

## Flexible automatisierte Herstellung von Smart Textiles durch automatisierte Handhabung und präzise Positionierung von biegeschlaffen, dehnbaren und leitfähigen Textilien (IGF 18216 N)

**Autoren:** Dipl.-Ing. Stefan Loy  
Dipl.-Ing. Paul Hofmann  
Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter  
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

**Erschienen:** 30.01. 2017

**Bearbeitungszeitraum:** 01.05.2014 bis 31.10.2016

### Kurzbericht

Ziel des Forschungsvorhabens war es, Lösungsansätze zur automatisierten und flexiblen Herstellung von Smart Textiles zu entwickeln. Dieses Ziel wurde erreicht. Insbesondere wurden Ansätze entwickelt, um biegeschlaffe Textilien wiederholungsgenau zu positionieren. Damit war es möglich, eine Versuchsanlage für die Rolle-zu-Rolle Laserbearbeitung von leitfähigen Textilien aufzubauen. Weiterhin wurde die automatisierte Bestückung und Verlötlung von SMD-Bauteilen in leitfähige Textilien umgesetzt und eine flexibel konfigurierbare Gießform zum Schutz unterschiedlicher SMD-Bauteile auf den leitfähigen Bändern entwickelt.

Für die Bestückung der Bänder mit elektrischen Bauteilen wurden unterschiedliche Herstellverfahren der Elektroindustrie speziell bei der Platinenbestückung, der Druckindustrie und der Nähautomation untersucht und analysiert. Dabei hat sich gezeigt, dass zur Längspositionierung eine definierte Markierung notwendig ist. Auf Basis der Analyse wurde ein

Seite 1 von 4

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der  
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen-  
und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und  
intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

Institutsleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Götz Gresser

Bibliothek  
Bernd Janisch  
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm

Körschtalstraße 26  
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94  
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de  
www.itv-denkendorf.de

Verfahren zum definierten und präzisen Markieren der Bänder erfolgreich entwickelt. Mit Hilfe der Laserautomatisierung werden kleine Löcher (0,3 mm bis 1 mm) am Rand der Bänder eingebracht. Mit Hilfe dieser Markierungen können die Bänder für die einzelnen Prozessschritte in der erforderlichen Genauigkeit positioniert werden. Es wurde gezeigt, dass Bänder mit unterschiedlichen textilen Materialien und Farben präzise positioniert werden können. Der Markierprozess erfolgt mit Hilfe der automatisierten Laserbearbeitung. Dabei wurden Markiergeschwindigkeiten von über 10 m/min erzielt.

Zur Herstellung der Smart Textiles wurden die Prozessschritte Abisolieren der elektrischen Leiter im Band, Entfernen von textilen Bereichen im Band, Zuführen und Positionieren von elektrischen Bauteilen, Löten und Schützen durch Vergießen bzw. Spritzgießen untersucht.

Für die Fertigung wurden die Prozessschritte Laserbearbeitung, Bestücken und Löten mit Hilfe eines Rolle-zu-Rolle-Prozesses automatisiert.

Die Versuchsanlage zur Laserbearbeitung (siehe Abbildung 1) wird über LabVIEW angesteuert. Die Versuchsanlage kann Bänder bis zu einer Länge von 100 m und einer Breite von 100 mm bearbeiten. Zur flexiblen Bearbeitung wurden zwei Betriebsmodi zur Laserbearbeitung entwickelt:

Im Betriebsmodus 1 „On-the-Fly“ können Bänder mit kontinuierlicher Geschwindigkeit und konstanter Bandspannung durch die Anlage gefahren werden. Die Markierung oder Abisolierung der Bänder mit dem Laser erfolgt dabei bei durchlaufendem Band. Hier wurden Geschwindigkeiten bis 10 m/min erfolgreich getestet. Bei Verwendung von stärkeren Lasern sind noch viel höhere Geschwindigkeiten möglich. Die Positionierungsgenauigkeit liegt lokal bei  $\pm 0,35$  mm. Die Toleranz summiert sich auf die Bandlänge nicht auf, so dass eine Positionierung über die gesamte Bandlänge von bis zu 100 m möglich ist.



Abbildung 1: Aufgebaute  
Laserautomatisierung

Im Betriebsmodus 2 wird das Band eine definierte Strecke gefahren, das Band angehalten, über eine Bildbearbeitung wird die Position der Leiter exakt erfasst, eine Positionskorrektur wird berechnet, die Korrektur wird an den Laser geschickt und das Band wird mit dem Laser bearbeitet. Zudem wurden zwei Antriebskonzepte zur Positionierung von elastischen und unelastischen Bändern entwickelt. Zwischen den Antriebskonzepten kann jederzeit gewechselt werden. Unelastische Bänder werden über zwei Schrittmotoren positioniert, dabei wird ein Schrittmotor im Drehzahlmodus betrieben, der andere Schrittmotor wird über die Bandspannung

geregelt. Für elastische Bänder wird je nach Band ein Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Motoren vorgegeben. Das Geschwindigkeitsverhältnis kann zusätzlich über die Bandspannung geregelt werden.

Für die einfache Erstellung der Prozessparameter und der Positionen wurde eine Steuerdatei im XML-Format entwickelt. Die Bearbeitung der Steuerdatei wurde in Excel implementiert und ein Importfilter für LabVIEW entwickelt. Bei der Bearbeitung der Bänder wird die Steuerdatei für die Folgeprozesse automatisch generiert. Es ist möglich, direkt aus CAD-Programmen die Steuerdatei zu generieren und die Übergabe der Prozessparameter zu automatisieren.

Die Versuchsanlage zum Löten und Bestücken kann die Bänder der Versuchsanlage zur Laserbearbeitung weiterverarbeiten. Für den Transport der Bänder mit aufgelöteten Bauteilen wurde ein Antrieb entwickelt, bei dem die Bauteile auf dem Band nicht mechanisch beansprucht werden. Es können unterschiedlichste Bauteile mit Dimensionen von bis zu 10 x 10 mm verarbeitet werden. Zur Positionierung der Bauteile wurde ein spezieller Träger entwickelt, der für unterschiedlichste Bauteile eingerichtet und bestückt werden kann. Je nach Bauteilgröße können unterschiedlich viele Bauteile in einem Träger zur Verfügung gestellt werden. Die Bauteilträger sind auswechselbar. Damit ist es möglich die Bänder automatisiert mit Bauteilen zu bestücken. Das automatisierte Löten wurde mit unelastischen Bändern erfolgreich getestet.

Zum Schützen der Bauteile wurde eine flexibel konfigurierbare Spritzgießform (siehe Abbildung 2) entwickelt. Mit der Form können bis zu 12 verschiedene Bauteile gleichzeitig geschützt werden. Das Rolle-zu-Rolle-Konzept zum Schützen der Bauteile konnte aufgrund der der Aushärtezeiten der Polymere nicht umgesetzt werden. Durch eine weitere Parallelisierung des Vergieß-Prozesses sind trotzdem die gewünschten Produktionszeiten realisierbar.



*Abbildung 2: Gussform zum flexiblen Vergießen von bis zu 12 verschiedenen Bauteilen*

Die hochgesteckten Ziele zur automatisierten Fertigung von unelastischen Bändern konnten erfüllt und teilweise sogar übertroffen werden. Für die Positionierung von elastischen Bändern wurden ebenfalls Lösungsansätze entwickelt. Eine Laserbearbeitung ist auch hier möglich. Allerdings konnte die gewünschte Präzision noch nicht erreicht werden. Hier sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

Mit den aufgebauten und funktionierenden Versuchseinrichtungen zum automatisierten Lasern und Löten können mit wenig Aufwand kleine Serien für Smart Textiles Prototypen gefertigt

werden. Die Versuchseinrichtungen und die entwickelte Spritzgießform verbleiben zu Demonstrationszwecken und zur Weiterentwicklung am Institut.

## Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

Das IGF-Vorhaben 18216 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 Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung danken wir.

Unser Dank gilt außerdem folgenden Firmen

- AMOHR Technische Textilien GmbH
- Global Safety Textiles GmbH
- Hubert Schmitz GmbH
- ITV Denkendorf Produktservice GmbH
- KIDS FASHION GROUP GMBH & CO. KG
- RSG Automation Technics GmbH & CO. KG
- W. Zimmermann GmbH & Co. KG
- Wilhelm Zuleeg GmbH

für die freundliche Unterstützung.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (IGF-Nr. 18216 N) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

## Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter ([horter@itv-denkendorf.de](mailto:horter@itv-denkendorf.de))

Seite 4 von 4

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der  
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen-  
und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und  
intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

Institutsleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Götz Gresser

Bibliothek  
Bernd Janisch  
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm

Körschtalstraße 26  
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94  
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

[bibliothek@itv-denkendorf.de](mailto:bibliothek@itv-denkendorf.de)  
[www.itv-denkendorf.de](http://www.itv-denkendorf.de)