

## KURZVERÖFFENTLICHUNG

### Sicherheitsmarkierte Näh- und Stickfäden zur Verhinderung von Produktpiraterie – Sicherheitsmarkierung (IGF 20492 N)

Autoren:	Dr. Karola Schäfer <sup>1</sup> , Dr. Rostislav Vinokur <sup>1</sup> , Prof. Dr. Andrij Pich <sup>1</sup> , Prof. Dr. Martin Moeller <sup>1</sup> , Dr. Simon Koenig <sup>2</sup> , Prof. Dr. Michael R. Buchmeiser <sup>2</sup> , Dr.-Ing. Stefan Schindler <sup>3</sup> , Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder <sup>3</sup> , Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser <sup>3</sup>
Forschungsstellen:	DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e. V. (DWI) (1) DITF – Institut für Textilchemie und Chemiefasern (2) DITF - Institut für Textil- und Verfahrenstechnik (3)
Erschienen:	30.01.2022
Bearbeitungszeitraum:	01.01.2019 – 30.09.2021

#### Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens war die Entwicklung von Näh- oder Stickgarnen, die als eindeutiges Sicherheitsmerkmal für textile Produkte eingesetzt werden können. Dazu sollten in erster Linie NIR-absorbierende Pigmente eingesetzt und zur Erzielung hoher Sicherheitsstandards photolumineszierende und/oder farbige Pigmente evaluiert werden.

NIR-Nanopigmente (Lanthanhexaborid  $\text{LaB}_6$  und Cäsiumwolframat  $\text{Cs}_2\text{WO}_4$ ) und ein mikroskaliges NIR-Pigment wurden als Sicherheitsmarker für Näh-/Stickgarne ausgesucht.  $\text{Cs}_2\text{WO}_4$ -Nanopartikel waren kommerziell verfügbar. Nanoskalige  $\text{LaB}_6$  Pigmente (durchschnittlicher Partikeldurchmesser 80-90 nm, Absorptionsmaximum bei 960 nm) wurden durch Mahlen hergestellt. Für eine homogene Nanopartikeldispersion im

Mahlprozess und auch in der Polymerschmelze wurden verschiedene Stabilisatoren evaluiert. Zusätzlich wurden auch Lumineszenzpigmente in Polycarbonat-Compounds eingebracht. Diese wiesen ab einer Leuchtpigmentkonzentration von  $\geq 0,5$  Gew.-% ausgeprägte Fluoreszenz und Phosphoreszenz auf. Zur Garnherstellung wurden die stabilisierten NIR-Pigmente in verschiedenen Konzentrationen in Masterbatches eingearbeitet. Als Polymer wurde Polyethylterephthalat (PET) eingesetzt. Die mit NIR-Pigmenten dotierten PET-Masterbatches wurden im Schmelzspinnprozess zudosiert. PET-Vorgarne (POY) mit verschiedenen Gehalten der Pigmente  $\text{LaB}_6$ ,  $\text{Cs}_2\text{WO}_4$  sowie dem mikroskaligen Pigment wurden ersponnen und charakterisiert. Die POY wurden anschließend verstreckt, wobei Garnfestigkeiten von 45 bis 50 cN/tex erzielt wurden, was für einzelne Komponenten von Näh-/Stickgarnen ausreicht. Die Beständigkeit der PET-Garne mit eingearbeiteten  $\text{LaB}_6$ - und  $\text{Cs}_2\text{WO}_4$ -Pigmenten gegenüber Xenonbogenlicht (DIN EN ISO 105-B04) unterscheidet sich nicht von PET-Garn ohne Pigmente. Für PET-Garne mit  $\text{LaB}_6$  bzw.  $\text{Cs}_2\text{WO}_4$ -Pigmenten wurde nachgewiesen, dass diese körperverträglich beim Tragen auf der Haut sind. Sowohl in der Forschungseinrichtung als auch im Industrierversuch wurde gezeigt, dass aus PET-POY mit  $\text{LaB}_6$  hochwertige Texturgarne im Falschdrallprozess herzustellen sind. Daneben konnte nachgewiesen werden, dass die Markierungsgarne für eine Anwendung in lufttexturierten Näh-/Stickgarnen geeignet sind. Die verstreckten Markierungsgarne wurden für die Herstellung von gezwirnten 2-fach und 3-fach Nähgarnen, teilweise in Kombination mit anderen Markierungsgarnen oder PET-Hochfestgarnen, untersucht und verwendet. Dabei entstanden über 40 Varianten gefärbte und ungefärbte Näh-/Stickgarne (Abb. 1) für die weiteren Untersuchungen der Markierungs- und Verarbeitungseigenschaften sowie als Demonstratoren.



Abb. 1: Gefärbte PET-Nähgarne mit Sicherheitsmarkierung (0,05 Gew.-% LaB<sub>6</sub> Nanopartikel)

Farbmessungen belegen den visuellen Eindruck, dass die eingebrachten Pigmente zu typischen Farbabweichungen führen. In Praxisversuchen wurden markierte Nähgarne für das Sticken von Emblemen (Abb. 2) und Stepp-Strukturen eingesetzt. Bei den Stickanwendungen wurden keine Auffälligkeiten oder Fehler beim Laufverhalten beobachtet, folglich werden die Anforderungen der Stickerei von den Garnen erfüllt. Die Stickproben, wie die Nähgarne, stehen nach der Projektlaufzeit als Demonstratoren zur Verfügung.

Der photothermische Effekt der markierten PET-Garne wurde mit Hilfe einer Wärmebildkamera während der Bestrahlung mit einem NIR-Laser (960 nm) untersucht. Das Detektionsverfahren wurde für Einzelfilamente, Faser- oder Garnkollektive optimiert. Die NIR-Pigmente konnten eindeutig in POY, PET-Garnen und -Zwirnen sowie in Stickereien detektiert werden. Partiiell mit Markierungsgarn aufgestickte Embleme (Abb. 2) wurden mit Hilfe einer Wärmebildkamera unter Bestrahlung mit einem NIR-Laser untersucht. In Abb. 3 ist die Wärmebildaufnahme des mit gelbem, aus drei Komponenten PET-Garn mit 0,05 Gew.-% LaB<sub>6</sub> bestehendem, Markierungsgarn aufgestickten Logos „ELBA“ dargestellt.

Die Garne mit LaB<sub>6</sub>-Nanopigmenten weisen eine hohe NIR-Absorption auf. Garne, die LaB<sub>6</sub>-Nanopartikel in Konzentrationen von  $\geq 0,025$  Gew.-% enthielten, konnten in jedem Fall sichtbar gemacht werden. Auch der Nachweis von 0,01 Gew.-% LaB<sub>6</sub> gelang im Garn. Cs<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>-Nanopartikel konnten in PET-Garnen ab einer Konzentration von ca. 0,4 Gew.-%

gut detektiert werden. Das untersuchte mikroskalige NIR-Pigment erwies sich als weniger IR-aktiv als LaB<sub>6</sub>-Nanopigmente, es konnte nur bei Anwesenheit höherer Konzentrationen im Garn mit Hilfe einer Wärmebildkamera detektiert werden.

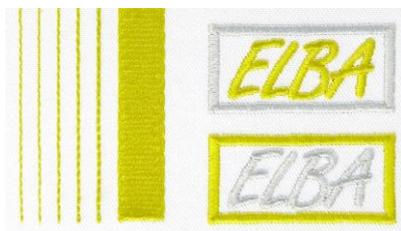


Abb. 2: Stickerei „Emblem“, gelbes PET-Nähgarn mit Sicherheitsmarkierung (0,05 Gew.-% LaB<sub>6</sub> Nanopartikel)

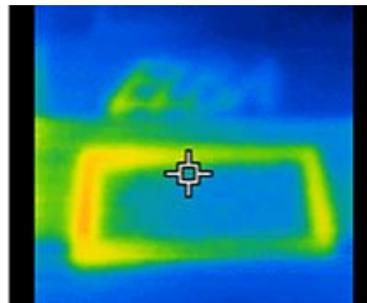


Abb. 3: Wärmebildaufnahme des aufgestickten Logos ELBA (Abb. 2) unter Bestrahlung mit einem NIR-Laser

Der eindeutige gerichtsfeste Nachweis der Sicherheitsfäden kann durch Spezialisten (Forensiker) erfolgen. In Betracht kommt dazu die spektroskopische Untersuchung der Sicherheitsgarne bzw. Textilien mittels UV-Vis-NIR-Spektroskopie; im Falle von NIR-Pigmenten erfolgt dies mittels eines IR-Spektrometers (Differenzspektren, 400 - 1.600 nm) und im Falle von Lumineszenzpigmenten mittels eines Fluoreszenzspektrometers, bei Einsatz von Pigmenten mit spezifischen Elementen kann die Elementanalytik wie XRD-Spektroskopie oder EDX-Analytik kombiniert mit der Rasterelektronenmikroskopie eingesetzt werden. Beispielsweise kann LaB<sub>6</sub> durch Detektion auf Lanthan und Bor oder Cs<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> durch Detektion auf Cäsium und Wolfram nachgewiesen werden.

## Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 20492 N der Forschungsvereinigung  
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-  
16, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des  
Programms zur Förderung der industriellen  
Gemeinschaftsforschung IGF vom Bundesministerium  
für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines  
Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Unser Dank gilt außerdem folgenden Firmen:

- A&E Gütermann GmbH,
- BYK GmbH,
- Eduard Kupfer Nähseiden Vertriebs GmbH & Co. KG,
- Groz-Beckert KG,
- Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH,
- ITV Denkendorf Produktservice GmbH,
- Märkische Faser GmbH,
- PHP Fibers GmbH,
- Reimold Automatenstickerei GmbH & Co. KG,
- Saurer Technologies GmbH & Co. KG Engineered Bearing Solutions,
- Sindlhauser Materials GmbH und
- Stickerei Keinath GmbH,
- The Filament Factory GmbH
- Traugott Baumann KG
- ZUE - Zwirnerei Untereggingen GmbH

Der Schlussbericht zum IGF-Forschungsvorhaben 20492 N „Sicherheitsmarkierte Näh- und Stickfäden zur Verhinderung von Produktpiraterie“ ist über die Forschungseinrichtungen zu beziehen.

DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e. V.:  
Frau Regina Krause, [bibliothek@dwf.rwth-aachen.de](mailto:bibliothek@dwf.rwth-aachen.de)

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF):

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

Dr. rer. nat. Simon König, [simon.koenig@ditf.de](mailto:simon.koenig@ditf.de)

**Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf**  
Körschtalstraße 26  
73770 Denkendorf  
[www.ditf.de](http://www.ditf.de)

**Bibliothek**  
Bernd Janisch | Dipl.-Ing. Kathrin Thumm  
[bibliothek@ditf.de](mailto:bibliothek@ditf.de)  
T +49 (0)711 93 40-505 | F +49 (0)711 93 40-297