

Der Begriff Elektromobilität wird in der öffentlichen Wahrnehmung vor allem mit dem Straßenverkehr verbunden, wo der Anteil von Elektrofahrzeugen in den kommenden Jahren erheblich steigen soll. Die bekannten Vorteile von Elektroantrieben wie Umweltfreundlichkeit, Kompaktheit, Wartungsarmut und Geräuscharmheit sind aber auch für die Luftfahrt von allergrößtem Interesse. Beispielsweise ließe sich durch den Umstieg auf Elektromotoren der bei Flugzeugen hohe und kostenintensive Aufwand für die Wartung der Turbinentriebwerke oder Kolbenmotoren erheblich reduzieren. Auf den zweiten Blick ist es daher nicht überraschend, dass weltweit viele Flugzeugbauer und ihre Zulieferer das Potential elektrischer Antriebe für die Luftfahrt erforschen.

ELIAS – vollelektrischer Flugdemonstrator für unbemannte Einsatzaufgaben

ELIAS (Electric Aircraft IABG AcentisS) dient vor allem zum Testen und Erproben von Technologien für ein unbemanntes, elektrisches Aufklärungs- und Überwachungssystem (Abbildung 2). Die Entwicklungsarbeiten bei IABG mit der Tochter ACENTISS begannen im Jahr 2012 mit der Beschaffung eines Flugzeugs vom Typ Elektra One von PC-Aero und der Umrüstung zum ELIAS-Systemdemonstrator mit Videokamera, Datenlink

und Bodenkontrollstation. ELIAS lässt sich sowohl manuell von einem Piloten als auch automatisch fliegen. In der aktuellen Konfiguration startet und landet der Pilot das Flugzeug und übergibt dann an die Automatik, die das Flugzeug nach vorprogrammierten, im Flug änderbaren Wegpunkten oder mittels direkter Eingaben von der Bodenstation, zum Beispiel Flughöhe, Flugeschwindigkeit und Flugrichtung, kontrolliert fliegt. Dabei werden die aerodynamischen Steuerflächen des Flugzeugs von elektrischen Aktuatoren mit integrierter elektromagnetischer Kupplung gesteuert, wobei der Pilot jederzeit per Knopfdruck die Kontrolle über das Flugzeug übernehmen kann. Mittels Joysticks lassen sich die unter dem Rumpf angebrachten Sensoren (Videokamera, Infrarotsensor, Laserentfernungsmesser) von der Bodenstation steuern (Schwenken, Zoomen etc.). Gemeinsam mit der Firma Geiger Engineering hat ACENTISS zwei Doppelmotoren mit 30 kW und 40 kW Startleistung entwickelt. Sie bestehen aus zwei Motoren, die über Freilaufkupplungen einen gemeinsamen Propeller antreiben. Sollte einer der Motoren ausfallen, kann der andere Motor den Propeller – dann mit etwas reduzierter Leistung – weiter antreiben. Regler und Lithium-Ionen-Akkus sind ebenfalls redundant ausgeführt. So wird motorseitig die Sicherheit eines zweimotorigen Flugzeugs erreicht.

>>

Abbildung 1: Mit Hilfe einer „Aircraft-in-the-Loop“-Simulation werden die Flugregelalgorithmen bereits am Boden umfassend getestet.

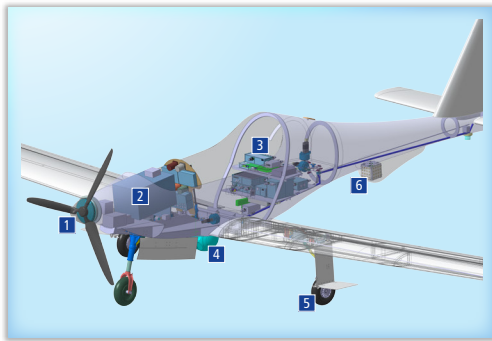




Entwicklung eines vollelektrischen
und autonomen Flugzeugs

Elektrisch abheben

Mit ELIAS hat die ACENTISS GmbH ein vollelektrisch angetriebenes, optional pilotiertes Flugzeug als Testplattform für Aufklärungs- und Überwachungssysteme entwickelt. Eine MicroAutoBox II von dSPACE dient dabei an Bord als Flugführungsrechner.



- 1 Elektroantrieb mit 20 kW Startleistung und Verstellpropeller
- 2 Li-Ionen-Akkupaket
- 3 Avionikraum – u. a. mit dSPACE MicroAutoBox als Flugführungsrechner, Inertial-Referenzsystem, Radarhöhenmesser und Satellitennavigationssystem mit SBAS¹⁾-Unterstützung
- 4 Verschiedene Sensoren (Videokamera, Infrarotsensor, Laserentfernungsmesser)
- 5 Elektrisches Einziehfahrwerk
- 6 Datenlink-Antenne

¹⁾ Satellite Based Augmentation System – ein spezielles Satellitennavigationssystem für eine sehr genaue Positionsbestimmung

Technische Daten

Max. Startgewicht	■ 350 kg
Spannweite	■ 11 m
Flügelfläche	■ 8,2 m ²
Höchstgeschwindigkeit	■ 150 km/h
Reisegeschwindigkeit	■ 110 km/h
Max. Motorleistung	■ 20 kW
Max. Reichweite	■ >150 km
Max. Flugzeit	■ ca. 1,5 h

Abbildung 2: Der Aufbau von ELIAS. Die dSPACE MicroAutoBox nimmt an Bord die Rolle des Flugführungsrechners ein.

„Mit der MicroAutoBox II haben wir ein flexibles und zuverlässiges System für die Flugführung an Bord. Damit können wir neue Algorithmen schnell implementieren und so Innovationen zügig vorantreiben.“

Andreas Rohr, ACENTISS

Bevor der Antrieb im Flug getestet wird, durchläuft er auf dem Motorprüfstand von ACENTISS und im Windkanal der TU München ausgiebige Tests. Ein Prototyp des 40-kW-Doppelmotors befindet sich in der Flugerprobung. Auch das innovative aus hochfestem Aluminium gefertigte Einziehfahrwerk wird elektrisch betätigt. Durch die Verwendung von Elastomer-Elementen ist es bis auf die Bremsen wartungsfrei. Es ist bereits seit mehreren Jahren im

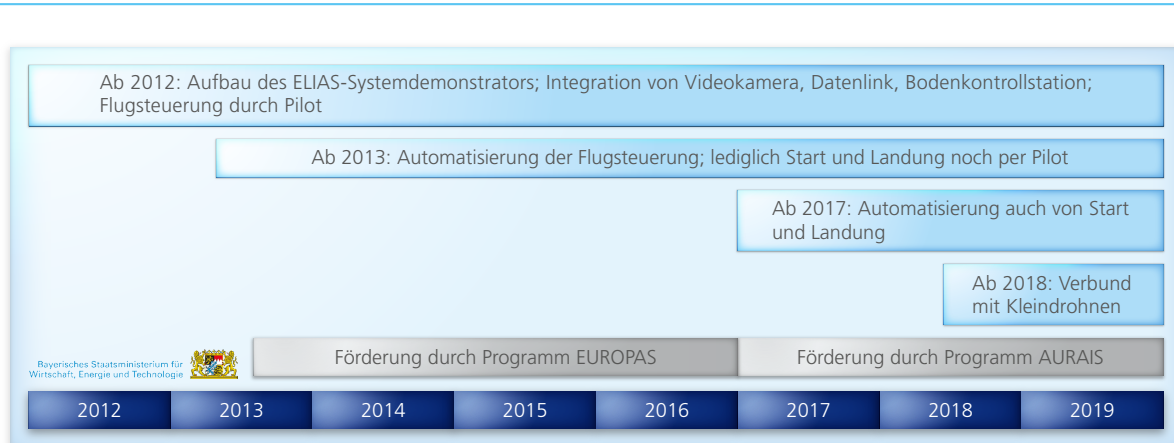
Einsatz. Aufgrund des quadratischen Querschnitts des Federbeins sind komplexe Torsionslenker überflüssig.

MicroAutoBox II als Flugführungsrechner

An Bord übernimmt eine dSPACE MicroAutoBox II zentrale Aufgaben bei der Flugführung und der Kommandierung des Flugzeugs durch die Bodenkontrollstation im automatischen Flug. Die MicroAutoBox ist über einen CAN-

aerospace-Bus mit dem Flugregler verbunden, der die elektrischen Aktuatoren für die Auslenkung der aerodynamischen Steuerflächen und den Schub für einen stabilen und sicheren Flug kontrolliert. Bei Bedarf kann die MicroAutoBox durch einen Embedded PC erweitert werden. Auf der MicroAutoBox kommt ein Simulink-Modell zum Einsatz, das die Trajektorien abhängig vom vorgegebenen Ziel, den erfassten Windbedingungen und den Naviga-

Abbildung 3: Zeitlicher Ablauf der Entwicklungsarbeiten.



tionsdaten berechnet und in Form von georeferenzierten Wegpunkten zusammen mit Flughöhe und Fluggeschwindigkeit an den Flugregler schickt. Ferner kommandiert die MicroAutoBox das Ein- und Ausfahren des Fahrwerks bei Start und Landung und überwacht den Ladezustand der Batterien. Ein großer Vorteil dabei ist die direkte Anbindung der MicroAutoBox an MATLAB®/ Simulink®, so dass Änderungen an den Flugführungsalgorithmen rasch implementiert werden können. So lässt sich die Software für die Flugführung kontinuierlich weiterentwickeln und an die Einsatzaufgaben anpassen. Nach dem Testen im Labor kann die Software dann schnell für die HIL/ACIL (Aircraft-in-the-Loop)-Simulation und für Testflüge auf das Prototyping-System geladen werden.

Tests am Boden und in der Luft

Zur Vorbereitung der realen Flugversuche in der Luft wird das Flugzeug intensiv am Boden in der ACIL-Simulation beim ACENTISS Mutterkonzern IABG getestet (Abbildung 1). Dabei verifizieren die Ingenieure nicht nur den automatischen Flug an sich, sondern auch das reibungslose Umschalten von manueller auf automatische Steuerung. Die Bodenkontrollstation kann dabei über Funk oder per Kabel mit dem Flugzeug verbunden werden.

Unterstützung durch Förderprogramme

Die Entwicklung der für den unbemannten, vollelektrischen Flug erforderlichen Technologien wird vom Bayerischen Wirtschaftsministerium im Rahmen des Bayerischen Luftfahrtforschungs- und Technologieprogrammes gefördert. Im Rahmen des Förderprogramms EUROPAS wurden mit Partnern aus Industrie und Forschung die automatische Flugsteuerung mit Flugführungssystem, das elektrisch einziehbares Fahrwerk, ein 30 kW und ein 40 kW starker Doppelmotor sowie ein elektronischer Datenlink für die Verbindung zwischen Bodenkon-

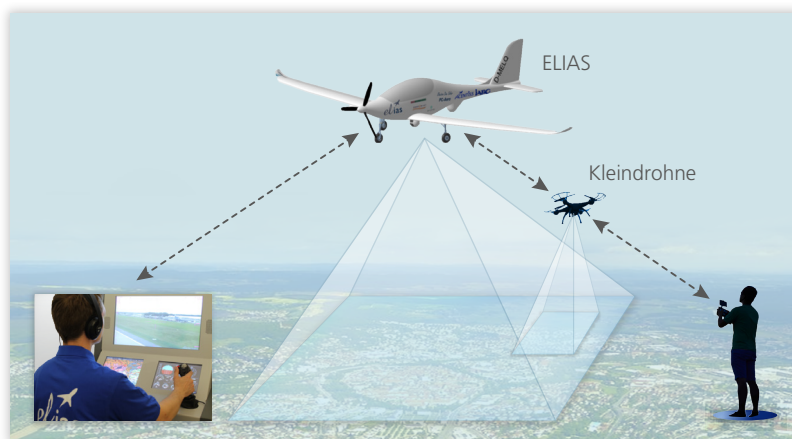


Abbildung 4: Im Verbundeinsatz mit Kleindrohnen besteht die Rolle von ELIAS darin, für eine Gesamtsicht über ein großes Gebiet zu sorgen und die Funktion eines Datenlink-Relais für die Drohnen zu übernehmen. Die kleineren, wendigeren Drohnen, die im Gegensatz zu ELIAS auch den für die Nahaufklärung nützlichen Schwebeflug beherrschen, untersuchen dann ausgewählte Bereiche genauer. Dabei können sie von Piloten im Einsatzgebiet oder von der Bodenstation kontrolliert werden.

trollstation und Flugzeug entwickelt und im Flugversuch Ende 2016 erfolgreich demonstriert. Im nachfolgenden Fördervorhaben AURAS (All-Electric Unmanned Reconnaissance & Aerial Imaging Airborne System), begonnen Anfang 2017, werden die automatische Start- und Landefähigkeit und eine Bodenkontrollstation für den Verbundeinsatz (Abbildung 4) mit Kleindrohnen entwickelt.

Ausblick

Mit der derzeit laufenden Entwicklung für den gemeinsamen Einsatz von ELIAS

zusammen mit Kleindrohnen sollen die Möglichkeiten für eine effektive Nahbereichsaufklärung geschaffen werden (Abbildung 4). Parallel dazu wird auch die kompakte, mobile Bodenstation für die zukünftigen Aufgaben optimiert. Für das Jahr 2019 sind Testflüge vorgesehen, in denen vorprogrammierte und vom Boden aus steuerbare Einsatzmissionen mit automatischen Starts und Landungen sowie der Verbundeinsatz mit Kleindrohnen in der Praxis erprobt werden sollen. ■

Dr. Hans Tönskötter, Andreas Rohr, ACENTISS GmbH

Dr. Hans Tönskötter

Hans Tönskötter ist Senior Manager Airborne Systems, ACENTISS GmbH in Ottobrunn, und verantwortlich für die Entwicklung der Technologien des unbemannten elektrischen Aufklärungssystems.



Dipl.-Ing (FH) Andreas Rohr

Andreas Rohr ist Luftfahrt-Ingenieur und Pilot und bei der ACENTISS GmbH in Ottobrunn zuständig für die Entwicklungsarbeiten am Flugzeug.

