

Projekttitle:	BraidSim: Mehrstufige mechanische Modellierung von geflochtenen Verbundwerkstoffen einschließlich prozessbedingter Defekte	Univ.-Prof. Prof. h.c. (Moscow State Univ.) Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Thomas Gries Institutsleiter
Partner:	IFB (Institute für Flugzeugbau der Universität Stuttgart), ITA (Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University)	Martin Kolloch Wissenschaftler
Laufzeit:	06/2017 – 05/2019	Mein Zeichen: Kol 19.06.2017
Förderträger:	DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)	

Mission Statement

Das Radialflechten ist ein innovatives und kostengünstiges Fertigungsverfahren zur Herstellung kontinuierlicher, endkonturnaher Preforms (Vorformlingen), für eine breite Palette von Faserverbundwerkstoffanwendungen. Der aktuelle Stand der Technik auf dem Gebiet der Flechtprozesssimulation wurde in den vergangenen 10 Jahren von IFB und ITA maßgeblich mitgestaltet. Abgesehen von der physikalischen Prüfung gibt es heute keine zuverlässigen Methoden, um die Steifigkeit oder Belastbarkeit von geflochtenen Strukturen zu charakterisieren. Einige Berechnungstools, wie WiseTex und TexGen ermöglichen näherungsweise eine Steifigkeitsberechnung auf der Grundlage einer ungefähren geometrischen Beschreibung des Geflechts. Aber diese Geflechte sind idealisiert und bieten nur eine ungefähre Schätzung der Steifigkeit, mit Abweichungen zwischen Experiment und Simulation, um bis zu 23 %. Darüber hinaus steht derzeit kein Tool zur Prognose von Fehlern im Flechtprozess zur Verfügung.

Im Rahmen dieses Projektes wird die Entwicklung einer Multiskalen-FEM-Simulation (siehe Abb. 1), mit dem Ziel der Entwicklung eines rechenzeiteffizienten Makroskalenmodells, durchgeführt. Um Eingangsgrößen für die Simulation zu erhalten, wird ein detailliertes Fertigungs- und Testprogramm durchlaufen. Das Ziel ist eine Vielzahl von mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit von Defekten, wie Faserschäden und architektonische Unregelmäßigkeiten, zu untersuchen. Dabei ist vor allem der Zusammenhang zwischen den Maschineneinstellungen und den Defekten von Interesse. Die Defekte werden mittels eines Online-Scanning-Tools und Computertomographischer Untersuchungen quantifiziert.

Nach dem Flechten wird die Preform infiltriert und es werden mechanische Prüfungen zur Ermittlung der Steifigkeit und der Versagensbelastung durchgeführt. Digitale Bildkorrelationstechniken werden verwendet, um Variationen in der Oberflächenbeschädigung infolge zyklischer Belastung zu messen. Daraus abgeleitete neue Teilmodelle auf Mikroebene werden in die Prozesssimulation integriert. Die mechanischen Eigenschaften der sich daraus ergebenden Modelle der defektbehafteten Geflechte werden zur Validierung mit Testmessungen verglichen. Das IFB hat vor kurzem

einen neuartigen Ansatz zur Steifigkeits-, Schadens- und Fehlermodellierung entwickelt, um dreidimensionale repräsentative Volumenelemente (RVE) aus Prozesssimulationsergebnissen zu extrahieren. Durch mikromechanische FEM-Analysen werden prozessinduzierte Defekte grundlegend analysiert und in bestehende Simulationsmodelle integriert. Schließlich wird die Arbeit zur Kalibrierung von homogenisierten Faserverbundwerkstoffen auf Makro-Ebene verwendet, um Modifikationen in kommerziellen FE-Codes durchzuführen und gegen eine Demonstrationsstruktur zu validieren.

Die wichtigsten neuen Ergebnisse dieser Forschung sind die Zusammenhänge zwischen den Maschineneinstellungen und sich daraus ergebenden quantifizierbaren Defekten, die während des Flechtprozesses erzeugt werden. Das erlaubt eine maschinenparameterabhängige Vorhersage von realen d.h. unvollkommenen Geflechten und ihren mechanischen Eigenschaften. Die Arbeit wird die FEM-Analysetechniken über alle Skalen von Mikro- bis Meso- und schließlich Makroebene nutzen und verknüpfen. Schließlich wird die Forschung wichtige neue Kenntnisse über Schadens- und Versagenseigenschaften von Geflechten unter komplexer Belastung liefern und eine kritische Bewertung der aktuellen homogenen Verbundwerkstoffe Schadensmodelle erlauben.

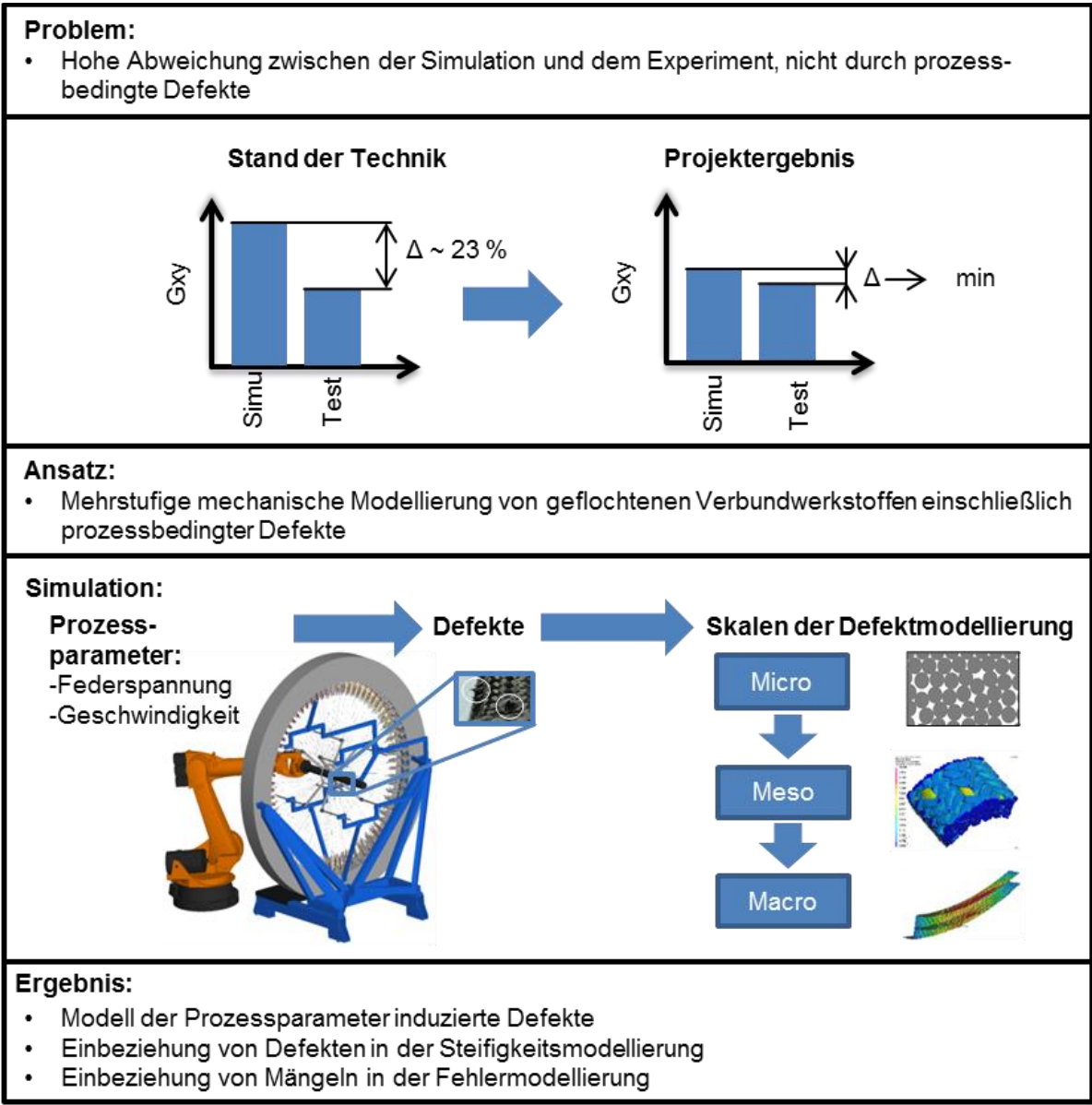


Abbildung 1: Zentrales Bild

Danksagung

Das Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen dankt der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG für die Finanzierung dieses Projektes und unserem Partner vom Institut für Flugzeuggestaltung (IFB) der Universität Stuttgart für Ihre Unterstützung.

Kontakt

Martin Kolloch, M.Sc.
 Tel. 0241/ 80 24737
 Martin.Kolloch@ita.rwth-aachen.de

Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University
 Kackertstraße 9 Raum 304
 52072 Aachen