

## Leitfähige texturierte Hybridgarne für dehnbare Textilien zur Signal- und Energieleitung (IGF 16824 N/1)

**Autoren:** Dr.-Ing. Stefan Schindler  
Dipl.-Ing. Stefan Loy  
Dr. Hans-Jürgen Bauder  
Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter  
Dr.-Ing. Götz T. Gresser

**Erschienen:** 01.10.2013

### Zusammenfassung:

Im Rahmen des IGF-Vorhabens 16824 N wurden niederohmig leitfähige, texturierte Hybridgarne entwickelt, die eine gute textile Haptik und eine elastische Dehnfähigkeit besitzen sowie kontaktierbar und für eine sichere, kurzschlussfreie Signal- und Energieübertragung geeignet sind. Als Kernkomponenten wurden Umwindgarne mit Kupferfeindrähten in einer definierten Helixanordnung mit zunächst unelastischen Kern-Filamentgarnen entwickelt und hergestellt. Diese Umwindgarne wurden in einem Texturier- bzw. Co-Verwirbelungsprozess von Mantelgarnen umhüllt, wobei texturierte Filamentgarne in der Außenhülle den Hybridgarnen eine textile Haptik verleihen.

Zur Erzielung möglichst kleiner Hybridgarn Durchmesser wurden für die neuartigen leitfähigen Umwindgarn-Konstruktionen als Kernkomponenten insbesondere Texturgarne aus Polymeren, deren Elastizität thermisch aktivierbar ist, verwendet. Mit diesen Materialien konnten wesentlich dünnere Garnkonstruktionen realisiert werden als mit herkömmlichem Elastan im Garnkern. Mittels einer thermischen Aktivierung wurde die Elastizität der Kerngarne ausgelöst. Untersuchungen zur thermischen Aktivierung dieser elastifizierbaren Multifilamentgarne im rohen,

Seite 1 von 5

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:  
Dr.-Ing. Götz Gresser

Bibliothek  
Dipl.-Biol. Susanne Konle  
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

umwundenen und fertig co-verwirbelten Zustand gaben nicht nur Aufschluss über die erforderlichen Behandlungsparameter bei der Herstellung von leitfähigen texturierten Hybridgarnen auf Basis der thermisch aktivierbaren Polymeren, vielmehr tragen sie als Grundlage zur Konzeption und Auslegung von elastischen Garnen und Flächengebilden, insbesondere von Geweben, mit diesen Garntypen bei. Zunächst konnte nachgewiesen werden, dass die Garne als nicht elastische Multifilamentgarne verarbeitet werden können und nach einer Temperaturbehandlung, der thermischen Aktivierung, schließlich elastische Eigenschaften aufweisen. Diese Garne wurden als Kernkomponenten für Umwindgarne und für leitfähige texturierte Hybridgarne erfolgreich untersucht und genutzt. Im Rahmen der Untersuchungen wurde zuerst das Verhalten der einfachen Multifilamentgarne nach einer thermischen Aktivierung untersucht. Um die Dehnbarkeit zu aktivieren, ist die Behandlungstemperatur maßgeblich und es bedarf nur eines geringen Schrumpfbetrags. Diese Tatsache ist eine bedeutende Erkenntnis, denn in der Praxis sind hohe Schrumpfbeträge weder erwünscht, noch üblich. Zur thermischen Aktivierung der Elastizität wurden Empfehlungen ausgearbeitet. Die Garndurchmesser der neuartigen leitfähigen texturierten Hybridgarne lagen zwischen 0,20 und 0,60 mm; die elastische Dehnbarkeit lag zwischen 8 und 10 %. Diese Dehnbarkeit war sowohl in den leitfähigen Hybridgarnen, als auch in den daraus hergestellten Geweben nach der thermischen Aktivierung nahezu ohne Einbuße nutzbar. Darüber hinaus konnte die Verarbeitung der leitfähigen Hybridgarne vereinfacht werden, denn die Hybridgarne können unelastisch zu Flächengebilden verarbeitet werden, die erst in der Textilveredlung ihren elastischen Charakter erhalten. Sie wurden in Strick-, Wirk- und Webware problemlos verarbeitet. Aufgrund des textilen Charakters konnten die leitfähigen texturierten Hybridgarne sogar auf Luftdüsenwebmaschinen als Schussgarn verarbeitet werden, was für dehnbare leitfähige Garne ein Alleinstellungsmerkmal ist.

Als Leiter wurden isolierte und unisolierte Drähte verwendet. Die unisolierten Varianten ließen sich umwinden und covern. Bei den isolierten Varianten zeigte sich, dass durch die mechanische Belastung beim Umwinde- und vor allem beim Air-Cover-Prozess Isolationsfehler auftreten. Daher wurden verschiedene Varianten nach den einzelnen Prozessen auf Isolationsfehler untersucht. Es wurden zwei unterschiedliche thermisch aktivierbare Polymere im Kern des Garns erprobt. Bei dem Polymer mit dem höheren E-Modul wurden nach dem Umwindeprozess signifikant weniger Isolationsfehler festgestellt als bei dem „weicheren“ Polymer. Die mechanischen Belastungen für die untersuchten Lackisolationen der Feindrähte waren im

folgenden Air-Cover-Prozess zu hoch, so dass eine zu große Anzahl von Isolationsfehlern auftrat. Die wenigsten Isolationsfehler traten bei Hybridgarne mit einer Doppelumwindung auf, wobei in einem Prozess zuerst die Umwindung eines elastifizierbaren Filamentgarns mit Feindraht und anschließend die Umwindung dieses Garns mit einem Multifilamentgarn erfolgte. Hier sorgte die zweite Umwindung schon im Herstellprozess des Umwindegarns für eine Abdeckung des empfindlichen Feindrahts und verhinderte Beschädigungen an der Isolation.

Zur textilintegrierten Signalübertragung wurden die Hybridgarne in den textilen Strukturen elektrotechnisch kontaktiert und untersucht. Für die Prüfung der Hybridgarne auf Brüche der elektrischen Leiter wurden rationelle Methoden vorgestellt, welche den Kontaktierungsaufwand reduzierten. Durch eine präzise Widerstandsmessung konnten so mehrere Leiter mit nur zwei Kontaktierungsstellen überprüft werden und damit eine höhere Anzahl von Garnen gleichzeitig getestet werden. Um Bruchstellen zu finden, wurde darüber hinaus auf Röntgenuntersuchungen zurückgegriffen, da die verarbeiteten Feindrähte durch die Cover-Komponente abgedeckt waren. Im Gegensatz zu optischen Verfahren konnten mit Röntgenaufnahmen sogar kleinste Drahtbruchstellen im Bereich von Zehntel-Millimetern detektiert werden.

Das Gesamtkonzept zur Anwendung der leitfähigen texturierten Hybridgarne in Textilien wurde mit einem Demonstrator bestätigt. Das Freilegen der Leiter durch Laserbearbeitung bei rohen sowie ausgerüsteten Stoffen erfolgte mit hoher Präzision. Durch die Anpassung der Laserparameter konnten bei allen bearbeiteten textilen Flächen die Leiter freigelegt werden. Das Kontaktieren der Leiter durch Löten war erfolgreich. Der erreichte Widerstand der Garne von ca. 5 Ohm/m ist für Sensoranwendung, Datenübertragung und Standard-LEDs ausgelegt. Auf die Textilien abgestimmte neue Interposer zur Kontaktierung der Hybridgarne in der textilen Fläche an Steckverbinder wurden entwickelt. Mit dem Demonstrator wurde diese rationelle Kontaktierungsmöglichkeit gezeigt. Am Demonstrator wurden neben der einfachen Durchgängigkeit außerdem die Energie- und Datenleitung durch ein I<sup>2</sup>C-Bussystem überprüft. Über den Datenbus wurde mit mehreren intelligenten Temperatursensorchips kommuniziert. Dabei können die aktuellen Temperaturen der Sensoren und Temperaturgrenzwerte übermittelt werden. Beim Überschreiten von Grenzwerten wird jeweils eine Status-LED angesteuert.

Die im Vorhaben entwickelten, hergestellten und in Flächengebilden erprobten leitfähigen Hybridgarne haben das Potenzial, als signal- und energieleitende Strukturen in textilen Flächen eingesetzt zu werden. Innerhalb des Projekts hat sich gezeigt, dass die Bruchgefahr der elektrischen Leiter als Kupferfeindrähte noch hoch ist. Insbesondere durch Ausrüstungsprozesse

wurde das Garn stark mechanisch beansprucht. Gleichzeitig wurde aber auch gezeigt, dass die mechanische Stabilität vom umgebenden Textil abhängig ist. Beispielsweise ist es von Vorteil, wenn das Textil durch die Verarbeitung schrumpft und damit der Leiter im Hybridgarn größere Reserven für Dehnungsvorgänge hat. Im Vorhaben wurden weitere Möglichkeiten zur Erhöhung der mechanischen Stabilität sowie der Elastizität der leitfähigen Hybridgarne erarbeitet, welche auch weiteren Forschungsbedarf aufwarfen.

Durch das mittlere Dehnvermögen der leitfähigen texturierten Hybridgarne verhalten diese sich ähnlich wie herkömmliche nichtleitfähige Garne, so dass das Anwendungsspektrum im Vergleich zu bisher bekannten leitfähigen Garnen stark erweitert worden ist. Aufgrund der erreichten geringen Feinheiten lassen sich die Garne sogar in Rundstrick- und Wirkware verarbeiten. Das Ziel des Projektes, zu zeigen, dass sehr dünne leitfähige und dehnbare Texturhybrid-Garne mit textilem Griff herstellbar und verarbeitbar sind, wurde erreicht.

**Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.**

## Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben IGF 16824 N/1 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.

Für diese Förderung danken wir.

Unser Dank für die freundliche und tatkräftige Unterstützung gilt außerdem den Firmen des  
projektbegleitenden Ausschuss für die freundliche Unterstützung.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (IGF 16824) ist am Institut für Textil- und  
Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

## Ansprechpartner

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

Dipl.-Ing. Stefan Loy ([stefan.loy@itv-denkendorf.de](mailto:stefan.loy@itv-denkendorf.de))

Dr.-Ing. Stefan Schindler ([stefan.schindler@itv-denkendorf.de](mailto:stefan.schindler@itv-denkendorf.de))