

DigiCT-Sim

Interpretation und Bewertung von Defekten in komplexen CFK-Strukturen auf Basis von 3D-CT Daten und Struktursimulation

Programm / Ausschreibung	Bundesländerkooperationen TP, Digitalisierung 2017 OÖ, OÖ AS 2017 Digitalisierung	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2017	Projektende	31.12.2020
Zeitraum	2017 - 2020	Projektlaufzeit	38 Monate
Keywords	CT-Daten; Mikrostruktursimulation; Computer Tomografie; Datenverarbeitung; Ausschussreduzierung		

Projektbeschreibung

Ausgangssituation, Problematik und Motivation:

Die digitale Transformation der Industrie konfrontiert Firmen und das Innovationssystem Österreichs mit einem radikalen Strukturwandel. Vor allem Zulieferbetriebe der Luftfahrt- und Automobilindustrie - ein oberösterreichisches Stärkefeld - stehen vor großen Herausforderungen. In diesen Branchen wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten zur Gewichtsreduktion vermehrt Composite-Werkstoffe, insbesondere kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) und Hybridleichtbauteile, eingesetzt. Allerdings sind komplett fehlerfreie Bauteile aus produktionstechnischen Gründen oft nicht wirtschaftlich herstellbar, vor allem für komplexe Bauteilgeometrien. Die Berechnung und Bewertung von Fehlergrößen und Fehlerpositionen auf Basis digitaler Simulationsmodelle ist eine Strategie, um Defekte, die als nicht kritisch für das Versagen zu betrachten sind, zu identifizieren - anstatt komplett fehlerfreie Bauteile herzustellen. Hierbei muss der Einfluss von Fertigungsmerkmalen und Fehler auf die mechanischen Eigenschaften („Effect of Defect“) genau vorhergesagt werden.

Ziele, Methode und Innovationsgehalt gegenüber dem Stand der Technik:

Das Projekt DigiCT-Sim (FHW, JKU, FACC, PEAK, MUL) nutzt neueste Methoden der Material- und Bauteilsimulationen für den Composite Leichtbau in Kombination mit 3D-Digitalisierungsmöglichkeiten der Röntgen-Computer-Tomografie (CT). Das Hauptziel des Projektes ist die Modellierung realer Mikrostrukturen wie Faserorientierungen und Rovings, Porositäten oder mangelhafte Anbindungen von CFK an Metall auf Basis von 3D-Volumendaten. Auf dieser Basis soll unter der Verwendung großer, integrierter Datensätze eine Entscheidungshilfe für sicherheitsrelevante Komponenten geschaffen werden. DigiCT-Sim ist für die beteiligten Partner zur Sicherung der Qualitätsstandards und zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz ihrer Produktion von hoher Relevanz.

Angestrebte Ergebnisse und Erkenntnisse:

- Validierter Workflow von der CT-Datengenerierung, Fehlerdetektion, Quantifizierung von Merkmalen mittels automatisierter 3D-Bildverarbeitung bis zum integrierten, digitalen Simulationsmodell zur Struktursimulation
- Vorhersage von Defekten und deren Auswirkung auf die Meso- und Mikrostruktur auf Basis von Material- und Bauteilsimulationen für Composite-Elemente

Als Ziel dieses Projekts soll eine deutliche Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz und Reduktion des Materialeinsatzes um bis zu 15 % erreicht werden. Dabei tragen die Ergebnisse zu einer optimalen Bauteilauslegung durch

CT basierte Material- und Bauteilsimulation und einer Optimierung von Produktionsverfahren, z.B. im Zusammenhang mit der Früherkennung und Reduktion von Ausschuss bei. Durch die Intensivierung der Kooperation zwischen oö. F&E-Einrichtungen, Industriebetrieben und der Montanuniversität Leoben werden die Digitalisierungsmöglichkeiten im Bereich der Luftfahrt- und Automobilindustrie in Oberösterreich forciert und neue Ansätze in Bezug auf Datenaustausch und -analyse großer digitaler Datenmenge sowie der Struktursimulation entwickelt.

Abstract

The digital industrial transformation confronts companies and the Austrian innovation system with a radical structural change. Specifically, subcontractors in the aerospace and automotive industries - an Upper Austrian field of competence - are faced with major innovative challenges. In these industries, composite materials, in particular carbon fiber reinforced polymers (CFRP) and hybrid lightweight components play a major role for weight reduction. However, completely fault-free components can often not be economically manufactured due to production-related reasons, especially for complex component geometries. The estimation and evaluation of error measures and defect positions using digital simulation models is a powerful strategy to identify defects that are not critical to the failure - in contrast to the tedious, time-consuming, and expensive manufacturing of completely defect-free components. The influence of production features and defects on the mechanical properties ("effect of defect") must therefore be precisely predicted.

Objectives, methods and innovative content beyond the state of the art

The DigiCT-Sim project (FWW, JKU, FACC, PEAK, MUL) taps the full potential of modern methods in material simulation in relation to composite lightweight construction combined with the advantages of 3D digitization using X-ray computed tomography (CT). The main goal of the project is the modeling of real discontinuities (defects) such as faulty fiber orientation, porosities and poor connections of CFK to metal based on 3D volume data. On the basis of these simulation models, a decision aid for safety-relevant components is to be created using a large amount of integrated digital data sets. DigiCT-Sim is of high relevance for the involved partners improving quality standards and increasing the energy and resource efficiency during production.

Targeted aims and findings

- Validated workflow from CT data generation, error detection, quantification of features using automated 3D image processing to the integrated, detailed digital simulation models for in-depth structure simulation
- Prediction of defects and their impact on the meso- and microstructure based on advanced material and component simulations for composite and hybrid components

The ultimate aim of this project is to achieve a significant increase in energy and resource efficiency and a reduction in material use by up to 15% for CFRP and hybrid components. The results contribute to optimal component design through CT-based material and component simulations and optimization of production processes, e.g. in the context of early detection and reduction of waste. The intensive cooperation between Upper Austrian R&D facilities, industrial partners and the Montanuniversität Leoben, promotes the large digitalization potentials in the aerospace and automotive industry in Upper Austria by developing new and more precise material simulation tools. This project furthermore fosters data exchange and analysis of large amounts of digital data and structural simulation.

Projektkoordinator

- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH

Projektpartner

- FACC Operations GmbH
- Johannes Kepler Universität Linz Institute of Polymer Product Engineering (IPPE)
- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen (KKV)
- Peak Technology GmbH