



Karlsruher Institut für Technologie

KIT-Campus Ost, Rintheimer Querallee 2, 76131 Karlsruhe

Relationship Management  
z. Hd. Frau Birgit Schabert  
Vincent-Prießnitz-Strasse 1  
76131 Karlsruhe

**Institut für Fahrzeugsystemtechnik  
Lehrstuhl für Leichtbautechnologie**

Leiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Henning

Rintheimer Querallee 2  
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 608-45384

Fax: 0721 608-945905

E-Mail: frank.henning@ict.fraunhofer.de

www.kit.edu

Datum: 24.01.2014

## **Hanns-Voith-Stiftungspreis 2014 - Neue Werkstoffe**

### **Diplomarbeit Alexander Bernath**

### **Kurzfassung**

#### **Thema der Arbeit:**

*Entwicklung einer Methode zur Simulation des Resin-Transfer-Molding mit OpenFOAM*

Die Herstellung von faserverstärkten Bauteilen stellt im Bereich der Großserienfertigung nach wie vor eine große Herausforderung dar. Der typische Produktentstehungsprozess wird häufig durch einen Mangel an detailliertem Wissen über das Verhalten dieser komplexen Werkstoffklasse erschwert. Dies führt zu einer hohen Unsicherheit seitens des Konstrukteurs und in vielen Fällen zu einer nicht optimalen Prozessführung. Dies hat eine schlechte Wirtschaftlichkeit aufgrund von hohen Zykluszeiten, unzureichender Qualität oder hohem Ausschuss zur Folge. Im Fokus der aktuellen Forschung steht das Resin-Transfer-Molding-Verfahren (RTM), welches ein großes Potential für die Großserienherstellung von qualitativ hochwertigen Bauteilen aus Faser-Verbund-Werkstoffen bietet. Voraussetzung ist eine optimale Auslegung des Prozesses um die Taktzeit zu reduzieren. Hierfür wird zunehmend auf den Einsatz von Prozesssimulation gesetzt, welche in solchen Fällen wertvolle Hinweise liefern kann.

In dieser Arbeit wird der Harzinjektionsprozess des RTM-Verfahrens betrachtet, der bei optimaler Abstimmung auf den Gesamtprozess in starkem Maße zur Reduzierung der Taktzeit beitragen kann. Hierfür ist die korrekte Modellierung der während der Injektion ablaufenden physikalischen Vorgänge von großer Bedeutung. Um flexibel auf neue Forschungsergebnisse in diesem Bereich reagieren zu können, wurde ein Strömungslöser auf Basis der quelloffenen Softwarebibliothek OpenFOAM entwickelt, welcher sich durch eine einfache Erweiterbarkeit auszeichnet. Anschließend wurde der neue Softwarecode einerseits durch Gegenüberstellung mit der in der Industrie etablierten Software-Lösung PAM-RTM und andererseits durch einen Vergleich mit experimentellen Daten validiert. Bei den für die Validierung verwendeten Geometrien handelt es sich um eine Plattengeometrie mit Hindernis und ein generisches, mehrfach gekrümmtes Bauteil. Für die Berücksichtigung der lokalen Faserausrichtung und des lokalen Faservolumengehaltes wurden Werkzeuge entwickelt, welche entsprechende Daten aus dem Ergebnis einer Drapiersimulation extrahieren können.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe

Präsident: Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka  
Vizepräsidenten: Dr. Elke Luise Barnstedt, Dr. Ulrich Breuer  
Prof. Dr.-Ing. Dettlef Löhe, Prof. Dr. Alexander Wanner

Bundesbank Karlsruhe  
BLZ 860 000 00 | Kto. 66 001 508  
BIC/SWIFT: MARK DE F1660  
IBAN: DE57 6600 0000 0066 0015 08  
UST-IdNr. DE266749428