

**Projekttitlel:** Entwicklung eines Systems zur Generierung von Einstellvorschlägen für Kreuzspulmaschinen auf Basis einer Simulation

**Partner:** Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern  
GFaI, Berlin

**Laufzeit:** 01.06.2017 – 31.03.2020

**Förderträger:** AiF \_ IGF-Nummer 19552 N

**Univ.-Prof.**  
**Prof. h.c. (Moscow State Univ.)**  
**Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.**  
**Thomas Gries**  
Institutsleiter

**Erik Bell**  
WM

Mein Zeichen: EB  
**31.03.2020**

### Mission Statement

In der Textil- und Bekleidungsindustrie Deutschlands gibt es 200 Betriebe im Bereich der Veredelung. Von den 200 Veredelungsbetrieben betreiben 90 Unternehmen eine Färberei. Die Färbereien sind nahezu sämtlich als KMU einzustufen. Insgesamt wurden 2012 in Deutschland ca. 361.000 t Fasern im Bereich Bekleidung und Heimtextilien verarbeitet. Es kann davon ausgegangen werden, dass ca. 30 % dieser Fasern in Deutschland auf Spulen gefärbt werden. Damit werden ca. 110.000 t Garn pro Jahr in Deutschland spulengefärbt. Bei der Spulenfärbung kommt es vor allem auf die Gleichmäßigkeit der Durchfärbung des Garnpaketes an. Der Ausschuss schlecht gefärbter Spulen liegt nach Industrieangaben bei bis zu 2 % und damit bei ca. 2.200 t pro Jahr in Deutschland. Der Färber erleidet Umsatzeinbußen aufgrund von Reklamationen und Ausschuss in Höhe von ca. 4 € pro kg Garn. Jährlich entstehen deutschen Veredlern somit Kosten aufgrund von Färbefehlern in Höhe von ca. 8,8 Mio. €. Nach internen Kalkulationen einer Spinnerei mit angeschlossener Spulenfärbung und einer Jahreskapazität von 4.500 t an gefärbten Garn entstehen aufgrund von Spulendefekten Ausschüsse in Höhe von rund 400.000 € pro Jahr.

*Ziel des beantragten interdisziplinären Projektes DensiSpul ist es, Einstellvorschläge für marktübliche und zukünftige Spulmaschinen zu generieren, um die Ausschussquote schlecht gefärbter Spulen um mindestens 15 % zu reduzieren und die Rüstzeiten zu verkürzen. Eine Reduzierung von 15 % der Spulfehler bedeutet eine jährliche Einsparung von ca. 1,3 Mio. € in Deutschland.*

### Lösungsweg:

Der Lösungsweg basiert auf dem Ansatz, Einstellparameter spezifisch für unterschiedliche Spulmaschinen automatisch so zu generieren, dass die Dichteverteilung im Wickelkörper homogen wird. Eine homogene Dichteverteilung im Wickelkörper ist der entscheidende Faktor für eine gleichmäßige Durchfärbung der Spulen. Die Einstellvorschläge werden durch einen Optimierungsalgorithmus generiert, der auf Simulationen der Dichteverteilung im Wickelkörper beruht. Die Erarbeitung der Materialmodelle und die Validierung der virtuellen Dichteverteilungen erfolgt dabei über Mikrocomputertomografie ( $\mu$ CT). Die Zielerreichung wird durch das Zusammenwirken unterschiedlicher Kompetenzen aus den Bereiche Textiltechnik, 3D-Datenverarbeitung und Simulation sichergestellt.

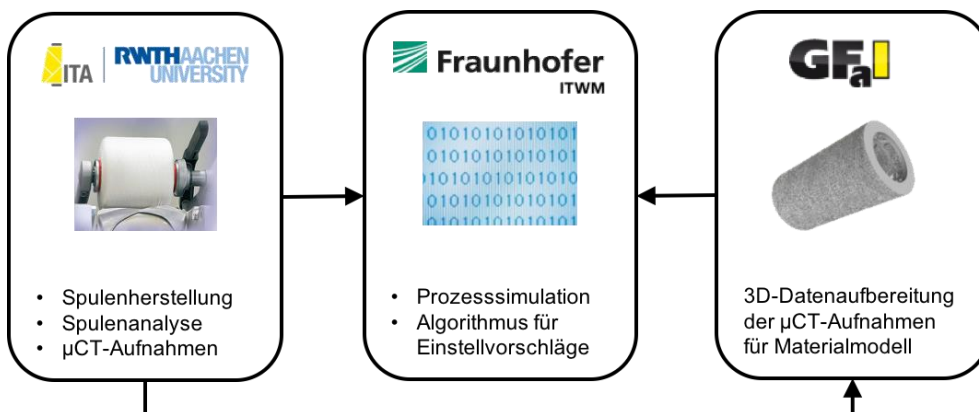


Abbildung 1: Interdisziplinärer Ansatz des Projektes DensiSpul

### Projektergebnisse:

Im Rahmen des Projektes wurde eine simulationsbasierte Einstellungsempfehlung für Kreuzspulmaschinen entwickelt. Ziel des Projektes war die Reduzierung der Anzahl der Färbefehler und Verringerung der Rüstzeiten. Basierend auf den messmethodisch erfassten Daten der Kreuzspulen wurde zunächst eine virtuelle Spule modelliert. Dazu wurde ein physikalisches Modell zur Beschreibung der Fadenverteilung entwickelt. Das Spulenmodell wurde danach mit einem Dichtemodell hinterlegt und in einen porösen Körper überführt. Anschließend wurde der Färbeprozess simuliert und anhand einer Zielfunktion die Durchströmung bewertet. Durch Verwendung eines Optimierungsalgorithmus wurden das Kreuzungsverhältnis während des Spulprozesses angepasst. Basierend auf diesem Algorithmus wurden neue Spulprogramme entwickelt. Durch die Verwendung der Einstellvorschläge für den Kreuzspulautomaten konnte die Farbabweichung für die groben

Garne (Nm 34) signifikant verbessert werden. Die Farbabweichung  $dE$  wurde bei Spulen, die mittels wilder Wicklung hergestellt wurden, um ca. 36 % und bei Spulen, die mittels Stufenpräzisionswicklung hergestellt wurden, um ca. 51 % reduziert. Für die feineren Garne (Nm 85) hatte die Verwendung der simulationsbasierten Einstellungen keinen Einfluss auf die Farbabweichung. Ein PC-Programm, das eine Entscheidungshilfe im Prozess der Fertigungssteuerung zur Optimierung der Spulkinematik und der resultierenden Dichteverteilung in der Spule bereitstellt, wurde programmiert.

### Danksagung

Das IGF-Vorhaben AiF-Nr. 19552 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

### Kontakt

Institut für Textiltechnik  
der RWTH Aachen University  
Otto-Blumenthal-Str. 1, 52074 Aachen

Erik Gordon Bell, M. Sc.  
E-Mail: erikgordon.bell@ita.rwth-aachen.de  
Tel.: (+49) 241 - 80 23446

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages