

## FORSCHUNG KOMPAKT

März 2016 || Seite 1 | 4

### Leichtere Flugzeuge

#### Verhalten von CFK während Flügen exakt nachgewiesen

**Über das Verhalten von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) während eines Flugs ist bislang wenig bekannt. Fraunhofer-Forscher haben bei der Clean Sky-Forschungsinitiative mit Hilfe eines auf Lichtwellenleitern basierenden Messaufbaus exakt nachgewiesen, wie stark sich CFK-Teile während des Fliegens verformen.**

Der Pilot startet durch. Langsam löst sich der Gummireifen vom Asphalt. An Bord: keine Passagiere, nicht mal Sitzreihen. Die Verkleidung der Innenwände fehlt: stattdessen Kabel, Sensoren, am Boden fest verschraubte Messgeräte. Der Rumpf des Fliegers besteht nicht wie üblich aus Aluminium. Ein Bauteil aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) bildet die obere Außenhaut – vom Cockpit bis zu den Tragflächen. Leicht und dennoch stabil. Das Material der Zukunft. Dass es den Belastungen des Testflugs standhält, ist sicher. Aber wie weit wird es sich bei unterschiedlichen Flugmanövern verformen? Exakte Werte liegen bislang nicht vor.

#### Bis auf den Nanometer genau

»CFK-Strukturen verhalten sich während eines Flugs anders als Aluminium«, sagt Conchin Contell Asins, Wissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt. Wie genau, hat sie zusammen mit ihrem Kollegen Oliver Schwarzhaupt mit einem speziellen Messaufbau bei Testflügen herausgefunden. Optische Messfasern detektierten mit Hilfe der Lichtwellenleiter-Technologie schon minimale Verformungen. »Das ist mit herkömmlichen metallischen Dehnungsmessstreifen nicht möglich. Diese basieren auf Änderungen ihres elektrischen Widerstands durch Verformung, sind aber weniger fein auflösend«, erklärt die Forscherin.

Ziel der Messflüge war es, robuste Daten zu erhalten, die mit den theoretischen Berechnungen über das Flugverhalten von CFK verglichen werden können. Die realen Daten benötigen Flugzeugbauer, um Bauteile exakt so zu bauen, dass sie den im jeweiligen Flugzeugmodell auftretenden Belastungen standhalten. Das gelingt bisher nur näherungsweise. Deshalb integrieren Flugzeugbauer CFK sicherheitshalber überdimensioniert in neue Modelle. »Die Testflüge haben gezeigt, dass unser Messaufbau funktioniert: Wir konnten jedem einzelnen Flugmanöver eine eindeutige CFK-Verformung zuordnen. Die Werte waren so exakt, dass man auch von den Dehnungssignalen auf das Flugprofil hätte schließen können«, ergänzt Schwarzhaupt. Außerdem ist es mit

---

#### Redaktion

**Beate Koch** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)  
**Anke Zeidler-Finsel** | Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF | Telefon +49 6151 705-268 | [anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de](mailto:anke.zeidler-finsel@lbf.fraunhofer.de)  
Bartningstraße 47 | 64289 Darmstadt | [www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)

diesem System möglich, die Struktur während des Flugs auf ihren Zustand hin zu überwachen. »Ändert sich das im Verformungsverhalten, kann das auf Schäden hindeuten. Mit einer solchen Strukturüberwachung könnte man Bauteile deutlich länger im Einsatz belassen«, sagt Contell Asins.

Das Team von Wissenschaftlern aus Darmstadt installierte bei dem Testflug die komplette Messhardware im Flugzeug und wertete die Daten aus. Der Flugzeughersteller analysiert die Ergebnisse in »JTI Clean Sky – Green Regional Aircraft Plattform« des 7. Rahmenprogramms, einer Forschungsinitiative der Europäischen Kommission und der europäischen Luftfahrtindustrie. Das Ziel: noch leichtere CFK-Bauteile zu bauen und die Einsatzzeiten der Bauteile zu verlängern. Schwarzhaupt: »Wer unnötiges Material einspart, benötigt auch weniger Treibstoff.«

### **Am stärksten belastetes Bauteil getestet**

Als Testflugzeug diente ein Mittelstreckenmodell für etwa 70 Passagiere. Für die Flüge wurde ein etwa fünf Mal drei Meter langes CFK-Bauteil eingesetzt. Dieser Bereich ist einer der am stärksten belasteten Bauteile beim Flug. Die optischen Messfasern legten die Forscher an der zum Flugzeuginnenraum gewandten Seite an. »Die dünnen, länglichen Glasfasern eignen sich gut, um auch sehr schwache Veränderungen von größeren Bauteilen anzuzeigen«, sagt Contell Asins.

Eine optisch-elektrische Auswerteeinheit nahm die Signale der Messfasern auf. Die Blackbox lieferte zusätzliche Informationen zu Flughöhe, Fluggeschwindigkeit oder Flugmanövern. »Wir haben beide Datenpools – Dehnungsmessung und Flugdaten – mit Hilfe einer speziellen Software korreliert«, beschreibt Contell Asins. Um die Dehnungssensoren an den richtigen Stellen anzubringen, mussten die Forscher wissen, wo Belastungen üblicherweise bei Flugmanövern auftreten. »Hier konnten wir unser Know-how zum Verhalten von CFK einbringen: Die Stellen mit den höchsten Belastungen hatten wir zuvor berechnet und die Messstellen dort angebracht«, sagt Schwarzhaupt. Bei CFK-Strukturen in Flugzeugen tragen vor allem die angebrachten Versteifungselemente die Last. Diese befinden sich auf der Innenseite der Außenhaut in Längs- und Umfangsrichtung zum Rumpf.

**Wie sich CFK in der Luft verhalten:**

Der Flugzeugrumpf dehnt sich während des Flugs durch den geringeren Luftdruck in der Höhe aus. Teilweise um einige Zentimeter. Passiert dies zu stark, können Risse entstehen. CFK vertragen eine Dehnung von bis zu eineinhalb Prozent ihrer ursprünglichen Länge, bevor sie reißen. Das hört sich nach nicht viel an. Doch um CFK derart zu dehnen, benötigt man sehr viel höhere Kräfte als bei Aluminium. Optische Messfasern sind in der Lage, Veränderungen von wenigen Nanometern anzuzeigen.

**FORSCHUNG KOMPAKT**

März 2016 || Seite 3 | 4

**Wie funktioniert die Lichtwellenleiter-Technologie?**

Die Messgeräte senden einen Lichtimpuls an die optischen Fasern, welcher an den Messstellen zurück an das Gerät reflektiert wird. Bei Dehnung verschiebt sich die Wellenlänge dieser Lichtreflexion. Aus der Differenz zum ursprünglichen Wert lässt sich dann über physikalische Formeln die Dehnung berechnen – bis auf Nanometer genau.

**Wie geht es weiter, Frau Contell Asins?**

»Aktuell arbeiten wir bereits mit Partnern an einem neuen Projekt: Dabei wird unser Messaufbau an einem Flugzeugrumpf angebracht, der mit neuen Produktionsverfahren hergestellt wird. Allerdings wird dieser am Boden getestet. Der fallende Luftdruck in der Höhe wird dabei durch Luft simuliert, die in den Rumpf gefüllt wird und den Innendruck in der Kabine erhöht.«

**Weblink:**

Clean Sky: <http://www.cleansky.eu/content/news/clean-sky-green-regional-aircraft-flying-demonstrator-takes>



**FORSCHUNG KOMPAKT**

März 2016 || Seite 4 | 4

Als Testflugzeug diente ein Mittelstreckenmodell für etwa 70 Passagiere. Für die Flüge wurde ein etwa fünf Mal drei Meter langes CFK-Bauteil eingesetzt. Dieser Bereich ist einer der am stärksten belasteten Bauteile beim Flug. © Alenia Aermacchi | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse).

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.