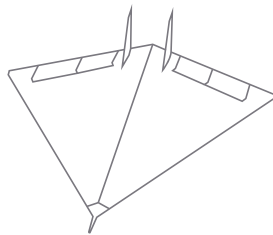


PFEILFÖRMIG AM HIMMEL



Für die nächsten Jahre wird weiterhin ein stetig steigender Luftverkehr prognostiziert. Um sicher zu fliegen, auch wenn es am Himmel immer voller wird, wird es neuartige Fluggeräte geben müssen. Mit dem Erprobungsträger SAGITTA können neuartige Strukturkomponenten getestet werden.

3, 2, 1, Start: Erstflug mit DLR-Systemkompetenz

Von Jana Hoidis

Die Anspannung ist groß. Ingenieure und Techniker starren auf die Startbahn. An der eigens für den Flugversuch eingerichteten Kontrollstation drückt der Flight Operator den Startknopf. Auf das, was nun gleich auf dem Flugexperimentgelände in Südafrika passiert, hat das DLR als Teil des Projektteams „Open Innovation“ unter Führung von Airbus seit Jahren hingearbeitet. Der gebaute unbemannte Nurflügler startet. Und er fliegt. Völlig autonom: Alle wichtigen Flugparameter inklusive der Route wurden bereits vor dem Start in das Flugzeug eingespeist.

„Da liegen die Nerven blank!“, beschreibt Versuchsingenieur Richard Kuchar vom DLR-Institut für Systemdynamik und Regelungstechnik das Gefühl, das ihn beim Erleben des Starts überkam. Er war live beim Erstflug auf dem Testgelände in Overberg in Südafrika dabei. „Da werden Jahre der Arbeit auf den Punkt gebracht. Wir hatten zuvor zwar ausgiebige Tests durchgeführt, aber man kann zuvor nie zu einhundert Prozent sicher sein, ob in der Luft auch alles funktionieren wird.“

Zuerst war angedacht, den Flugversuch auf einem Testgelände in Deutschland stattfinden zu lassen. Testfluggeräte dürfen jedoch den Flugplatz nicht verlassen. Da Europa so dicht besiedelt ist, kam aus Platz- und Sicherheitsgründen kein Fluggelände in Deutschland oder in angrenzenden Ländern in Frage. Nun also Südafrika.

Virtuell zur Realität

In den zwei Wochen vor dem Start wurde auf dem Testflugplatz noch eine umfangreiche Versuchskampagne am Boden durchgeführt, um das Unfallrisiko so gering wie möglich zu halten. Um die Landung selbst im Falle eines Systemausfalls sicherzustellen, können die speziell ausgebildeten Piloten im Notfall in den Flug eingreifen und das Flugzeug vom Boden aus steuern. Vorausgegangen war eine intensive Zusammenarbeit des DLR-Instituts für Systemdynamik und Regelungstechnik in Oberpfaffenhofen mit Airbus. Gemeinsam entwickelten die Ingenieure ein virtuelles Testsystem, das alle Flugzustände in der Luft und am Boden sehr präzise und in Echtzeit simulieren kann. Bereits während der Bauphase führte



Die Nahaufnahme des Flugerprobungsträgers zeigt zwei Lufteinlässe. Sie kühlen das Steuersystem.

das Institut mit hierfür eigens entwickelten Simulationsmodellen und -anlagen detaillierte Integrationstests durch. Nach den virtuellen Versuchen für die einzelnen Systeme, beispielsweise dem Flugsteuerungssystem, wurde schließlich das Zusammenspiel der Komponenten im gesamten Flugzeug getestet. Mit Hilfe der hieraus gewonnenen Erkenntnissen konnten die an der Erstflugkampagne beteiligten Operatoren, externe Piloten und Systemingenieure, vielfältige Flugszenarien durchspielen, interne Abläufe erarbeiten und optimieren sowie eine Vielzahl an potentiellen Fehlermöglichkeiten betrachten. „Bis zum Start des Fliegers war es ein langer Weg“, berichtet DLR-Ingenieur Richard Kuchar. „Wir haben für den Test des Flugsteuerungssystems eine mit Airbus- und DLR-Standards kompatible spezielle Softwareplattform entwickelt, die es ermöglicht, das gesamte System, von Komponente bis zum physikalischen Gesamtflugzeug, in die Simulations- und Testumgebung zu integrieren und alles am Boden bis ins Detail zu überprüfen.“ Bereits 2013 konnte in Windkanaltests an der TU München und darauf aufbauenden Studien mit der DLR-Simulationsanlage nachgewiesen werden, dass das Flugzeug start- und landefähig ist. Im April dieses Jahres fanden dann die letzten Simulations- und Hardwaretest in Manching statt, nach deren erfolgreichem Abschluss Airbus die Freigabe für den Erstflug erteilte.

Vom 22. Juni bis zum 14. Juli 2017 machte sich daraufhin ein 25 Personen starkes Team von Wissenschaftlern, Testingenieuren und Piloten auf den Weg zur großen Premiere nach Südafrika. Die spannende Frage lautete: Wird sich ihr Meisterstück in der Luft auch so verhalten, wie zuvor etliche Male am Computer simuliert? Oder noch heikler: Wird es überhaupt in die Luft gehen? Nach mehreren Roll-Tests am Boden und letzten Prüfungen der Datenverbindung war es dann endlich soweit: Der Erstflug! Sieben Minuten dauerte er. Nach dem ersten folgte sogleich der zweite, der mit neun Minuten etwas länger währte. Bei diesem konnten gleich mehrere Flugmanöver erfolgreich getestet werden: Steig- und Sinkflug sowie eine Warteschleife. „Alle Beteiligten vor Ort und zu Hause hatten hohe Erwartungen und waren sehr gespannt,“ resümiert Kuchar, „umso erleichterter waren wir, als unser Flieger wieder unversehrt auf der Landebahn stand. Nun können wir ihn als Versuchsträger nutzen, um weitere Technologien direkt in der Luft zu erproben.“

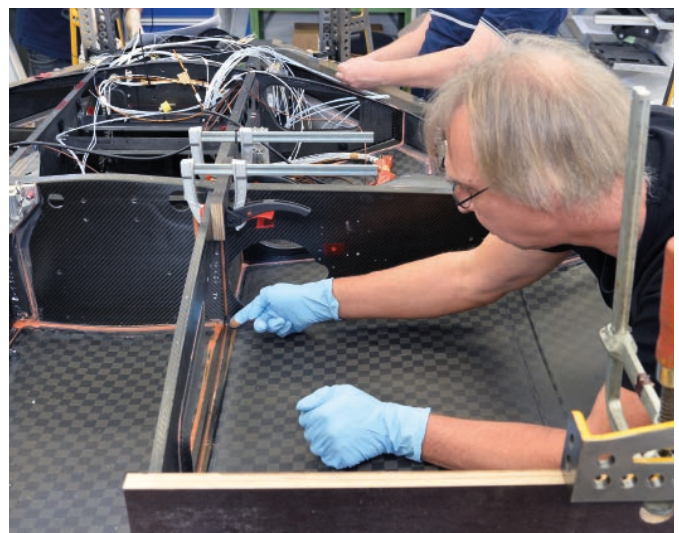
Bild: Airbus



Der Forschungsdemonstrator hebt zum Erstflug ab



Vor dem Erstflug stand die Simulation im Hangar von Airbus in Manching



Die filigranen Strukturbauteile waren sorgfältig verklebt worden

Neuartige Flugsysteme

Die ultraleichte Struktur und die Systemkomponenten für den neuartigen Flugkörper wurden im DLR Braunschweig entwickelt und zusammengebaut. „Die unkonventionelle Konfiguration des Luftfahrzeugs erfordert für gute Flugeigenschaften eine Unterstützung durch ein Flugregelungssystem. Die hierfür notwendigen Stellsysteme für die Steuerflächen müssen außergewöhnliche Anforderungen erfüllen, da sie bei minimalem Gewicht gleichzeitig hohe Trimmlasten aushalten und eine hohe Dynamik aufweisen müssen,“ erklärt Andreas Bierig vom Institut für Flugsystemtechnik. Weitere spezielle Anforderungen an das Fluggerät waren, dass das Fahrwerk einziehbar ist und das Treibstoffsystem das Fluggerät in allen Fluglagen, also auch im Rückenflug, zuverlässig versorgt. Der geringe Bauraum der kompakten Diamantform in Kombination mit hohen Sinkgeschwindigkeiten beim Anflug stellte hohe technologische Anforderungen an die Auslegung des Fahrwerks. In diesem Zusammenhang wurde unter anderem ein speziell auf die Anforderungen des Flug-Demonstrators zugeschnittener Fahrwerksprüfstand entwickelt. Damit konnte das Fahrwerkssystem optimiert werden. Auch die notwendigen Nachweise wurden so geführt.

Ultraleicht und fest verklebt

Die Ingenieure vom DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik stellte das gänzlich neue Luftfahrzeug vor eine große Herausforderung. Zusammen mit Kollegen des Lehrstuhls für Leichtbau der Technischen Universität München war es ihre Aufgabe, seine extrem leichte Struktur zu bauen. Filigrane Strukturbauteile aus hauchdünnen CFK-Lagen, in der Fachsprache Thin Plies, müssen für eine optimale Lastübertragung fehlerfrei verklebt werden. Dementsprechend waren die einzelnen Bauteile so zu konstruieren und zu fertigen, dass sie bei der Montage präzise zueinander passen. Für die Festigkeit der Verbindung ist zudem eine dünne und gleichmäßige Klebschicht notwendig.

„Die Arbeit war absolut experimentell und sehr gewagt“, resümiert Ingenieur Michael Hanke, der für den Bau der Struktur verantwortlich war. „Dass wir die Gesamtflugzeugstruktur mit wesentlichen Systemen bei uns auch noch montieren konnten, war für uns ein Highlight. Allerdings mussten wir erst lernen, wie eine Struktur mit derart hauchdünnen Materialien auszusehen hat, damit das Ergebnis luftfahrttauglich ist. Hierbei hat uns die sehr enge Zusammenarbeit mit der Industrie geholfen. Wir lieferten die Ideen, entwickelten sie zusammen mit Airbus weiter und brachten sie in die Luft.“

Mit dem Erstflug ist nun die erste Erprobungsphase, die auch umfangreiche Testreihen am Boden umfasste, erfolgreich abgeschlossen. Das DLR und seine Entwicklungspartner konnten wesentliche Erkenntnisse über neue Technologien sammeln. Wissen, das künftig von großem Wert ist, wenn der Erprobungsträger SAGITTA verwendet wird, um neuartige Strukturkomponenten zu testen, in die aktive Funktionselemente integriert werden, wie zum Beispiel adaptive Start- und Landeklappen.

Jana Hoidis ist im DLR-Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik unter anderem für Öffentlichkeitsarbeit zuständig.



DAS PROJEKT SAGITTA

Die Entwicklung des Technologiedemonstrators hat Airbus 2010 mit der nationalen Initiative „Open Innovation“/SAGITTA ins Leben gerufen, um fortschrittliche Technologien für unbemanntes Fliegen gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt sowie Instituten der Technischen Universitäten in München und Chemnitz, der Bundeswehruniversität in München und der Technischen Hochschule Ingolstadt zu entwickeln. Im Rahmen des Projekts wurde zunächst eine Machbarkeitsstudie mit einer Nurflügel-Konfiguration durchgeführt, bevor diese nun in einem Demonstrator realisiert wurde.

Entwurfskriterien waren ein hoher Grad an Autonomie, eine variable Missionsgestaltung und geringe Wahrnehmbarkeit im Flug. Der Technologieerprobungsträger ist im Maßstab 1:4 entworfen worden und misst drei mal drei Meter. Er ist als diamantförmiger Nurflügler ausgelegt und wird von zwei 300-Newton-Turbinen angetrieben. Sein maximales Startgewicht beträgt 150 Kilogramm.

Die Zelle ist vollständig aus Kohlefaser-Verbundwerkstoff (CFK) hergestellt. Mit Ausnahme der Bremsen handelt es sich um ein elektrisches Fluggerät, das anstelle von Hydraulik-Komponenten über elektromechanische Stellantriebe gesteuert wird. Der Experimentträger ist kein seriennahes Produkt. Er dient dazu, wesentliche Erkenntnisse über neue Technologien für unbemannte Flugsysteme zu sammeln.

Seitens des DLR sind drei Institute beteiligt: die Institute für Faserverbundleichtbau und Adaptronik, Flugsystemtechnik sowie Systemdynamik und Regelungstechnik.