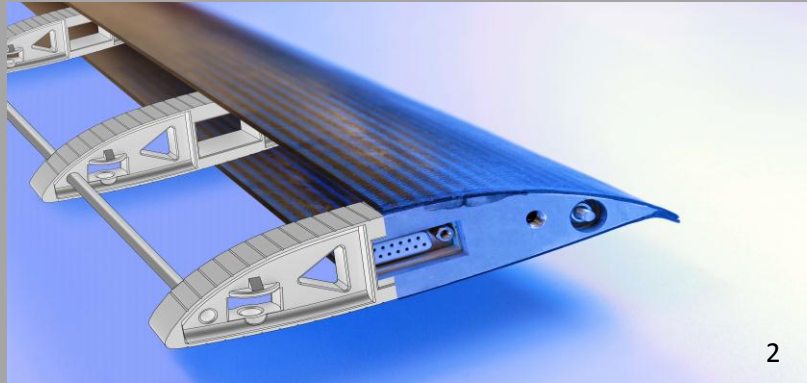


1



2

1 Genrativ gefertigter Heckflügel eines Rennfahrzeuges
2 Schnitt durch den intelligenten Heckflügel

DER INTELLIGENTE HECKFLÜGEL

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner

Geschäftsfeld Virtual Engineering
Dr.-Ing. Uwe Klaeger
Telefon +49 391 4090-809
uwe.klaeger@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de



Ausgangssituation und Motivation

Zur Beschleunigung der Produktentwicklung und Erhöhung der Kosteneffizienz werden in der Wachstumsbranche Fahrzeugindustrie in immer früheren Phasen Lösungen gefordert, die eine nachhaltige Wirkung auf die primären Zielgrößen Funktionalität, Sicherheit, Komfort und Kosten aufweisen.

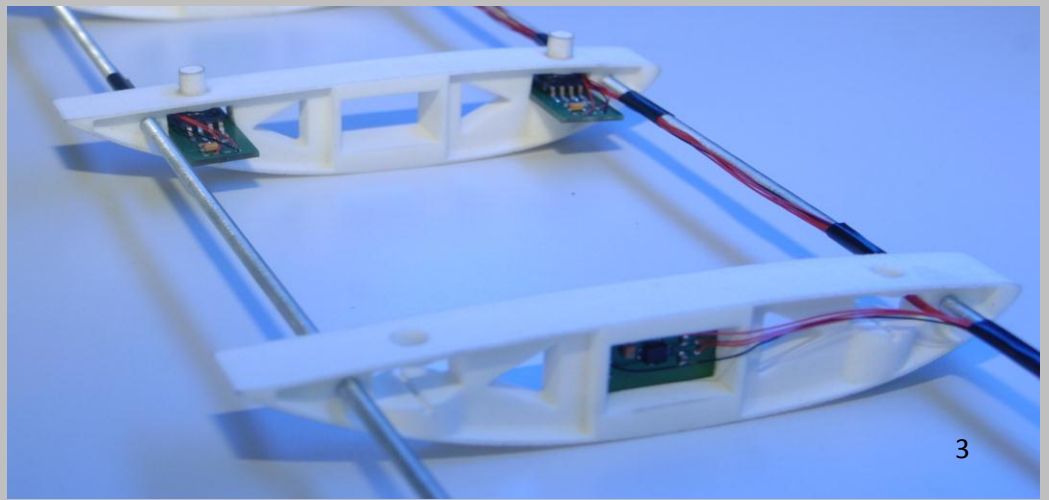
Um diese komplexen Anforderungen erfüllen zu können, eröffnet insbesondere die Nutzung generativ und werkzeuglos arbeitender Additive Manufacturing-Technologien wie das Selective Laser Sintering in Kombination mit aktiven piezoelektrischen oder piezoresistiven Werkstoffen völlig neue Perspektiven.

Beim Lasersintern wird das jeweilige Bauteil ausgehend von einem 3D-CAD-Modell schichtweise aus polymeren, metallischen oder keramischen Pulverwerkstoffen auf-

gebaut. Dadurch wird es möglich, selbst komplizierteste Geometrien wie Freiformflächen oder Hinterschnidungen problemlos zu fertigen.

Sensortechnologien kombiniert mit generativen Fertigungsverfahren

In der beschriebenen Anwendung werden diese modernen und leistungsfähigen Verfahren für die Entwicklung eines intelligenten Heckflügels zur aktiven Beeinflussung strömungsmechanischer Parameter wie Luftwiderstand, Auf- und Abtrieb genutzt. Durch den Einsatz der Additive Manufacturing Technologien für die Fertigung der Flügelgeometrien können die hochempfindlichen Sensor- und Aktorkomponenten passgenau und an praktisch jeder beliebigen Position des Flügels integriert werden. Damit können intelligente Prototypen für die Funktionserprobung in sehr kurzer Zeit

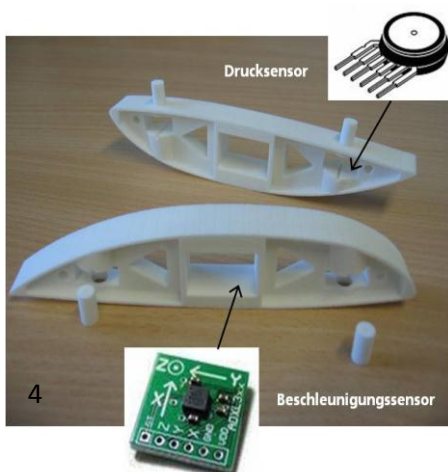


und ohne kostenintensive Gießwerkzeuge bereitgestellt werden, was sich insbesondere bei Konstruktionsänderungen unmittelbar auf die Kosten auswirkt. Auch der Austausch einzelner Sensorkomponenten ist jederzeit problemlos möglich.

Aktive Beeinflussung aerodynamischer Komponenten

Die sechs Kraftkomponenten Widerstand, Auftrieb, Seitenkraft, Rollmoment, Nickmoment und Giermoment sind die Haupteinflussgrößen in der Aerodynamik. Ihre direkte Erfassung und aktive Beeinflussung während der Fahrt würde das Fahrzeugverhalten wesentlich optimieren.

Die Lösung: In aerodynamisch relevanten Baugruppen wie z. B. den Heckflügel, sind mehrere Beschleunigungs- und Drucksensoren sowie Aktoren integriert, die die auftretenden Verformungen erfassen, auswerten und nachfolgend aktiv regeln.



Das Prinzip basiert auf dem piezoelektrischen Effekt, bei dem der auftretende mechanische Druck in elektrische Spannung umgewandelt wird. Die wiederum gibt dem Aktuator das Signal, den Druck auf das Flügelprofil zu verändern. Im Ergebnis kann der Winkel des Flügelprofils zur Anströmrichtung in bestimmten Bereichen eingestellt werden und somit direkten Einfluss auf das Fahrverhalten genommen werden.

Daten über das Bauteil und das Verhalten von Prozessparametern können durch eingebettete Sensormodule erfasst und als elektronische Informationen weiterverarbeitet werden.

Dadurch wird es möglich, verschiedene Prozessparameter schon während des Betriebes zu messen und die Ergebnisse in eine aerodynamisch verbesserte Fahrzeugkonstruktion einfließen zu lassen. Das spart Zeit und natürlich Kosten.

Sensorische, Daten verarbeitende und sogar aktorische, also regelnde Elemente, sind in frühen Phasen der Entwicklung bereits an den Prototypen nutzbar. Die Produktentwicklung wird so deutlich beschleunigt.

Durch die Nutzung der generativen Technologien, mit denen Bauteile mit hochkomplexer Geometrie kostengünstig hergestellt werden können, lassen sich die häufigen Geometrieänderungen, insbesondere in den frühen Phasen der Fahrzeugentwicklung, kurzfristig realisieren.

Durch ihr schichtweises Fertigungsverfahren sind die generativen Verfahren besonders für die Integration von Sensoren geeignet.

Vorteile und Nutzen

Die vorliegende Lösung nutzt die speziellen Eigenschaften generativer Fertigungstechnologien und heutiger Sensormaterialien. Insbesondere generative Verfahren wie das Selective Laser Sintering sind in der Lage, die durch einen hohen Anteil an Freiformflächen geprägten Flügelgeometrien maßgenau herzustellen, während die sensorischen Komponenten Veränderungen von Umgebungsbedingungen wie die Druck- und Temperaturverteilung oder auftretende Schwingungen und Verformungen erfassen, auswerten und nachfolgend aktiv regeln können.

Die Nutzung der generativen Verfahren ermöglicht dabei eine schnelle und flexible Fertigung der hochkomplexen aerodynamischen Komponenten, so dass sich die aus den Versuchen ergebenden neuen Erkenntnisse in der geometrischen Gestaltung der Flügel jeweils innerhalb kürzester Zeit realisieren lassen.

In seiner Gesamtheit trägt das entwickelte Konzept dazu bei, Fertigungszeiten zu minimieren und Bauteile bereits frühzeitig in ihrer Struktur zu optimieren. Diese können damit schon in der Prototypenphase serienidentisch ausgelegt werden, so dass im Idealfall nur noch ein einzelner »intelligenter« Prototyp erforderlich wäre, mit dessen Hilfe sich die Produktentwicklungszeiten und -kosten reduzieren lassen.

3 In die Flügelstruktur integrierte Sensorik

4 Durch Additive Manufacturing hergestellte intelligente Strukturen