

Mit aeroelastischer Optimierung und Steuerung zu mehr Leistung

Die intelligentere Struktur gibt nach

Von Dr. Wolf Krüger und Dr. Henning Rosemann

Steigende Treibstoff- und Rohstoffpreise, Betriebs- und Verwertungsvorschriften und an die Umweltverträglichkeit gekoppelte Steuern und Gebühren stellen immer neue Anforderungen an die Flugzeugbauer. Mit einem hochintelligenten aeroelastisch optimierten Flugzeugentwurf lassen sich neue Leistungs- und Sparpotenziale im Flugzeugbau erschließen – ein weiterer Forschungsschwerpunkt, bei dem der neue Versuchsträger ATRA zum Einsatz kommen kann.

Eine Schlüsseltechnologie zukünftiger Verkehrsflugzeuge ist das gezielte Zusammenwirken aerodynamischer Lasten mit der Reaktion der Flugzeugstruktur. Wesentlicher Fak-

tor beim Entwurf einer leichten Flugzeugstruktur sind die zu erwartenden maximalen Lasten im Fluge, wie sie beispielsweise bei Böen oder Flugmanövern auftreten. Flugzeuge werden üblicherweise nach dimensionierenden Lastfällen ausgelegt, welche die realen Belastungen eines Flugzeugs nicht exakt widerspiegeln. Die Folge sind dann zu schwere und dynamisch suboptimale Strukturen.

Eine wesentliche Verbesserung verspricht das Konzept einer integrierten Last- und Leistungssteuerung am Flügel, bei der sich das Flugzeug selbst den momentanen Anforderungen anpasst. Dazu sollen sowohl passive Maßnahmen wie die aeroelastische Optimierung der Strukturen als auch aktive aeroelastische Systeme genutzt werden.

„Aeroelastische Optimierung“ bedeutet, den Steifigkeitsaufbau der

Flugzeugstruktur gezielt so zu gestalten, dass sich die umströmte Geometrie unter den Luftlasten in einer für Flugleistungen und Steuerbarkeit günstigen Art und Weise verformt. Dies kann durch Einsatz anisotroper Kohlefaserverbundwerkstoffe erreicht werden, deren Festigkeit und Steifigkeit sich gerichtet einsetzen lässt.

Ergänzend kommen aktive Regelsysteme zum Einsatz. Als Steuerflächen für diese aeroelastischen Steuerungssysteme werden unter anderem sehr kleine Klappen an der Flügelhinterranke (Trailing Edge Devices) erwogen. Diese so genannten MiniTEDs ermöglichen in Kombination mit Querrudern und Landeklappen eine optimale Umverteilung der Last über nahezu die gesamte Flügelspannweite und eine Reduktion kurzfristiger Lastspitzen. Diese Steuerflächen konnten bereits im EU-Projekt AWIATOR ihre Einsatzreife demonstrieren.



Die Nutzung neuer Aktuatorssysteme ist aber nur sinnvoll, wenn sich die Verformung der Struktur auch exakt messen lässt – nur so ist die Regelung in der Lage, für das Gesamtsystem optimale Klappenausschläge anzusteuern. Deshalb soll der Flügel mit einem Netz von Sensoren ausgestattet werden, die eine genaue örtliche Bestimmung sowohl der statischen Verformung als auch der dynamischen Strukturbewegungen erlauben.

Gleichzeitig sollen die Sensoren und Steuerflächen auch für die Optimierung der Flugleistungen außerhalb des Auslegungspunktes eingesetzt werden. Dadurch kann für jeden Flugzustand eine optimale Konfiguration erreicht werden, die vier wesentliche Einflussfaktoren berücksichtigt: Die Einhaltung des zulässigen Biegemoments an der Flügelwurzel, eine Minimierung des Gesamtwiderstands, die Einhaltung

komfortabler Beschleunigungswerte sowie die Gewährleistung der flugmechanischen und aeroelastischen Stabilität.

An Konzepten für den so genannten intelligenten aeroelastischen Flügel wird in Europa und den USA gearbeitet. Viele der Projekte konzentrieren sich auf einzelne Bausteine wie zum Beispiel innovative Steuerflächenkonzepte. Im geplanten DLR-Projekt iGREEN sollen nun übergreifende Methoden entwickelt werden. Mehrere DLR-Institute arbeiten zusammen: Die Institute für Aeroelastik, für Aerodynamik und Strömungstechnik, für Robotik und Mechatronik und das Institut für Antriebstechnik sind beteiligt. Weiterhin wird die bewährte Kooperation mit der französischen Großforschungseinrichtung ONERA weitergeführt. Die geplanten Arbeiten finden in enger Abstimmung mit dem bereits erwähnten EU-Projekt AWIATOR und dem geplanten

7. Forschungsrahmenprogramm der EU statt.

Die Umsetzung der Ideen in technische Lösungen erfolgt in iGREEN schrittweise. Zunächst muss das neue Konzept in der Simulation erprobt werden. In einem zweiten Schritt werden Komponenten in Hardware und Software in Windkanalversuchen getestet. Zum Nachweis der Funktions- und Leistungsfähigkeit des neuen Systems sind schließlich Flugversuche geplant – eine ideale Aufgabe für das neue ATRA.

Autoren:

Dr. Wolf Krüger ist Abteilungsleiter für Aeroelastische Simulation im DLR-Institut für Aeroelastik.

Dr. Henning Rosemann ist Abteilungsleiter für Hochgeschwindigkeitskonfigurationen im DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen.