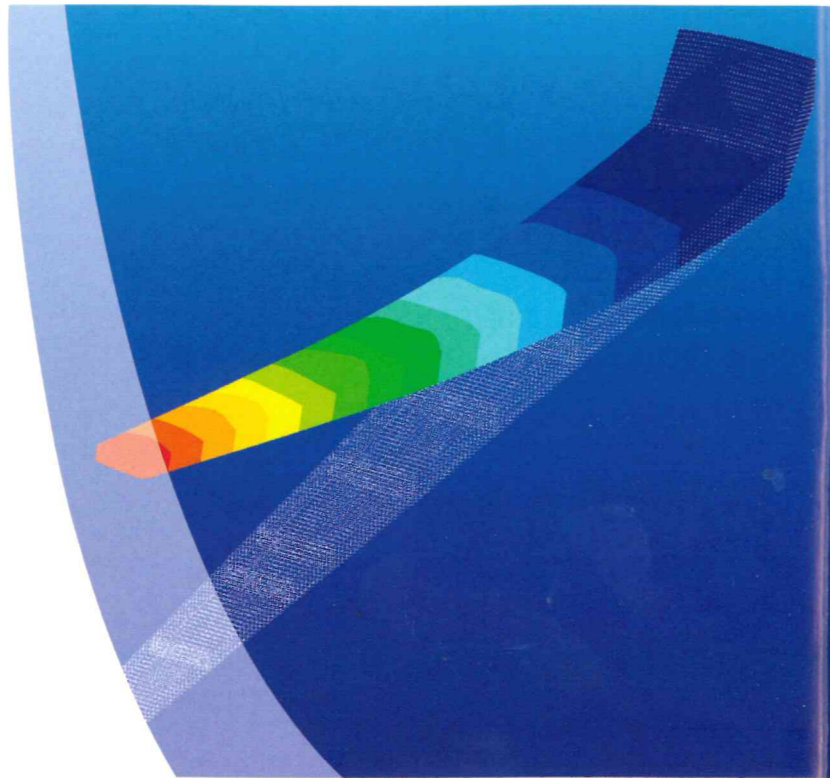


AeroStruct

Analyse und Optimierung von Luftfahrtstrukturen



Das Forschungs- und Technologievorhaben AeroStruct wird im Rahmen des vierten zivilen Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo IV-4) von 2012 bis 2015 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Es wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) geführt, das sich mit dem Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik sowie dem Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik beteiligt. Die industriellen Verbundpartner sind Airbus Operations, Cassidian sowie Rolls-Royce Deutschland. Vonseiten der bundesdeutschen Hochschulen sind die TU Braunschweig, die TU München, die TU Berlin, die Universität Trier und die HAW Hamburg (Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau) vertreten.

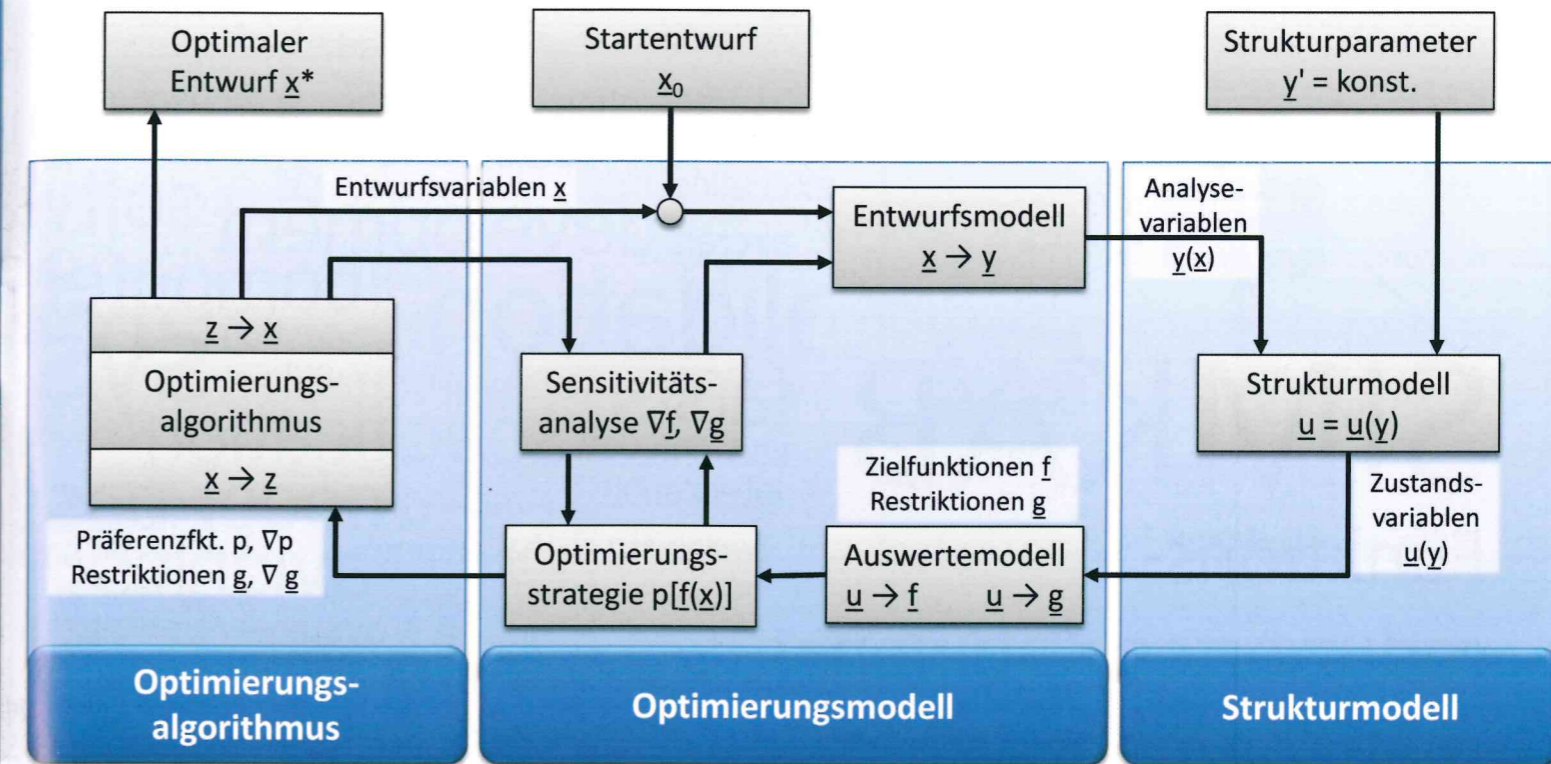
Gegenstand des Verbundvorhabens AeroStruct sind die Untersuchung von bedeutsamen zukünftigen Luftfahrttechnologiekonzepten und die zielgerichtete Bereitstellung der für eine entsprechende Produktentwicklung erforderlichen Fähigkeiten. Hierfür haben die Verbundpartner die folgenden Produktkonzepte festgelegt:

- FlexCraft: Wege zur progressiven Nutzung potenziell höherer Flexibilität im Flugzeugdesign (Airbus)
- OPTIMALE: Multidisziplinäre Optimierung und Simulation zukünftiger Hochleistungsplattformen (Cassidian)
- DIMENSyon-P: Entwicklung integrierter Methoden für neue Triebwerkssysteme (Rolls-Royce Deutschland)
- ForSWING: Entwurf eines vorwärts gepfeilten Faserverbundtragflügels (DLR)

Teilprojekt ForSWING

Das DLR-Teilprojekt ForSWING verfolgt als Ziel die Entwicklung einer multidisziplinären Simulationsumgebung für die Analyse und Optimierung von Flugzeugen und Flugzeugkomponenten. Als Anwendungsfall dient ein vorwärts gepfeilter Faserverbundtragflügel höchster aerodynamischer Leistung mit Nutzung des Potenzials der NLF-(Natural-Laminar-Flow-)Technologie und des aeroelastischen Tailorings.

Da die Umsetzung der NLF-Technologie für einen herkömmlichen, rückwärts gepfeilten Tragflügel nur durch eine Absenkung der Reisefluggeschwindigkeit im Vergleich zu heutigen Flugzeugen möglich ist, muss ein vorwärts gepfeilter Tragflügel verwendet werden. Zusätzliche Vorteile der Vorwärtspeilung sind eine günstigere Lastverteilung, ein weniger kritisches Überziehverhalten sowie ein günstigeres Verhältnis von Querrudergröße zu Klappengröße. Diesen aerodynamischen Vorteilen steht jedoch ein wesentlicher strukturmechanischer Nachteil gegenüber: Die Durchbiegung des Flügels nach oben führt bei vorwärts gerichteter Pfeilung zu einer Vergrößerung des Anstellwinkels, aus dem erhöhte Auftriebskräfte resultieren. Diese greifen typischerweise vor der elastischen Achse an und bewirken eine weitere Anstellwinkelvergrößerung und damit Lasterhöhung. Die sich auf diese Weise wechselseitig vergrößernden Belastungen und Verformungen können zu einer statischen Divergenz, d.h. zum Auskippen des Flügels führen. Bei einer herkömmlichen Metallbauweise lässt sich die Divergenz nur durch vergrößerte Steifigkeiten und damit einhergehender Gewichtszunahme zu höheren Geschwindigkeiten hinausschieben.



Vermeidbar ist dieser Effekt, wenn über eine Kopplung der Biege- und Torsionsverformung einer Aufwärtsbiegung des Tragflügels eine den Anstellwinkel verkleinernde Torsionsverformung zugeordnet werden kann. Dieses Verhalten ist prinzipiell nur durch Verwendung von Faserverbundwerkstoffen erreichbar, deren anisotropes Verhalten gezielt eingesetzt wird (Aeroelastic Tailoring). Außerdem bieten die hervorragenden mechanischen Eigenschaften, d.h. die spezifischen Steifigkeiten und Festigkeiten der Faserverbunde die generelle Möglichkeit einer äußerst gewichtsparenden Bauweise.

HAW-Entwicklungsarbeiten im Teilprojekt ForSWING

Die HAW verantwortet die Arbeitspakete zur multidisziplinären Optimierung von Faserverbundbauweisen für Luftfahrtstrukturen (MOFAL) nach dem 3-Säulen-Konzept (Bild oben). Wesentlicher Bestandteil der Entwicklungsarbeiten ist die Bereitstellung von leistungsfähigen Optimierungsmodellen (Säule 2), d.h. von Entwurfs- und Auswertemodellen. Im Entwurfsmodell wird beschrieben, welche Entwurfsparameter optimal bestimmt werden können und wie sie in die jeweiligen Analysemodelle der beteiligten Fachdisziplinen zu übersetzen sind. Im Auswertemodell müssen analog die fachspezifischen Analyseergebnisse entsprechend den Entwurfszielen ausgewertet werden. Folgende Kernaufgaben werden bearbeitet:

- Formulierung von Optimierungsmodellen zur Berücksichtigung
 - von Anisotropie-Eigenschaften (Aeroelastic Tailoring),
 - von Anforderungen zum Stabilitätsverhalten (Knicken, Beulen) sowie
 - von Faserverbundversagenskriterien zur Festigkeitsbeurteilung im Strukturentwurf
- Entwicklung parametrisierter Beschreibungen für die Faserorientierungen und Dickenverläufe der Faserverbundwerkstoffe unter Berücksichtigung von Fertigungsanforderungen
- Berücksichtigung von Robustheitsanforderungen im Optimierungsprozess



Prof. Dr.-Ing. Michael Seibel

michael.seibel@haw-hamburg.de