

**Projekttitle:** **Smart Multi Material Joint** - Materialkombination aus Faser-  
verstärkten Kunststoffen (FVK) und Metall mit integrierter  
Sensorüberwachung

**Partner:** Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University (ITA)  
Institut für Schweiß- und Fügetechnik der RWTH Aachen (ISF)  
TFI - Deutsches Forschungsinstitut für Bodensysteme an der  
RWTH Aachen e. V. (TFI)

**Laufzeit:** 12/2013 – 11/2015

## Ausgangssituation

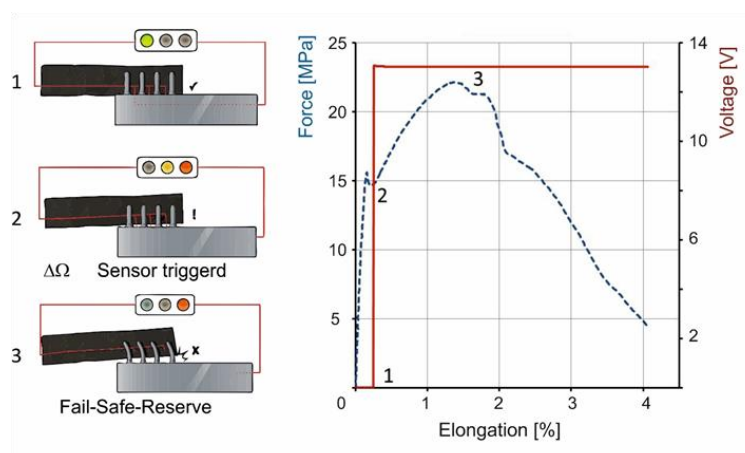
Der Einsatz faserverstärkter Kunststoffe (FVK) bietet enormes Leichtbaupotential, das zunehmend in einer Vielzahl von Branchen zum Einsatz kommt. Fast immer sind Strukturen aus FVK durch metallische Anschlussstellen mit dem Gesamtsystem verbunden. Die Verbindung aus FVK und Metall ist dabei häufig die limitierende Größe für den Einsatz, weil Tragverhalten und Schadensicherheit der Fugestelle unzureichend sind.

## Durchgeführte Arbeiten und erzielte Ergebnisse

In diesem Forschungsvorhaben wurde eine fasergerechtere Fügetechnologie entwickelt, die die Traglast und die Bruchenergie erhöht. Zudem wurde ein Schadenssensor integriert, der frühzeitig ein Bauteilversagen anzeigt und in Zukunft Maschinenschäden verhindern kann. Als Beispielanwendung diente im Projekt eine Fugestelle im Antriebsstrang einer Tuftingmaschine, welche komplexen, hochdynamischen Betriebslasten ausgesetzt ist.

Ein neuer fügetechnischer Ansatz basiert auf einem innovativen Schweißprozess, der metallische Pinstrukturen in einem Arbeitsgang ohne zusätzliche vorgefertigte Komponenten aus dem Schweißdraht formt (zylindrisch, kugelig, spitz) und auf der Oberfläche aufschweißt.

Die wenige Millimeter hohen Pins können so als formschlüssige Elemente für elastisch oder flüssig umschließende Werkstoffe genutzt werden. Im Verbund von FVK und Metall lassen sich Spannungsspitzen im Bereich des Werkstoffübergangs gezielt minimieren. Durch die Kombination von stoff- und formschlüssigen Fügeanteilen konnte im Projekt eine mehrstufige Versagenscharakteristik erreicht werden. Dies ermöglicht die Überwachung der Fugestelle mittels integrierter Sensorik. Nach Versagen der adhäsiven Verbindung bietet die formschlüssige Verbindung über die Pins eine ausreichende Restfestigkeit.



**Abbildung 1: Prinzip des Mehrstufigen Versagens und Sensorprinzips in der Fugestelle**

Abbildung 1 zeigt eine beispielhafte Kraft-Verformungskurve mit dem mehrstufigen Versagen der Fügestelle. Im Punkt 2, unmittelbar nach dem adhäsiven Versagen, aber während die formschlüssigen Elemente noch die Betriebslast übertragen, löst der Sensor aus. Als Sensormaterial wurde eine Litze aus CuNi23Mn ausgewählt und erfolgreich getestet.

Die Fügestelle der Beispielanwendung wurde hinsichtlich der auftretenden Belastungen und Verschiebungen analysiert und daraus die Anforderungen an die neue Fügestelle abgeleitet. Die Erkenntnisse aus den Labor- und Prüfstandsversuchen mit hybriden Fügeproben und aus Finite-Elemente-Berechnungen wurden auf das gewählte Beispiel angewendet und eine angepasste Fügestelle dimensioniert, gefertigt und statisch sowie dynamisch getestet. Auf dem Prüfstand des TFI wurde außerdem das dynamische Verhalten der vorgeschädigten Fügestelle (nach dem Versagen des stoffschlüssigen Fügeanteils und dem Auslösen des Sensors) geprüft.



**Abbildung 2: Detail einer Fügestelle nach dem adhäsiven Versagen**

Empfehlungen für die gezielte Auslegung der Fügestelle zum Erreichen des mehrstufigen Versagens und für die Sensorintegration wurden im Projekt erarbeitet und in Form eines übersichtlichen Leitfadens zusammengefasst.

### **Ausführliche Inforationen**

Der Leitfaden zum Smart Multi Material Joint und der ausführliche Abschlussbericht des Projekts können bei den beteiligten Forschungsstellen angefordert werden.

### **Kontakt**

ITA: Dipl.-Ing. Philipp Abel, [philipp.abel@itw.rwth-aachen.de](mailto:philipp.abel@itw.rwth-aachen.de), 0241 80 234 00

ISF: Dipl.-Ing. Alexander Schiebahn, [schiebahn@isf.rwth-aachen.de](mailto:schiebahn@isf.rwth-aachen.de), 0241 80 93870

TFI: Dipl.-Ing. Dirk Hanuschik, [hanuschik@tfi-online.de](mailto:hanuschik@tfi-online.de), 0241 967900

Das IGF-Vorhaben IGF- Nr.:17971 N der Forschungsvereinigungen Forschungskuratorium Textil e.V. und Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.