Sensorintegrierter Digital Twin für Hochleistungs-Faserverbundanwendungen

Faserverbundbauteile werden im Entwurf oft überdimensioniert, da bei Einwirkungen häufig auf eine maximale Belastung ausgelegt wird und auch auf der Widerstandsseite Unsicherheiten und Toleranzen bezüglich Material- sowie Fertigungsqualität eingerechnet werden. Gerade bei höherwertigen Bauteilen (z.B. größere Faserverbundbauteile), die sicherheitsrelevant sind und auf Extrembelastungen ausgelegt werden, welche nur selten oder bedingt eintreten, führt dies zu reduzierten kalkulierten Lebenszeiten. Durch die Kopplung von digitalem Zwilling des Bauteils mit Sensordaten aus dem Bauteil oder dem Gesamtsystem, können echte Belastung sowie Zustand des Bauteils im Lebenszyklus erfasst und simulativ nachgebildet werden. Im Sinne des Predictive Maintenance stellt dies eine Chance dar, massivere Einwirkungen bzw. Lastkombinationen zu erkennen, die ggf. strukturelle Schädigungen verursachen und sich damit auf Wartungsintervalle sowie Lebensdauer auswirken. Gleichzeit kann die Simulation aber auch lebensdauerverlängernd wirken, indem durch deutlich geringere Realbelastungen eine größere verbleibende Lebensdauer nachgewiesen wird (Verlängerung Wartungs-/Tauschzyklen). Das Teilvorhaben der THD-TCH setzt am Problem der fehlenden Berücksichtigung fertigungs- und herstellprozessinduzierter Materialeigenschaften und Vorschädigungen von Faserverbundkunststoff-Bauteilen (FVK) an. Durch die Erfassung und Simulation von Schädigungseffekten, die während der Verarbeitungs- und Herstellprozesse von FVK-Bauteilen auftreten, können in Verbindung mit experimentellen und realen am Bauteil gemessenen Daten die Materialstrukturen und -eigenschaften auf verschiedenen Skalenebenen und „Lebensabschnitten“ genauer beschrieben und vorhergesagt werden (Digital Twin). Diese Herangehensweise ermöglicht insbesondere Rückschlüsse auf die verbleibende Einsatzzeit von Windkraftanlagen, da tragende Strukturen wie Rotorblätter aus FVK gefertigt werden und auf Grund zyklischer Belastung durch Ermüdung versagen (insbesondere Blattwurzel). Die aktuelle Situation im Hinblick auf den Ausbau erneuerbarer Energien unterstreicht die Industrietauglichkeit der Projektidee und lässt auf eine realistische und rasche Verwertung der Ergebnisse schließen.

Eckdaten

Kurztitel

SensoTwin

Forschungsschwerpunkt

Digital Technologies and their Applications

Laufzeit

01.03.2021 - 31.07.2024

Fördergeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projektträger

VDI Technologiezentrum GmbH

Projektleitung

Prof. Dr. Wolfgang Dorner, Prof. Sebastian Kölbl

Ziele

Projektziel:

- Entwicklung einer standardisierten Ontologie für die Materialklasse der aus unidirektionalen Lamina bestehenden Faserverbundwerkstoffe (Prepreg, Gelege, Pultrudate, Wickelungen)

Einzelziele:

- Genauere Beschreibung und Vorhersage der Materialstrukturen und –eigenschaften auf verschiedenen Skalenebenen durch Erfassung und Simulation von Schädigungseffekten während der Verarbeitungs- und Herstellprozesse von Faserverbundbauteilen in Verbindung mit experimentellen und realen Daten (Digital Twin).
- Berücksichtigung lokaler Defekte und Abweichungen von Faserverbundwerkstoffen unter Betrachtung der Variation von Rohmaterialeigenschaften und Fertigungsprozessen.
- Erstellung eines anwendbaren Software-Tools für standardisiertes Arbeiten mit simulativen, experimentellen und in-Service-Daten.

- Erarbeitung und Demonstration eines Kuratierungskonzeptes zur langfristigen Anpassung von Software und Ontologie sowie zur Kompatibilität zu anderen Materialklassen.







