechnik für Netzbetreiber, Inhalteanbieter und Endgerätehersteller; Netzwerk- und Cybersicherheitslösungen für Wirtschaft und Behörden; Sicherheitslösungen für kritische Infrastrukturen; Kommunikations- und Aufklärungstechnik für Streitkräfte.

Zum 30. Juni 2019 betrug die Zahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter rund 12.100. Der unabhängige Konzern erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2018/2019 (Juli bis Juni) einen Umsatz von 2,14 Milliarden Euro. Der Firmensitz ist München. Das internationale Geschäft wird in mehr als 70 Ländern über Tochterfirmen betrieben. In Asien und Amerika steuern regionale Hubs die Geschäfte.

Kontakt:



Tobias Willuhn
Marketing Program
Manager Aerospace
& Defense

„Der entscheidende Erfolgsfaktor auf dem UAM-Markt ist ein nahtlos integriertes Systemdesign, das einzigartige, sichere und bezahlbare Transportdienste ermöglicht. Eine intelligente Teststrategie ist ein wichtiger Baustein für erfolgreiche Designs und wird sich als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal auf dem künftigen Markt erweisen.“

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Mühlendorfstrasse 15
81671 München
E-Mail:
Tobias.Willuhn@rohde-schwarz.com
Internet: www.rohde-schwarz.com



Unbemannte Fluggeräte in der Forschung und für die Forschung

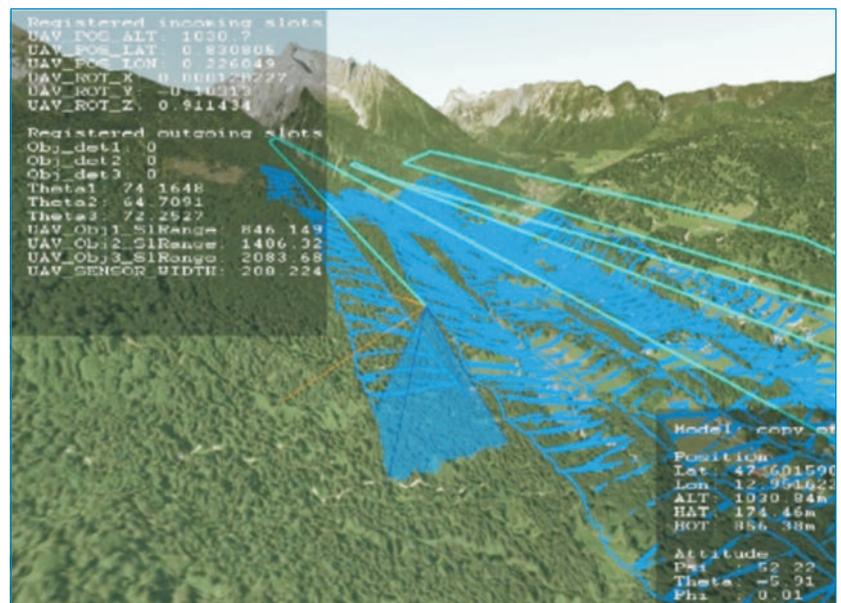
Die Technologischen Entwicklungen in der Elektronik und Softwaretechnik haben zu weiteren Leistungssteigerungen und einer erheblichen Miniaturisierung von elektronischen Bauteilen geführt. Mit immer kleineren Sensor-, Rechner- und Kommunikationssystemen bei gleichzeitiger Steigerung der Leistungsfähigkeit wird es auch in der Luftfahrt möglich, mit kleineren Fluggeräten, vollständig neue Missionen und Aufgaben zu bearbeiten. Bereits im Konsumentenbereich ist es heute mit fortschrittlichen „Drohnen“ möglich Aufgaben zu übernehmen, die in der Vergangenheit so nicht möglich waren.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich für die Forschung zwei wichtige Fragestellungen im Bereich der unbemannten Fluggeräte:

1. Ergeben sich vollständig neue Konzepte und Anwendungen durch fortschrittliche unbemannte Fluggeräte?
2. Lassen sich die unbemannten Technologien auch erfolgreich für Forschungsfragen einsetzen?

Das Forschungsgebiet des unbemannten Fliegens ist in vielen Forschungsprojekten an der Technischen Universität München verankert, unter anderem auch im Bereich des Flugzeugentwurfs. Am Lehrstuhl für Luftfahrtsysteme der TUM beschäftigen sich die Forscher unter anderem mit den folgenden Themengebieten:

- a) Entwurfsumgebung für unbemannte Fluggeräte (UAV)
- b) Fortschrittliche UAV Konfigurationen
- c) UAVs als Demonstratoren für neue Flugzeugtechnologien ■



Simulation eines UAVs im Gebirge für eine Suchmission ■

Entwurfsumgebung für unbemannte Fluggeräte (UAV)

UAVs ebenso wie Drohnen im Konsumentenbereich werden in den meisten Einsatzszenarien für Sensoren und andere Nutzlasten eingesetzt, wobei der Schwerpunkt klar im Bereich der optischen Sensoren und Vermessung liegt. Bei diesen Aufgaben wird das Fluggerät primär als Träger der Sensorik eingesetzt, um eine möglichst hohe Qualität der Aufnahmen zu erzielen. Die optimale Erfüllung der Aufgabe findet also in einem Wechselspiel zwischen Fluggerät und Sensor statt. Kleinere Sensoren mit etwas schlechterer Auflösung können von kleineren Fluggeräten getragen werden, die dann im Gegenzug tiefer fliegen müssen aber auch leichter und günstiger sind. Gleichzeitig kann aber ein sehr niedrig fliegendes

Flugzeug nicht die gleiche Fläche pro Zeiteinheit überwachen, wie ein größeres, höher fliegendes UAV mit einer leistungsfähigeren Sensorik. Die Optimierung eines UAVs beschränkt sich also nicht mehr auf die Suche nach dem besten Fluggerät, sondern die Suche nach dem besten System aus Fluggerät und Sensorik. Weiterhin kommen für UAVs noch weitere Systeme, wie z.B. Kommunikationssysteme für die Datenübertragung, für eine leistungsfähige und zuverlässige Missionserfüllung hinzu.

Um dieser Fragestellung gerecht zu werden, beschäftigt sich der Lehrstuhl für Luftfahrtsysteme mit neuen Ansätzen zur optimalen Auslegung von UAVs unter Einbeziehung des Flugzeugs, der Sensorik/Nutzlast aber auch weiterer Systeme, unter anderem Kommunikationssysteme ebenso wie elektrische Antriebs- und Kontrollsysteme. Zur

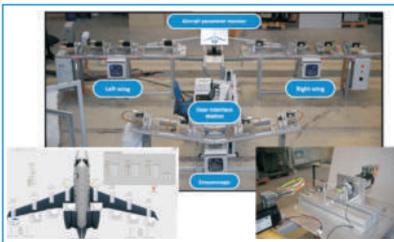


Transitions-UAV: Hohe Effizienz im Streckenflug bei senkrechter Start- und Landefähigkeit ■

Erfüllung dieser Entwurfsaufgabe wurde eine vollständig neue Entwurfsumgebung für UAVs aufgebaut, die auch die Interaktion des UAVs mit der (virtuellen) Umgebung (Terrain, Bebauung, Wetter, unterschiedliche Zieltypen) in den Entwurfsprozess mit einbindet. Erst mittels dieser integrierten Missionssimulation und -bewertung ist es im Entwurfsprozess möglich das beste Gesamtsystem zu identifizieren. ■

Fortschrittliche UAV Konfigurationen

Die zunehmende Leistungsfähigkeit elektrischer Systemkomponenten und auch elektrischer Aktuatoren und Antriebe ermöglicht gerade bei kleineren Fluggeräten, wie sie im



UAV Iron Bird – Systemtests auf Komponenten- und Gesamtsystemebene ■

Bereich der UAVs eingesetzt werden, vollständig neue Konfigurationen. Durch den Einsatz dieser neuen Antriebs- und Steuerungstechnologien in Verbindung mit dem 3d Druck und auch modernen Faserverbundbauweisen lassen sich vollständig neue Fähigkeiten und Eigenschaften von UAVs erzielen. Ein Beispiel für diese neuen Konfigurationstypen sind voll-elektrische Transitionsfluggeräte, die sowohl die Senkrechtstart- und Landefähigkeit von Helikoptern und/oder Multicoptern mit den wesentlich besse-

ren Streckenflugeigenschaften von Starrflüglern (der klassische Flugzeugentwurf) kombinieren lassen. Hiermit werden also hybride Flugeigenschaften ermöglicht weit über die klassische Hybridisierung des Antriebssystems hinaus.

Unter Verwendung der Entwurfsumgebung für UAVs können am Lehrstuhl für Luftfahrtsysteme dann auch fortschrittliche, völlig neuartige Flugzeugarchitekturen ausgelegt und bewertet werden. Diese neuen Konzepte werden für die Validierung der Entwurfsmodelle aber auch für die Verifikation der Flugleistungen mittels Rapid Prototyping in Komponententests aber auch in Flugversuchen untersucht und bewertet. ■

UAVs als Demonstratoren für neue Flugzeugtechnologien

Unbemannte Fluggeräte liefern auch für den Test neuer Technologien besondere Fähigkeiten. Während bemannte Versuchsträger immer eine gewisse Flugzeuggröße erfordern, haben wir bei unbemannten Systemen vollständig neue Möglichkeiten. Zum einen können mit kleineren Demonstratoren günstiger und schneller neue Technologien auch im Flug erprobt werden und zum anderen wird es auch möglich radikalere Ansätze zu testen, ohne eine Gefährdung der Besatzung zu riskieren.

Gleichzeitig resultieren aus dem Einsatz von UAVs als Demonstratoren auch neue Herausforderungen. Neben den bekannten Fragen zu physikalischen Ähnlichkeiten der auftretenden Phänomene gilt es auch die Ergebnisse möglichst prä-

zise und reproduzierbar ermitteln zu können. Die TUM hat über viele Jahre bereits umfangreiche Erfahrungen im Einsatz von UAVs als Demonstratoren sammeln können. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes FLEXOP (Flutter Free FLight Envelope eXpansion for ecOnomical Performance improvement) wird aktuell ein modularer Demonstrator mit 7m Spannweite für die Erprobung hochflexibler Flügelstrukturen aufgebaut. Ziel ist es, mit neuartigen Kontrollansätzen diese hocheffizienten Flügelstrukturen jenseits der konventionellen Flugbereichsgrenzen zu erproben. Mit einer Erprobung jenseits der Flattergrenze geht ein inherentes Risiko für den Erprobungsträger einher. Ein Risiko, welches man mit unbemannten Demonstratoren leichter adressieren kann.



Unbemannter Versuchsträger für hochflexible Flügelkonzepte (EU Projekt FLEXOP) ■

Das Unbemannte Fliegen ermöglicht einer Vielzahl neuer Potenziale und neuartiger Anwendungen in der Luftfahrt aber auch im alltäglichen Leben. Der Lehrstuhl für Luftfahrtsysteme der TUM widmet sich in Forschung und Lehre im Rahmen einer Vielzahl von Projekten mit wichtigen Forschungsfragen in diesem Zukunftsbereich. ■

Autor:



*Prof. Dr.
Mirko Hornung
Head of Institute
of Aircraft Design*

*Technical University Munich
Fakultät für Maschinenwesen
Lehrstuhl für Luftfahrtsysteme
Boltzmannstraße 15, 85747 Garching
Phone: +49.89.289.15980
Fax: +49.89.289.15982
mirko.hornung@tum.de
www.lls.mw.tum.de*

Metropole für Luft- und Raumfahrt:

DER AIR TECH CAMPUS OBERPFAFFENHOFEN

Dort, wo vor rund 50 Jahren mit der Dornier Do 31 Flugzeuggeschichte geschrieben wurde, befindet sich heute einer der wichtigsten Sonder- und Forschungsflughäfen Deutschlands: Der Air Tech Campus Oberpfaffenhofen.



Im Jahr 1936 wurde der Grundstein für die Dornier-Werke gelegt – und somit die Grundlage für die Entwicklung des Areals, auf dem bis heute Tradition und Vision aufeinandertreffen. Immer noch liegt der Fokus am Air Tech Campus Oberpfaffenhofen auf der Entwicklung zukunftsfähiger Luftfahrtkonzepte. Inzwischen hat sich das Flughafenareal mit den eigenen und benachbarten Unternehmen beziehungs-



„Do 31“ von Dornier auf dem Flughafen Oberpfaffenhofen

weise rund 3.400 Beschäftigten in den auf dem Flughafen ansässigen Unternehmen und insgesamt ca. 7.500 Beschäftigten zur Metropole für Luft- und Raumfahrttechnik entwickelt.

Dafür sorgen unter anderem die auf dem Flughafen ansässigen vielfältigen Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrtbranche mit ihren Entwicklungen, Produktions- sowie Servicestätten – und visionären

Ideen. Ein eindrucksvolles Beispiel ist die Firma Lilium, die elektrische, senkrecht startende Lufttaxis entwickelt und testet. Und auch die Nutzung des Flughafens durch Unternehmen mit unbemannten Luftfahrzeugen wächst stetig. Ganz besonders dient der Forschungsflughafen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die größte Niederlassung des DLR in Deutschland (u. a. mit dem Galileo-Kompetenzzentrum und der ISS-Kontrollstation) nutzt als direkter Nachbar den Flughafen als Basis für seine vielfältigen Missionen. Der Grundstein für das nächste Erfolgskapitel ist also gelegt.

Wo Vision auf Tradition trifft

Der Air Tech Campus Oberpfaffenhofen ist von jeher durch einen außergewöhnlichen Pioniergeist geprägt – und dieser wird auch zukünftig den Standort auszeichnen. Denn hier treffen Start-ups aus der Luft- und Raumfahrtbranche auf etablierte Unternehmen und Konzerne. Nicht nur die Synergieeffekte vor Ort bieten beste Voraussetzungen für Forschung, Entwicklung und Erprobung innovativer Flugobjekte. Auch das Areal selbst verfügt über ideale Bedingungen, unter anderem durch das neu entwickelte Testfeld für Unbemanntes Elektrisches Fliegen (TUEF), welches sich optimal für realitätsnahe Versuche eignet und als weiteres Alleinstellungsmerkmal des Areals gilt. Um diesen Status nicht nur zu sichern, sondern auch auszubauen, wird die Navigations- und Tower-Technik stetig ausgebaut und verbessert. Mittlerweile hat der Platz eine Zulassung der Flugsicherung Austro Control für unbemannte Flüge auch außerhalb der Sicht, um diese parallel zu konventionellen Flügen durchzuführen. Für diese erweiterten Möglichkeiten sorgen zudem eine neue Software zur Luftlagekontrolle sowie ein von der für den Sonderflughafen verantwortlichen

EDMO-Flugbetrieb GmbH eigens geplantes Start- und Lande-Pad. Das Potenzial des Testfelds machen sich nicht nur der Aerospace Cluster bavAIRia e.V. mit seinem UAS Forum und das Deutschen Erprobungszentrum für Unbemanntes Fliegen (DEU) zunutze, um Neuentwicklungen zu testen. Nutzer sind ebenso das DLR sowie die TU München. Auch die Anzahl der Unternehmen in diesem Sektor wächst rasant. Die oben bereits erwähnte Firma Lilium entwickelt im Air Tech Campus ein unbemanntes, elektrisches Flugtaxi für den urbanen Verkehr, das senkrecht startet und später autonom fliegen soll. Ein weiteres Beispiel dafür, wie sich am Air Tech Campus Oberpfaffenhofen Tradition und Vision ergänzen. Neben den technischen Aufgaben der innovativen Luftfahrt werden – gemeinsam mit dem Luftamt der Regierung von Oberbayern und der Austro Control Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt (ACG) – darüber hinaus die Fragen des Genehmigungsrechts und der Flugsicherung auf dem Forschungsflughafen be- und Lösungen erarbeitet.



Mehrfach preisgekrönt – das Lufttaxi des Start-ups Lilium

Wie groß das Interesse an visionären Flugkonzepten ist, das zeigen die wirtschaftlichen Entwicklungen in diesem Bereich: Bis zum Jahr 2040 rechnen Experten mit einem Marktvolumen von 850 Milliarden US-Dollar allein im Segment der emissionsfreien Passagiertransporte wie dem elektrischen Lufttaxi. Auch die Bedeutung der Raumfahrt am Standort wächst. Für die

Gesellschaft für Raumfahrtanwendungen (GfR), ein Unternehmen des DLR, wurde auf dem Air Tech Campus ein neues Gebäude errichtet. Ebenso siedelt sich hier die ADAC Luftrettung mit ihrem Headquarter und eigenem Schulungszentrum mit Flugsimulatoren an.



Vermessungsarbeit in neuer Qualität durch die Drohne „Trinity F9“

Zukunft fördern

Das öffentliche Interesse an der Luft- und Raumfahrt untermauert die Bedeutung und das Entwicklungspotenzial des Air Tech Campus Oberpfaffenhofen: Die Bayerische Staatsregierung fördert die Erforschung von Luftmobilitätskonzepten und den Aufbau eines Testfelds für elektrisches und (teil-)autonomes Fliegen. Und auch der „Beirat unbemannte Luftfahrt“ des Bundesverkehrsministeriums fordert optimal ausgestattete Testfelder, um theoretische Entwicklungen in die Praxis zu übertragen. Die idealen Rahmenbedingungen finden sich dank der insgesamt 276 Hektar großen Fläche mit etwa 40 Hektar planfestgestellter Baufläche am Air Tech Campus Oberpfaffenhofen.

EDMO-Flugbetrieb GmbH
Gemeinschaftsprojekt BEOS AG & TRIWO AG

Prof. Dr. Christian Juckenack
Standortleitung / TRIWO AG
christian.juckenack@triwo.com

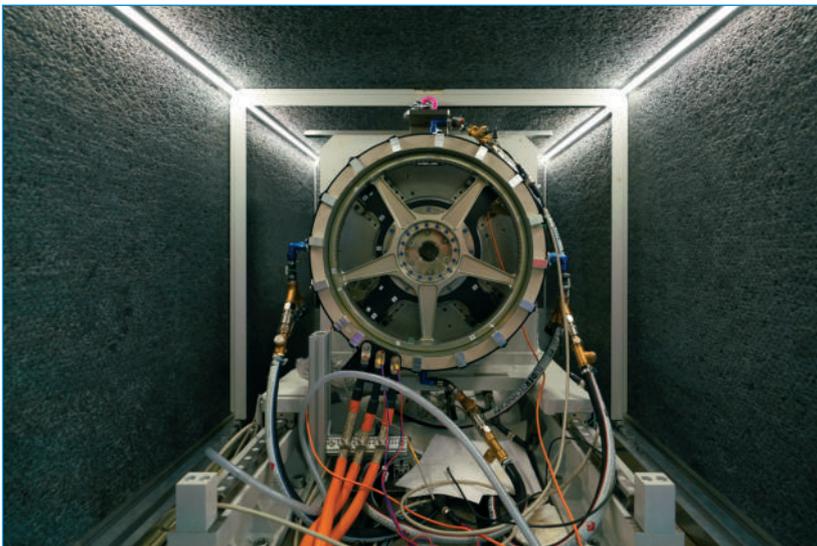
Dr. Daniel Wurstbauer
Standortleitung / BEOS AG
daniel.wurstbauer@beos.net

Claude-Dornier-Straße 1
82234 Weßling



Rolls-Royce treibt Luftfahrtinnovationen – jetzt auch in Bayern

Rolls-Royce ist seit mehr als 100 Jahren Pionier der Luftfahrt. Rechtzeitig zum Beginn der dritten Luftfahrtära – der Elektrifizierung, öffnet Rolls-Royce mit dem Kauf von eAircraft erstmalig seine Pforten in Bayern.



Auf dem Prüfstand: Rolls-Royce Electrical testet die elektrischen Maschinen für die Luftfahrt auf Herz und Nieren - wie auch den 200 kW Motor, der den CityAirbus antreibt ■

Am 1. Oktober 2019 war es soweit: 100 Fachkräfte an den bayrischen Standorten Erlangen, Taufkirchen und München Neuperlach wurden von ihrem neuen Chef mit einem Kuchenfrühstück begrüßt; die Büros erschienen frisch umdekoriert in den Farben ihres neuen Unternehmens und an den Campusportalen leuchtete kobaltblau „Rolls-Royce“. Der erst im Juni des Jahres angekündigte Kauf des Siemens Start-Ups „eAircraft“ durch Rolls-Royce wurde damit erfolgreich umgesetzt.

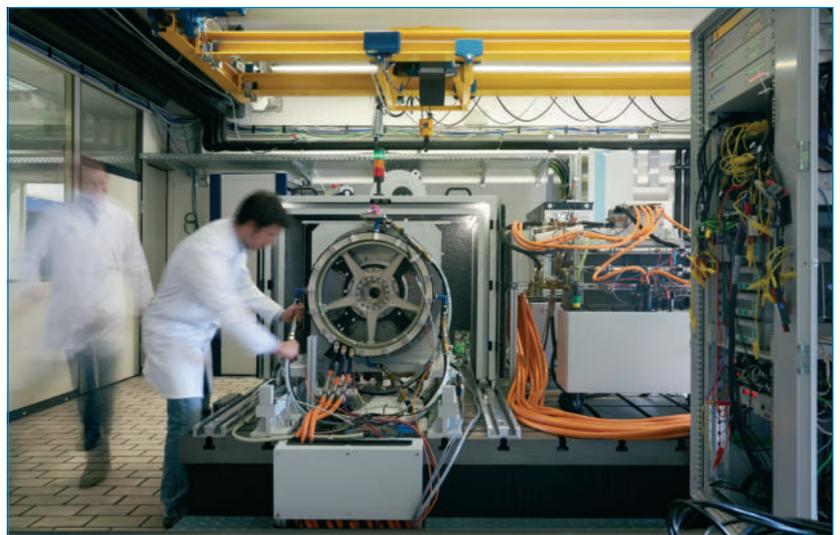
Für die eAircraft MitarbeiterInnen ein großer Schritt: Sie gestalten nun als Teil eines der wichtigsten OEMs der Branche die Zukunft der Luftfahrt mit.

Für Rolls-Royce ist der Kauf ein entscheidender Baustein bei der

Umsetzung seiner Nachhaltigkeitsstrategie. Viele Firmen der Branche haben sich inzwischen zu den „Flightpath 2050“-Zielen bekannt.

Rolls-Royce geht hier in eine Vorreiterrolle und übernimmt aktiv Verantwortung dafür, die umweltbelastenden Effekte der Luftfahrt zu reduzieren. Noch ist der Anteil der Emissionen aus der Luftfahrt im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern relativ gering. Angesichts der abzusehenden steigenden Passagier- und Frachtzahlen könnte sich das in den nächsten Jahren aber drastisch erhöhen.

Rolls-Royce Nachhaltigkeitsplan ist dreiteilig: zunächst soll in den kommenden Jahren an einer weiteren kontinuierlichen Effizienzsteigerung der Gasturbinentechnologie gearbeitet werden. Obwohl neue Produkte wie die Trent XWB-Turbine bereits einen 15% niedrigeren CO₂-Ausstoß als noch die frühen Generationen von



Im Rahmen der Akquisition sind auch die eAircraft-Labore in München und Erlangen Teil von Rolls-Royce geworden ■



Powered by Rolls-Royce: für den CityAirbus entwickelte das Team Motoren, Inverter und das Energieverteilungssystem, Copyright Airbus Helicopters – Patrick Heinz ■

Gasturbinen um die Jahrtausendende ermöglichen, ist das Potenzial noch nicht ausgeschöpft: von seiner UltraFan-Turbine verspricht sich Rolls-Royce eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes um weitere 10%.

Als weiteren wichtigen Schritt erachtet Rolls-Royce die Weiterentwicklung von nachhaltigen Treibstoffen auf Basis von Biomasse und -müll oder synthetischen Prozessen durch die Öl- und Gasindustrie. Um diese Weiterentwicklung zu begünstigen, sind Rolls-Royce Turbinen so ausgelegt, dass eine Beimischung von oder der Betrieb mit synthetischen und Biomasse-Kraftstoffen bereits heute möglich ist.

Und drittens sollen eben die Kompetenzen im Bereich der (Hybrid-) Elektrifizierung der Luftfahrt entscheidend aufgebaut werden. Elektrische Antriebe ermöglichen weitere Effizienzsteigerungen sowie Emissionsreduktion und bieten Designspielraum für radikal neue Flugzeug- und Antriebskonzepte. Rolls-Royce traut der hybrid-elektrischen Antriebstechnik zu, die Branche ähnlich tiefgreifend verändern zu können, wie die Gasturbinentechnologie, die einst den Kolbenmotor ersetzte. Rolls-Royce spricht daher vom Anbruch einer „dritten Ära der Luftfahrt“.

Für den Anfang steht die Elektrifizierung kleinerer Propeller-Flugzeuge auf dem Programm, gleichzeitig beginnt aber auch die Erforschung elektrischer Antriebe bei großen Flugzeugen, wie z.B. der Regionalflugzeug-Klasse. Für Rolls-Royce ist dabei auch die enge Zusammenarbeit mit Partnern des gesamten Sektors entscheidend: nur wenn Industrie, Forschung und Politik ihrem Wirken eine gemeinsame Richtung geben, kann die Luftfahrt erfolgreich am technologischen und gesellschaftlichen Wandel teilhaben.

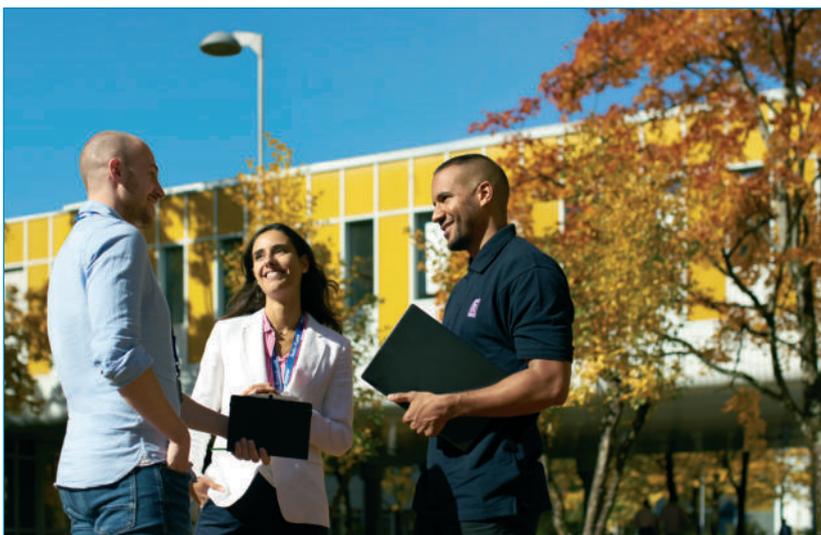
Rolls-Royce Aktivitäten zur Elektrifizierung der Luftfahrt werden in der Forschungs- und Entwicklungseinheit „Electrical“ gebündelt.

Das eAircraft-Team trifft bei Rolls-Royce Electrical auf bekannte innovative Projekte wie ACCEL und E-Fan X, aber auch auf bereits ausgereifte Technik für andere Branchen, die über die Rolls-Royce Geschäftsbereiche Power Systems und Defense vertrieben wird: hybrid-elektrische Antriebe für Züge, Netz- und Verteiltechnik, Gasturbine-Generator-Sets als Stromproduzent für elektrisch betriebene Schiffe und Starter-Generatoren.

Neben den neuen Standorten in Bayern hat Rolls-Royce Electrical Büros und Werkstätten in Branden-



Hybrid-elektrisch: der APUS i-5 soll die Vorteile verteilter Antriebe demonstrieren ■



Rolls-Royce Electrical beschäftigt nun rund 100 Fachkräfte aus verschiedenen Disziplinen in Bayern ■

burg, England, Norwegen, den USA, in Singapur, und, ebenfalls im Rahmen des Zukaufs von eAircraft neu gegründet, in Budapest, Ungarn. Auf Rolls-Royce Weg zum elektrischen Fliegen wird der Standort Deutschland eine entscheidende Rolle spielen.

Neben der Integration der eAircraft-Aktivitäten liegt dabei auch Augenmerk auf einem Brandenburgischen Projekt: In Zusammenarbeit mit der Universität Cottbus entwickelt Rolls-Royce in Dahlewitz ein hybrid-elektrisches System, welches zunächst an Bord eines innovativen Flugzeugkonzepts der APUS Group getestet werden soll. Der 4000 kg leichte APUS i-5 hat vier verteilte 150 kW Elektro-Antriebe und demonstriert dabei einen der wichtigsten Vorteile hybrid-elektrischer Systeme: das hoch effiziente Flugzeugdesign wird erst durch die räumliche Trennung von Energie- und Schuberzeugung möglich. Das um die erprobte Rolls-Royce M250-Turbine herum ausgelegte, hybrid-elektrische Antriebssystem soll an Bord der i-5 als Testplattform über 3 Jahre erforscht werden. In Zukunft sind aber auch weitere Fluganwendungen des effizienten Systems denkbar: so kann es zukünftig z.B. auch als Antrieb für hybrid-elektrische eVTOL-Konzepte dienen.

Im eVTOL Marktsegment haben die neuen Kollegen aus Erlangen und München gerade einen wichtigen Erfolg verbucht: ein von eAircraft entwickeltes Antriebssystem ließ im Dezember den CityAirbus, einen Demonstrator für Urban



Der 200 kW starke Elektromotor, der den CityAirbus antreibt, hat ein für sein geringes Gewicht herausragendes Drehmoment ■

Air Mobility von Airbus, erneut abheben. Die acht Motoren haben dabei die Anforderungen übertroffen: Um besonders leises Fliegen zu ermöglichen, wurden sie für einen niedrigen Drehzahlbereich ausgelegt – gleichzeitig unterliegt das Antriebssystem strengen Einschränkungen bezüglich seines Gewichts. Auf diese Herausforderung antwortete das Entwicklerteam schon nach nur 10 Monaten Entwicklungszeit mit dem Prototyp eines elektrischen

Antriebs mit stolzen 30 Nm Drehmoment pro Kilogramm. Inzwischen ist der Motor zusammen mit den ebenfalls von eAircraft entwickelten Invertern und dem Energieverteilsystem auf Herz und Nieren in verschiedenen Laboren und am Boden getestet und wird 2020 in den weiteren anstehenden Flugtests zum Einsatz kommen.

Er legt damit den Grundstein für die Entwicklung weiterer speziell für die Anforderungen von eVTOL ausgelegten Antriebssysteme, an denen Rolls-Royce in Bayern arbeiten soll. Neben der eVTOL Klasse bleiben aber auch die anderen Flugsegmente für die ehemaligen eAircraft-Teams relevant: der in Erlangen entwickelte 260 kW Elektro-Motor, der die Extra 330LE bei ihren eindrucksvollen Weltrekordflügen antrieb, wird weiter optimiert. Er soll z.B. im hybrid-elektrischen 4-Sitzer Smartflyer SFX-1 zum Einsatz kommen, aber auch in der rein-elektrischen, 11-sitzigen Alice des Start-Ups Eviation. Mit Blick auf den Commuter-Markt entwickelt Rolls-Royce in Bayern außerdem auch Komponenten für einen hybrid-elektrischen Antriebsstrang im Bereich um 500 kW.

Rolls-Royce ist nun seit bereits mehr als 100 Jahren Pionier der Luftfahrt. Mit dem Kauf von eAircraft geht diese Pionierarbeit nun auch in Bayern voran: als Wegbereiter der „dritten Ära“. ■

Autorin: Frau Julia Hetz

Ansprechpartner:



Herr Olaf Otto
Head of Projects
and Programs für
Rolls-Royce Electrical

Rolls-Royce

Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, Germany
Tel.: +491735954364
eMail: olaf.otto@rolls-royce.com
www.rolls-royce.com/electrification



AutoFlightX – Urban Aerial Mobility

Viele der Infrastruktur- und Mobilitätsprobleme, die wir derzeit besonders in Großstädten und Ballungsräumen auf der ganzen Welt haben, lassen sich durch die Ergänzung der bestehenden Verkehrssysteme um „Urban Aerial Mobility“ (also urbane Luft-Mobilität) lindern. AutoFlightX arbeitet deshalb mit Hochdruck an einem rein elektrisch betriebenen Flugtaxi, das senkrecht starten und landen kann, sich im Reiseflug aber wie ein konventionelles Flugzeug mithilfe von Tragflächen effizient vorwärtsbewegt. Mit einem solchen emissionsfreien und leisen eVTOL (electrical Vertical TakeOff and Landing) Vehikel wird urbane Luftmobilität und die Entlastung unserer Straßen möglich – und das alles schon in den nächsten Jahren und nicht erst in Jahrzehnten.

Als Tian Yu Anfang 2018 die AutoFlightX GmbH gründete, wählte er Gilching/Oberpfaffenhofen als den idealen Standort für sein jüngstes Vorhaben. Dabei war sich der Unternehmer der idealen Bedingungen im Großraum München bewusst: Die Kombination aus Experten, Know-How, dem Netzwerk von Partnerfirmen und Forschungseinrichtungen, den regulatorischen Randbedingungen und der renommierten „deutschen Ingenieurskunst“ ist weltweit einzigartig. Auch die Nähe zum Forschungsflughafen Oberpfaffenhofen mit seiner hochentwickelten Infrastruktur zum Testen hochgradig automatisierter



Der Prototyp der V600 von AutoFlightX wird auf der Messe AERO im April 2019 in Friedrichshafen der Öffentlichkeit vorgestellt. ■

Systeme spielte bei der Standortwahl eine Rolle.

Für ihren ersten bemannten eVTOL-Demonstrator – die V600 – startete AutoFlightX zunächst mit



Detailaufnahme des Prototyps der V600 von AutoFlightX auf der Messe AERO im April 2019. ■

dem Aufbau einer vollumfänglichen Simulationsumgebung und einem Entwicklungssimulator, der bereits vom bayerischen Ministerpräsidenten Markus Söder geflogen wurde. Parallel dazu wurde ein Prototyp aufgebaut, welcher im April 2019 auf der AERO in Friedrichshafen der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Die V600 dient dabei vor allem als Technologie-demonstrator und vorwiegend als

Plattform zur technischen Entwicklung, zur Integration und Testen der Teilsysteme – stets nach Luftfahrt-Standards. Wie immer in der Luftfahrt steht auch hier die Sicherheit an erster Stelle, weshalb in die V600 reichlich Überlegungen zu Redundanz und Ausfallsicherheiten geflossen sind.

Wir arbeiten derzeit mit Hochdruck an weiteren technischen Entwicklungen – seien Sie gespannt, was 2020 bereithält! ■

Autor:



Dr.-Ing.
Matthias Bittner
Chief Operating
Officer, Prokurist

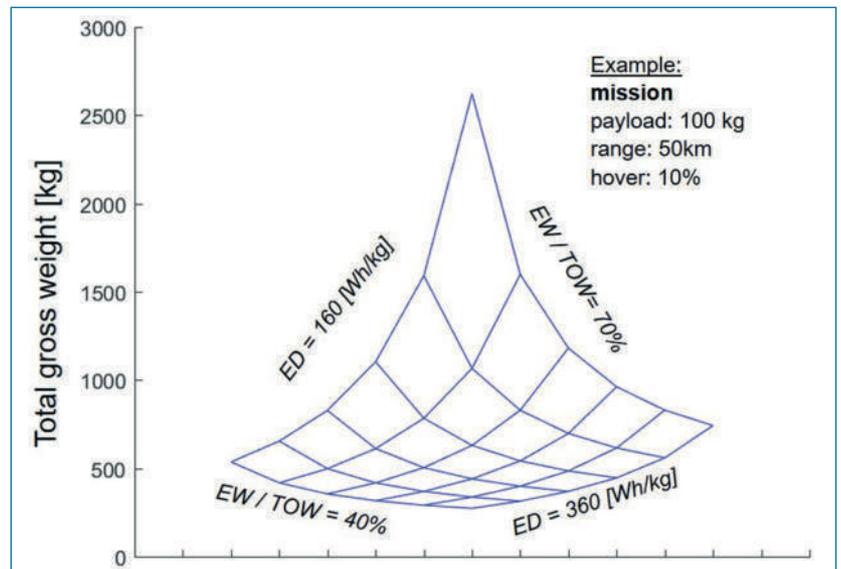
AutoFlightX GmbH
Friedrichshafener Str. 1. 82205 Gilching
Phone: 08105 7989755
Fax: 08105 7989775
info@autoflightx.com
www.autoflightx.com

Forschung und Lehre zu eVTOLs am Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie

Der Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie wurde 2010 vom Hubschrauberhersteller Eurocopter (heute: Airbus Helicopters) gestiftet, um in der Ingenieursausbildung sowie in der Forschung eigene Schwerpunkte setzen zu können. In den letzten Jahren konnte man eine steigende Zahl von Projekten zum elektrischen Fliegen senkrecht startender und landender Fluggeräte für den Transport von Personen oder Gütern, sogenannter eVTOLs, verfolgen. Im Gegensatz zu Hubschraubern, die durch Verbrennungsmotoren angetrieben werden und über eine aufwendige Rotorsteuerung verfügen, die ihm seine einmalige Manövrierfähigkeit verleihen, werden eVTOLs elektrisch angetrieben und setzen auf mechanisch einfachere Propeller zur Auftriebserzeugung. Der Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie behält zwar weiterhin seinen klassischen Schwerpunkt bei, widmet sich aber auch zunehmend diesem Trend ausführlich in Lehre und Forschung, wie die nachfolgende Übersicht zeigen soll. ■

Auslegung von eVTOLs

Grundsätzlich unterscheidet sich die Auslegung von eVTOLs nicht von der Hubschrauberauslegung: Ausgehend von Forderungen nach Nutzlast und Reichweite werden Rotoren und Antrieb dimensioniert, wir ermitteln Rotorfläche und Antriebsleistung passend zu



Auslegungsergebnis eVTOL ■

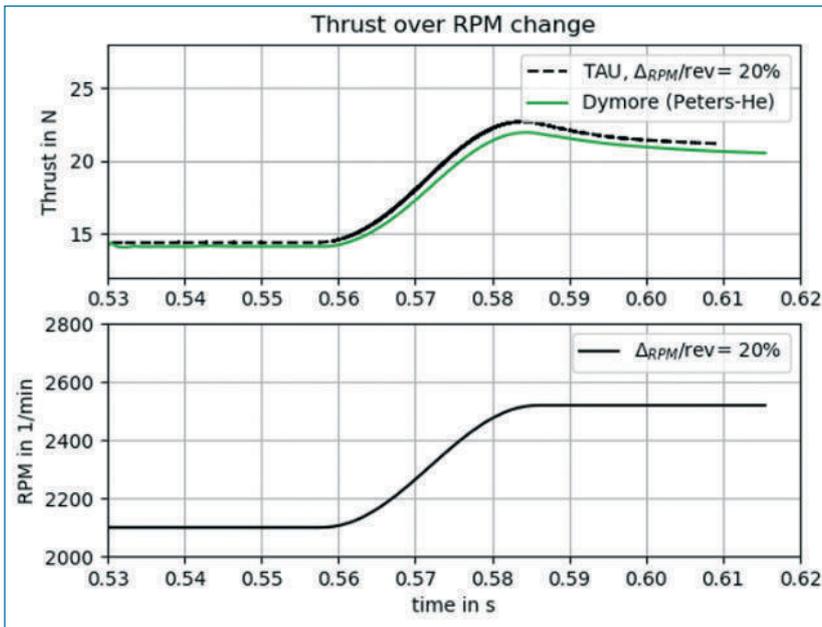
den geforderten Flugleistungen. Obwohl zahlreiche Entwürfe zu eVTOLs kursieren und ständig neue Projekte hinzukommen, verfügen wir nur über eine sehr dürftige Datenbasis realisierter Fluggeräte. Bekannt sind Energiedichten von Batterien sowie Leistungsgewichte von elektrischen Antrieben.

Da die erreichte Leermasse der Fluggeräte einen entscheidenden Einfluss auf deren Leistungsfähigkeit hat, werden am Lehrstuhl dazu umfangreiche Studien durchgeführt. Mit Hilfe statistischer Analysen, bei denen die Unsicherheiten von Entwurfsparametern berücksichtigt werden, lassen sich einzelne Konfigurationen besser miteinander vergleichen und Aussagen zu Leistungen wie Nutzlast und Reichweite treffen. ■

Forschungsthema Propelleraerodynamik:

Obwohl sie herkömmlichen Flugzeugpropellern sehr ähnlich sind, werden die Rotoren von Multirotorkonfigurationen in einem grundlegend anderen Strömungszustand betrieben und erfahren dadurch deutlich unterschiedliche Belastungen. Hinzu kommt die meist durch Drehzahländerung gesteuerte Schubcharakteristik, für die insbesondere bei der Lageregelung das transiente Schubverhalten bekannt sein muss.

Am Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie werden dazu unterschiedliche numerische Verfahren eingesetzt und nach Möglichkeit durch eigene Versuche validiert. So konnte durch eine weitgehend automatisierte CFD-Modellierung (CFD für Computational Fluid



CFD-Simulation der beschleunigten Propellerströmung ■

Dynamics) ein Drohnenpropeller zunächst modelliert werden, um ihn anschließend in seiner Formgebung weiter zu optimieren.

Mittels verschiedener Verfahren wurde untersucht, wie der vom Rotor erzeugte Schub über der Drehzahl ansteigt. ■

eVTOLs in der Lehre

Die Vermittlung der Grundlagen des Hubschrauberflugs schließt unter anderem die Wirkungswei-

se von Propellern ein, wie sie in eVTOLs eingesetzt werden. Neben den Grundlagen der Flugphysik von Multi-Rotor-Konfigurationen und Ansätzen zur Dimensionierung solcher Fluggeräte vermittelt der Lehrstuhl auch die wichtigsten Kenntnisse zur luftfahrttechnischen Zulassung und Grundlagen der Entwicklungsplanung.

Neben dem technischen Rüstzeug für eVTOLs soll den Stu-

dierenden aber auch ein möglichst breites Verständnis der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte dieser neuen Form der Mobilität geweckt werden. Dafür wurde das Projektseminar „Urban Air Mobility“ entwickelt, in dem eine Gruppe von Bachelorstudierenden unter Anleitung von Experten des Lehrstuhls den gesamten Prozess der Produktentstehung von der Auslegung des Luftfahrzeugs bis hin zu wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekten des Betriebs von Lufttaxis über ein Semester im Team durchläuft.

Führungskräfte und Experten aus der UAM-Branche werden schließlich zur Abschlussveranstaltung eingeladen, was zum einen als zusätzlicher Anreiz für das Projektteam dient, zum anderen den Unternehmen aufzeigt, wie eng Ingenieurausbildung und Praxis verzahnt sein können. ■

Forschungsthema „Elektromagnetische Aktuatoren in der Flugsteuerung“

In Hubschraubern ab einer max. Abflugmasse von etwa 1000kg kommen in der primären Flug-



eVTOL-Entwurf der Projektgruppe ■



TEMA-UAV Anwendungsplattform: ALAADy-Tragschrauber, Quelle: DLR (CC-BY 3.0) ■

steuerung für gewöhnlich hydraulische Aktuatoren als Kraftverstärkung zum Einsatz. Die Technologien sind seit Jahrzehnten bekannt und entsprechend ausgereift. Dem Vorteil eines bestens erforschten Ausfallverhaltens steht jedoch der Aufwand für ein Hydrauliksystem gegenüber: Reservoir, Pumpen, Ventile, Leitungen, Filter und zahlreiche andere Komponenten sind dort erforderlich, während elektromechanische Aktuatoren („EMA“) einfacher und günstiger zu realisieren sind. Wegen ihres schlech-

teren Ausfallverhaltens sind sie in den Primärsteuerungen von Drehflüglern bisher nicht zu finden; hier setzt ein LuFo-Forschungsvorhaben an, das die Verwendbarkeit von EMAs in Drohnen untersucht.

Im Projekt TEMA-UAV wird daher in einem ganzheitlichen Entwicklungsprozess unter Berücksichtigung der luftfahrtspezifischen Regularien und Anforderungen ein innovativer, elektromechanischer Aktuator für unbemannte Luftfahrzeuge entwickelt. In dem Verbundvorhaben mit

dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Firma Maccon sind die zentralen Aufgaben des Lehrstuhls für Hubschraubertechnologie das Systems Engineering des Aktuators sowie die direkte Verknüpfung aller Entwicklungsschritte für die im Luftfahrtkontext notwendigen Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanalysen.

Als Anwendungsplattform für den geplanten Aktuatorprototypen kommt ein Tragschrauber zum Einsatz. Diese Konfiguration wird bereits im Rahmen eines anderen DLR-Projekts (ALAADy) für den Gütertransport erforscht und stellt für TEMA-UAV ein realistische Test- und Entwicklungsumgebung dar. ■

Autor:



Prof. Dr.-Ing.
Manfred Hajek

Technische Universität München
Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie

Boltzmannstr. 15
D-85748 Garching
Germany
Tel.: +49(0)89-289-16300
e-mail: hajek@tum.de
web: www.ht.mw.tum.de



Design Boxwing ■



asto Park Campus of Technology

Digital vernetzt, elektrisch und autonom fliegend... so stellen sich viele die Luft- und Raumfahrtindustrie der Zukunft vor. Mit Auto-flight X, Quantum-Systems und Lilium ist Oberpfaffenhofen bereits heute DER Standort für e-tonomous AIR Mobility und der Hotspot für die Erforschung und Erprobung von Zukunftslösungen. Die Erforschung und Etablierung von Flugtaxi ist rund um den asto Park, dem international bekannten Aviation Standort und Wiege der deutschen Luft- und Raumfahrt, bereits Realität. Hier wird die städtische Mobilität der Zukunft erprobt. Der asto Park ist bei den Themen digitale, elektrische und autonome Mobilität ganz vorne mit dabei.

Lilium ist mit seinem Flugtaxi aktuell dabei die dritte Dimension der Fortbewegung zu erobern. Prof. Florian Holzapfel von der TUM berichtet, fliegende Autos würden noch bis vor Kurzem ins Reich der Science Fiction gehören, während heute die ersten bereits in der Luft seien. Der Markt explodiere gerade, sagt Holzapfel, und es herrsche eine unglaubliche Aufbruchstimmung. „Es sind so coole Zeiten wie schon lange nicht mehr“, schwärmt der Professor.

Bei der Vorstellung ihrer autonomen Fluggeräte vor der Bayerischen Staatskanzlei konnten Quantum-Systems und Lilium ein Zeichen dafür setzen, dass Bayern zum führenden Standort für die Entwicklung und den Bau von Flugtaxi werden soll. Eine Verbesserung der Mobilität, da Luftverkehr sauber, billig, flexibel und leise sei, und die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze

seien wichtige Themenschwerpunkte in diesem Zusammenhang. In einem ersten Schritt soll in Oberpfaffenhofen ein Testfeld für autonomes Fliegen eingerichtet werden, wo im asto Park ansässige Unternehmen ihre elektronischen Fluggeräte testen werden können. Die Vision ist, dass langfristig Flugtaxi auch als Ergänzung zu den öffentlichen Verkehrsmitteln genutzt werden könnten. Während die Aero-Taxis allerdings noch in der Entwicklungsphase stecken, fliegen Drohnen wie die von Quantum-Systems schon durch die Welt. In den Bereichen Paketdienst, Medikamententransport in entlegene Gebiete und Schädlingsbekämpfung über Plantagen in Malaysia leisten sie schon wertvolle Dienste.

Der asto Park und der Forschungsflughafen im Südwesten von München sind auch offiziell wieder der Hotspot der Luft- und Raumfahrt, so das Bundesverkehrsministerium bei der Vorstellung des Luftverkehrskonzepts Oberpfaffenhofen als einen der zwölf national bedeutsamen Flughäfen. Innovative Technologien der Luft- und Raumfahrt, Satellitennavigation, IT, Maschinenbau, Robotik und Automotive werden hier entwickelt sowie produziert und es sind mittlerweile ca. 8 000 zukunftsfähige Arbeitsplätze entstanden.

Im asto Park werden gleichermaßen junge Anwenderfirmen wie etablierte Technologieunternehmen, die die Dynamik des Standortes nutzen und ihre Aktivitäten bündeln wollen, angesprochen. In unmittelbarer Nachbarschaft zum internationalen Luftfahrtkonzern RUAG,

dem Satellitenbauer OHB und dem DLR mit seinem Galileo Kontroll- und Robotikzentrum haben sich im asto Park über 80 Technologieunternehmen angesiedelt. Die international arbeitenden Unternehmen im asto Park sind neben den bereits genannten der ESA Inkubator, die Flugzeugbauer Dornier-Seawings, Telespazio, OHB sowie auch Unternehmen wie Diehl Aviation, Dassault Systèmes, Microchip, SII, Mynaric, Valeo, Vectoflow, probeam und Coherent. ■



Kontakt:



*Dipl.-Ing.
Ekkehart Fabian
Geschäftsführender
Gesellschafter*



*Dr. Bernd
Schulte-Middelich
Geschäftsführender
Gesellschafter*

ASTO Aerospace & Technology Park GmbH

Friedrichshafener Straße 5
D-82205 Gilching
Phone.: +49 89 38 66 55-0
Fax: +49 89 38 66 55-22
eMail: info@astopark.de

Bayern – Partner der Welt und Wirtschaftsstandort mit Zukunft

Der Freistaat Bayern zählt heute zu den wirtschaftsstärksten Regionen in Europa. Dank einer offensiven Wirtschaftspolitik und einer erstklassigen Infrastruktur ist und bleibt Bayern ein Standort mit Zukunft. Für nahezu alle Branchen existiert ein produktives Netz aus „Global Playern“ und eine breite Schicht leistungsfähiger kleiner und mittlerer Unternehmen zur Sicherung von Wachstum und Beschäftigung.

Der Freistaat Bayern ist mit über 70.000 km² das größte, mit über 13 Mio. Einwohnern nach Nordrhein-Westfalen das zweitgrößte Bundesland in Deutschland. Neben den unstrittigen Vorteilen als Lebens- und Freizeitstandort genießt Bayern vor allem als High-Tech- und Dienstleistungsstandort weltweit einen ausgezeichneten Ruf. Im europäischen Vergleich werden bei nahezu allen gesamtwirtschaftlichen Daten Spitzenwerte erzielt. ■

Erfolgreiche Aufholjagd

In einer beispiellosen Aufholjagd hat sich Bayern seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs vom Agrarstaat mit überdurchschnittlich hoher Arbeitslosigkeit und unterdurchschnittlicher Wertschöpfung zu einem wirtschaftlichen Kraftzentrum ersten Ranges entwickelt. Eine im bundesdeutschen Vergleich niedrige Arbeitslosenquote, ein deutlich höherer Anteil an Selbstständigen und eine starke Zuwanderung vor allem in den letzten zehn Jahren belegen diese Aussage. Mit dem rasanten Aufschwung Bayerns ging eine überdurchschnittliche Beschäftigungs-



dynamik einher. So wuchs die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten um knapp ein Viertel und damit wesentlich stärker als in allen anderen Bundesländern. ■

Offensive Wirtschaftspolitik

Im Rahmen einer offensiv geprägten Wirtschaftspolitik verfolgt die bayerische Staatsregierung vier strategische Hauptziele:

- Kostenentlastung der Wirtschaft im globalen Wettbewerb

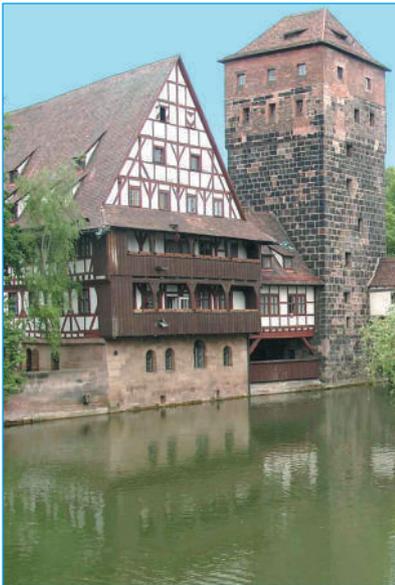
- Freisetzung marktwirtschaftlicher Dynamik zugunsten von mehr Wachstum und Beschäftigung
- Unterstützung der Wirtschaft im Strukturwandel auf der Linie „neue Produkte, neue Betriebe, neue Märkte“
- Weiterer Auf- und Ausbau der Infrastruktur

Unter dem Motto „Sparen – Reformieren – Investieren“ werden Staat und Verwaltung in Bayern fit für die Zukunft gemacht. ■

Neues Element „Clusterpolitik“

Hierbei handelt es sich um die nächste, konsequent auf die „High-Tech-Offensive“ und die Offensive „Zukunft Bayern“ folgende Stufe offensiver bayerischer Innovationspolitik. Durch die Clusterpolitik wird das bestehende Angebot an staatlichen Maßnahmen zur Innovationsförderung durch die Organisation der Netzbildung von Wirtschaft und Wissenschaft ergänzt. Grundsätzlich lassen sich die Cluster unterteilen in

- High-Tech-Cluster
z. B. Biotechnologie, Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Umwelttechnologie



Nürnberg ■

■ *Produktionsorientierte Cluster*

z. B. Automotive, Energietechnik, Logistik, Sensorik

■ *Querschnittstechnologien*

z. B. Nanotechnologie, Neue Werkstoffe, Mechatronik

Mit der Clusterpolitik sollen Impulse gesetzt werden, um die Dynamik zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu intensivieren und Kooperationsmöglichkeiten zu optimieren. ■

Für die Zukunft gerüstet

Die Struktur der bayerischen Wirtschaft ist robust und zukunftsorientiert. Ein produktives Netz aus „Global Playern“ und eine breite Schicht leistungsfähiger kleiner und mittlerer Unternehmen in Industrie, Handwerk und Dienstleistungsgewerbe sichert wirtschaftliche Stärke. Im Industriebereich dominieren



Europäisches Patentamt ■



Flughafen München ■



Messe München ■

Branchen wie Automotive und Maschinenbau, Bio- und Medizintechnik sowie Energie- und Verkehrstechnik. Im Dienstleistungssektor nimmt Bayern als Versicherungs-, Banken- und Börsenplatz in Deutschland Spitzenplätze ein. Die Infrastruktur ist in den Schlüsselbereichen Verkehr, Energie und Telekommunikation erstklassig. Die große Zahl ausländischer



Wieskirche ■

Unternehmen, die sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten im Süden Deutschlands niedergelassen haben, beweist die hohe Attraktivität Bayerns als internationaler Innovationsstandort für hochwertige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und Produktionen.

Last but not least verfügt Bayern über eine Vielzahl attraktiver „weicher“ Standortfaktoren: ein Kulturangebot von Weltrang, intakte Umweltbedingungen, einen hohen Freizeitwert, Weltoffenheit, innere Sicherheit sowie soziale und politische Stabilität. ■

Quelle:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Elektra Solar GmbH auf dem Weg in die Stratosphäre



Elektra Solar ist ein „Spin-off“ des DLR-Instituts für Robotik und Mechatronik.

Im Vordergrund der Entwicklung stehen solar-elektrisch angetriebene Flugsysteme, die sich durch extreme Leichtbauweise auszeichnen, nahezu geräuschlos und vibrationsarm fliegen, keine CO₂-Emission aufweisen und unbemannt bis in die Stratosphäre fliegen sollen.

Auf diesem Weg hat Elektra Solar eine erste Hürde genommen, da im Spätsommer 2018 der erste autonome Flug inklusive Start und Landung erfolgreich absolviert wurde. Zur Sicherheit war bei diesem Flug noch ein Pilot mit an Bord, der jedoch in keiner Phase des Fluges eingreifen musste.



Elektra Solar E1 ■

Mit ihren jahrelangen Erfahrungen in den Bereichen Flugzeugdesign, Avionik, Elektronik, autonomes Fliegen, Robotik und der Entwicklung von sicherheitskritischen Softwaresystemen bietet Elektra Solar auch seine Unterstützung bei der Vorbereitung von Flugplattformen für kundenspezifische Anwendungen an.

Elektra Solar verzeichnet neben den Flugplattformen, auch eine steigende Nachfrage nach Systemkompo-



Elektra Two Solar mit Bremsfallschirm ■

nenten wie Autopilot- Antriebs- und Solarsystemen.

Die Flugzeuge der Firma sind bisher in den Varianten OPS (Optionally Piloted System), und UAV (Unmanned Aerial Vehicle) verfügbar mit Spannweiten von 11 bis 25 m.

Die wesentlichen technischen Daten:

Elektra One

Spannweite: 13 m

Gewicht: 320 kg

Reisegeschwindigkeit: 80 km/Stunde

Max. Flugdauer: 7 Stunden

Flughöhe: 8 km (als UAV)

Elektra Two

Spannweite: 25 m

Gewicht: 600 kg (OPS-Variante), 400 kg (UAV)

Reisegeschwindigkeit: 75 km/Stunde (OPS-Variante), 70 km/Stunde (UAV)

Flugdauer: 20 Stunden

(als OPS-Variante), nahezu unbegrenzt als UAV

Flughöhe: 20 km (OPS), 22 km (UAV)

Aufgrund der unmittelbaren Nähe der Firma zum Flugplatz in Penzing

bei Landsberg konnten dort in der Vergangenheit diverse Tests im Vorfeld durchgeführt werden. Da kein Verbrennungsmotor die Flugzeuge antreibt, sind die Anwohner im Umkreis des Flugplatzes auch keiner Lärmbelastung ausgesetzt. Landsberg und der Fliegerhorst Penzing erwiesen sich bisher als ideale Standorte für diese zukunftsorientierte Technologie.

Zum Einsatz kommen die Flugzeuge der Firma Elektra Solar künftig unter anderem im Bereich der hochgenauen 3D-Stadt- und Landschafts-Modelle, als auch bei der Erforschung der Stratosphäre mit entsprechend kundenspezifischer Sensorik.

Ein gewichtiger Markt wird auch der Telekommunikationsmarkt aufgrund der zunehmenden Durchdringung des Internets sein. Dabei sollen Flugplattformen von Elektra Solar eingesetzt werden, die zeitlich nahezu unbegrenzt in großer Höhe als HAP (High Altitude Plattform) kreisen können und somit als Relaisstation der Datenübertragung dienen. Schließlich stellen die Flugsysteme der Firma Elektra Solar auch eine optimale Basis für die intelligente, vernetzte Mobilität der Zukunft dar (Boden/Luft/Weltraum). ■

Elektra Solar GmbH

Am Penzinger Feld 15
86899 Landsberg am Lech
www.elektra-solar.com



Wie kann die Sicherheit und Zuverlässigkeit die Kosten über den gesamten Produktlebenszyklus minimieren?

Wir bei der Delta System Solutions GmbH sind davon überzeugt, dass die Elektrifizierung und Autonomie von Luftfahrzeugsystemen eine wichtige Voraussetzung für das Lufttransportsystem der Zukunft sind. Der Transport mit autonomen Luftfahrzeugen steckt jedoch noch in den Kinderschuhen, und frühzeitige Unfälle würden zu einem Vertrauensverlust in die Technologien führen und das Wachstum der Branche beeinträchtigen. Aus diesem Grund ist die intelligente Anwendung und Nutzung von Sicherheits- und Zuverlässigkeitsaktivitäten wichtiger denn je.

Laut der Mitgründer und Partner von Delta System Solutions, Stuart Baskcomb: *„Die Sicherheits- und Zuverlässigkeitsmethoden selbst sind nicht kompliziert. Der intelligente Teil ergibt sich aus dem Wissen, wie man sie am besten auf ein Produkt oder Service anwendet, um das Design zu optimieren, und die Kosten über den gesamten Entwicklungs- und Betriebslebenszyklus zu minimieren.“*

Ein optimales Design erfüllt die Zertifizierung und Kundenanforderungen effizient ohne unnötige Elemente. Unzulänglichkeiten im Design können (im besten Fall) zu späten, teuren Änderungen führen, um die Einhaltung der Zertifizierung und der Kundenanforderungen zu erreichen. Unnötige Redundanz bedeutet unnötige Entwicklungs- und Betriebskosten. Ein intelligenter Ansatz bei Sicherheit & Zuverlässigkeit (S&Z) Einschätzung vermeidet



„Lilium Jet Flying (credit: Lilium GmbH)“ ■

Überkonservatismus, darüber hinaus minimiert es das Risiko böser Überraschungen während des Betriebs. Wenn dies von jemandem mit guten S&Z Erfahrungen durchgeführt wird, können die gewünschten Ergebnisse sehr effizient erreicht werden.

Der Mitgründer und Partner von Delta System Solutions, Robert Muirhead, ist der Ansicht, dass Delta System Solutions eine gute Wahl für jemanden wäre, der S&Z Unterstützung sucht, weil: *„Wir haben die Delta System Solutions GmbH speziell für die Durchführung von Sicherheits- und Zuverlässigkeitseinschätzung in der Luftfahrt gegründet. Unser Know-how umfasst sowohl Produkte als auch Operationen, und mit dieser ganzheitlichen Sichtweise ist es möglich, das effizienteste System zu erreichen. Ein zusätzlicher Bonus ist, dass der Einsatz eines unabhängigen Experten wie uns das Design-Sicherheit Unabhängigkeitsargument eindeutig machen will und gleichzeitig das hohe Qualitätsniveau unserer Kunden beibehält.“*

Wie können wir helfen?

Wir sind unabhängige S&Z Spezialisten in der Luftfahrt mit einem

anerkannten Ruf durch unseren Beitrag zur erfolgreichen Zertifizierung einer Vielzahl von Luft- und Raumfahrt Produkten und Dienstleistungen. Wir haben die Erfahrung und das Wissen, um alle Aspekte Ihres Bedarfs für S&Z Einschätzung zu erfüllen. Unser Expertenservice bietet auch eine unabhängige Prüfung der vorhandenen S&Z Analysen sowie Schulungen/Beratungen für Ihre eigenen Mitarbeiter.

Für weitere Informationen und/oder um einen Termin mit einem unserer Teams zu vereinbaren, um Ihre individuellen Bedürfnisse zu besprechen, senden Sie uns eine E-Mail an BeAM@delta-system-solutions.com. ■

Über uns

Das Unternehmen wurde 2013 von zwei erfahrenen Ingenieuren gegründet. Unser Hauptsitz befindet sich in München und wir haben ein Ingenieurbüro im Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Wildau bei Berlin. Wir sind vom TÜV ISO 9001 zertifiziert und verfügen über eine AÜG-Genehmigung, um unsere Mitarbeiter an Kunden in Deutschland zu vergeben.

Kontakt:



Stuart Baskcomb

Delta System Solutions GmbH

Tel.: + 49 (0)1577 6370102

Email:

BeAM@delta-system-solutions.com

www.delta-system-solutions.com



Drohnen „Made in Germany“ von Quantum-Systems

Die Quantum-Systems GmbH wurde 2015 in München gegründet und hat sich auf die Entwicklung und Produktion von automatischen, elektrischen vertikal start- und landefähigen Drohnen (eVTOL) für den zivilen Einsatz spezialisiert. Mehr als 40 Mitarbeiter arbeiten intensiv daran, Reichweite und elektrische Effizienz mit der Fähigkeit zum vertikalen Start und Landen ohne zusätzliche Ausrüstung zu kombinieren.

CEO Florian Seibel: „Unsere Leidenschaft ist die kontinuierliche Entwicklung von unbemannten Flugzeugen. Mit unseren Komplettlösungen können Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft, Planungssicherheit bei Infrastrukturvorhaben sowie großflächige Inspektionen problemlos realisiert werden.“ ■

Einzigartiges Merkmal – eVTOL Fixed-Wing-System

Die eVTOL Fixed Wing UAVs von Quantum-Systems vereinen die Vorteile von Hubschraubern und Flugzeugen in einem neuen inno-



Quantum-Systems Tron UAV mit LiDAR scanner Konfiguration ■

vativen Flugzeug. Es hat sowohl die komfortable Handhabung eines Hubschraubers als auch die ausgefeilte Aerodynamik eines Flugzeugs. Die Systeme sind daher bis zu 100-mal effizienter als herkömmliche Multi-Copter-Drohnen, aber ebenso einfach zu steuern.

Die Flugzeuge bieten eine raumsparende und sichere Möglichkeit, auch in den schwierigsten Bereichen zu starten und zu landen. Hohe Nutzlasten für eine Vielzahl von Senso-

ren (RGB-, LiDAR- und NDVI-Kombinationen) sowie die langlebige und effiziente Konstruktion bieten eine ideale Plattform für den professionellen Einsatz. Ob landwirtschaftliche Forschung (z.B. Pflanzengesundheit), industrielle Inspektion (z.B. Pipelines oder Gefahrenbereiche wie Altlasten in Tschernobyl), volumetrische Haldberechnungen oder Sicherheits- und Überwachungsmissionen - die Einsatzbereiche sind vielfältig.

Quantum-Systems bietet zwei Modelle mit dieser Technologie an. Das Tron UAV hat eine maximale Nutzlast von 2 kg und die Trinity / Trinity F9 UAV, die kleinere Schwester, bietet 550 g Nutzlast für verschiedene Sensorkonfigurationen. Das Design ermöglicht Flugzeiten von bis zu 90 Minuten pro Batterieladung. Dank der proprietären Missionsplanungssoftware QBase ist die Vorplanung der Mission einfach und prozessorientiert. Durch die ideale Abstimmung von Hard- und Software kann eine enorme Flächenleistung erreicht werden, wodurch



Trinity UAV im Streckenflug über Bayern ■

wesentlich größere Areale befliegen werden können, als dies mit herkömmlichen Multikoptersystemen der Fall ist.

In kürzester Zeit können somit verschiedenste räumlich relevante Daten erfasst werden.

„Das geistige Eigentum an unserer Hard- und Software ist unabhängig von Produkten Dritter und ermöglicht es uns, das Gesamtsystem für die Bedürfnisse unserer Kunden zu optimieren“, bestätigt Florian Seibel. Im Herbst 2018 brachte Quantum-Systems eine verbesserte Version, die Trinity F9, auf den Markt. Dieses Modell ist auf den ersten Blick identisch mit dem Basismodell, verfügt aber über Post-Processing-Kinematik (PPK), was es dem Bediener ermöglicht, die Genauigkeit des GPS-Signals auf 2-5 cm zu erhöhen, verglichen mit der Standard-GPS-Genauigkeit von ca. 1-3 Metern.

Zusammen mit der Trinity F9 wurde ein Update für die Missionsplanungssoftware QBase veröffentlicht und erweitert den Funktionsumfang um eine Live Air Traffic Visualisierung, um zivilen Flugverkehr darzustellen. Diese Funktion erhöht das Situationsbewusstsein des Drohnenpiloten während des Fluges. Insbesondere bei Einsätzen außerhalb der Sichtlinie (BVLOS) ist diese Funktion zwingend erforderlich, um einen sicheren UAV-Betrieb zu gewährleisten.

Auch finden lasergestützte Sensoren, sogenannte LiDAR Scanner, immer häufiger Verwendung im Drohnenbereich. Bekannt aus dem Automotive-Sektor werden diese Sensoren bei allen Aufgaben nachgefragt bei denen es auf detaillierte Punktwolken im Raum ankommt. So kann beispielsweise ein Bodenrelief unter dichtester Vegetation zentimetergenau binnen weniger Minuten kartiert werden (gleiches gilt beispielsweise auch für Industrieanlagen wie Pipelines oder Stromtrassen). Gerade das Tron UAV bedient hier erfolgreich eine Nische, da innerhalb eines einzigen Fluges an



CEO & Gründer der Quantum-Systems GmbH Florian Seibel ■

die 900 Hektar große Gebiete erfasst werden können. Größe und Gewicht der Sensorik stellen besondere Herausforderungen an das UAV und der Tron ist hier konkurrenzlos in seiner Klasse was Flugzeit und Transportsicherheit des teuren Equipments angehen.

Die Produkte sind bereits weltweit verfügbar und Handelspartner erhalten eine umfassende Produktschulung und Support, um ihre Kunden unterstützen und beraten zu können.

Neue potenzielle Vertriebspartner sind eingeladen, sich im Rahmen eines sogenannten „Demo-Tages“ aus erster Hand über die Produkte der Quantum-Systems GmbH zu informieren.

Details finden Sie unter www.quantum-systems.com



Firmenprofil:

Geschäftsbereich: Vollelektrische senkrecht start- und landefähige Drohnen

Gründungsjahr: 2015

Angestellte: > 40

Umsatz 2017: 1.2 mil Euro

Firmenadresse:

*Quantum-Systems GmbH
Sonderflughafen Oberpfaffenhofen
Friedrichshafener Str. 2
82205 Gilching, Germany*

E-Mail: info@quantum-systems.com

www.quantum-systems.com





Der Augsburg Innovationspark mit dem Technologiezentrum Augsburg

Standortfaktor Innovationskompetenz

Die neue Herausforderung im Luft- und Raumfahrtbereich sind schnellere und preiswertere Produktion, Automation, höhere Flexibilität und vor allem gesteigerte Ressourceneffizienz bei Energie- und Materialverbrauch im gesamten Herstellungs- und Nutzungszyklus der Fluggeräte.

Für die Bewältigung dieser Herausforderungen ist in Augsburg eines der größten Wirtschaftsförderungsprojekte aufgesetzt.

Der **Augsburg Innovationspark** mit dem **Technologiezentrum Augsburg** ist eine Wirtschaftsfördermaßnahme der Stadt Augsburg und des Landkreises Augsburg, die vom Freistaat Bayern, den Wirtschaftskammern sowie weiteren Einrichtungen unterstützt wird.



Technikumshalle im Technologiezentrum Augsburg, Foto: © Wolfgang Hehl ■

Ziel ist es, Innovationen und Technologietransfer für Unternehmen in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Leichtbau, Faserverbund, Mechatronik & Automation, Digitalisierung, Industrie 4.0 und Umwelt zu unterstützen.



Luftbild-Simulation Augsburg Innovationspark, Foto: © KCAP Architects & Planners ■

Im 70 ha großen Innovationspark können sich Technologieunternehmen ansiedeln oder als Projektgruppe im 12.000 m² großen Technologiezentrum Augsburg mit Forschungseinrichtungen eng zusammenarbeiten, um Produktionsprozesse und Produkte zu verbessern. 40 Nutzer wie Start-ups, regionale Unternehmen und Global Player sind bereits vor Ort.

Im modernen Eventbereich tauschen sich in den letzten 2 Jahren schon über 15.000 Fachleute zu Technologiethemen aus. 13 technologieorientierte Forschungseinrichtungen aus den oben genannten Technologiefeldern sind im Park aktiv und liefern wichtige Beiträge, um die Luft- und Raumfahrtbranche weiter voran zu treiben. Genannt seien hier beispielsweise das DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das AMU Anwenderzentrum für Material- und Umweltforschung, die IGCV Fraunhofer-Einrich-

tung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik und das ITA Institut für Textiltechnik Augsburg sowie auch die Zentren der bayerischen und nationalen Clustereinrichtungen im Bereich Carbonfasern, Umwelt, Mechatronik, Digitalisierung und Luft- und Raumfahrt.

Gestützt wird die Innovationskompetenz zusätzlich durch gute Fachkräfteangebote aus Universität, Hochschule, Technikerschule und weiteren Bildungsträgern.

Willkommen in der Augsburg Aerospace Area! ■

Kontakt:

Augsburg Innovationspark GmbH
 Wolfgang Hehl, Geschäftsführer
 Am Technologiezentrum 5
 86159 Augsburg
 Tel.: +49(0)821 80 90 30 60
 E-Mail:
info@augzburg-innovationspark.com
www.augszburg-innovationspark.com



Powering aerospace innovation in Bavaria

Rolls-Royce has been pioneering flight for more than 100 years. We are at the dawn of the 'third era' of aviation, which will bring a new class of quieter and cleaner air transport to the skies. We have welcomed 100 specialist electrical engineers in Bavaria to our team to help accelerate delivery of our electrification strategy – and helping e-tonomous flight take off.

rolls-royce.com/electrification



Magazinreihe

Zukunftstechnologien in Bayern

