

## KURZVERÖFFENTLICHUNG

### Entwicklung elektrisch isolierender Tinten für den Inkjetdruck auf Smart Textiles (IGF 20491 N)

Autoren: Dr. Reinhold Schneider  
Stefanie Brenner  
Angelika Lenz

Erschienen: 21.04.2021  
Bearbeitungszeitraum: 01.01.2019 – 31.12.2020

#### **Zusammenfassung**

Smart Textiles sind ein überdurchschnittlich wachsendes Segment bei Textilien. Der Inkjetdruck ermöglicht dabei die individuelle Verbindung elektronischer Komponenten durch gedruckte Leiterbahnen. Damit die in Textilien integrierte Elektronik fehlerfrei funktioniert und keine Kurzschlüsse entstehen, müssen die Leiterbahnen durch eine elektrisch isolierende Schicht vor Wasser, Schweiß und Feuchtigkeit sowie vor mechanischem Abrieb geschützt werden. Die nach dem Stand der Technik vorliegenden Lösungsansätze zur Isolation mittels Digitaldruck sind ungenügend. Ziel des Projektes war es daher, druckbare elektrisch isolierende Tinten hoher Permanenz zu entwickeln, die sowohl als bedruckbarer und elektrisch isolierender Untergrund als auch als Topcoat für den Druck mit elektrisch leitfähigen Tinten verwendet werden können. Elektrisch isolierende Tinten stellen einen essentiellen Beitrag zum stetig wachsenden Markt von Smart Textiles dar, da Leiterbahnen elektrisch isoliert werden müssen, um gebrauchstüchtig zu sein. Weitere Anwendungsmöglichkeiten für isolierende Tinten auf Basis von Bindemitteln ergeben sich für die digitale lokale Beschichtung und Funktionalisierung textiler Substrate, z.B. als Schutzschicht oder abrasionsbeständige Schicht.

Es wurden elektrisch isolierende Tinten für den Inkjetdruck auf Basis von Bindemitteln entwickelt, die eine elektrische Isolierung gedruckter Leiterbahnen bei gleichzeitigem weichen Warengriff auf Textilien ermöglichen. Als geeignete isolierende Verbindungen wurden in einem Screening Bindemittel wie Acrylate und PU-Acrylate sowie Vinylacetate identifiziert. Die kommerziellen Bindemitteldispersionen konnten in Anwendungskonzentrationen von bis zu 30% und unter Zusatz von hygroskopischen Verbindungen als auch Additiven zur Einstellung der Rheologie und Oberflächenspannung erfolgreich in Inkjettinten überführt werden.

Auf planaren Flächen wird mit diesen dünnflüssigen Tinten bereits bei einem Nassauftrag von ca. 30 µm eine elektrische Isolierung mit einem Durchgangswiderstand von  $R > 4 \cdot 10^{10}$  Ohm/sq erhalten. Dies kann durch 2maliges Bedrucken bei einer Druckauflösung von 1440 dpi \* 1440 dpi bewerkstelligt werden. Bei höheren Druckauflösungen von 2280 dpi \* 2880 dpi genügt ein einfaches Bedrucken, da die übertragene Tintenmenge um den Faktor 4 höher liegt.

Für die Erzeugung elektrisch isolierender Schichten auf textilen Substraten ist meist ein Tintenauftrag von mehr als 100 g/m<sup>2</sup> erforderlich und bedingt ein 2-3maliges Bedrucken des textilen Trägermaterials bei einer Druckauflösung von 1440 dpi \* 2880 dpi. Alternativ können geschlossene isolierende Schichten auch durch einmalige Bedruckung mit Tinten und Pasten mit einer Viskosität von mehr als 1 Pas erreicht werden.

Um vollständig isolierte textile Leiterbahnen zu erhalten, muss das textile Substrat vor der Applikation der elektrisch leitfähigen Tinten mit den Isolationstinten imprägniert oder bedruckt werden. Im Regelfall ist ein Tintenauftrag von bis zu 100 g/m<sup>2</sup> erforderlich (Mehrfachbedruckung), um eine hinreichend dichte elektrisch isolierte Trägerschicht für das Aufdrucken der elektrisch leitfähigen Tinten zu erreichen. In einem weiteren Schritt erfolgt schließlich die drucktechnische Applikation der isolierenden Tinten per Inkjet in Form eines isolierenden Topcoats mit einer Schichtdicke von mindestens 50µm (nass). Je geschlossener die zu bedruckende Schicht ist, umso weniger Tinte wird für die Isolation benötigt.

Bei niederviskosen Tinten ist generell ein mehrmaliges Aufdrucken der isolierenden Schicht auf textile Strukturen erforderlich, während beim Bedrucken beispielhaft untersuchter metallischer, nichtsaugfähiger 2D-Schichten (Al-Folie) bereits beim einmaligen Bedrucken und einem Nassauftrag von 20-30 g/m<sup>2</sup> eine vollständige Isolation mit einem Durchgangswiderstand von  $R > 4 \cdot 10^{10}$  Ohm/sq möglich ist, sofern eine homogene und vollständige Benetzung erreicht wird.

Die entwickelten Isolationsschichten sind gegen Befeuchtung und kurzzeitige Wassereinwirkung beständig. Zur Verbesserung der Wasserbeständigkeit wird die Vernetzung der Bindemittel durch Crosslinker empfohlen. Dadurch werden die gedruckten Isolierschichten langzeitbeständig gegen Wassereinwirkung und Waschen.

Abschließend wurden verschiedene Demonstratoren wie isolierte Leiterbahnen, textile Heizelemente sowie ein textilbasierter Näherungssensor/Näherungsschalter hergestellt. Diese Demonstratoren verbleiben an der Forschungsstelle und stehen als Beispiel für eine erfolgreiche Isolation zur Verfügung.

## Danksagung



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Wir danken der Forschungsvereinigung  
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12 -  
14, 10117 Berlin für die finanzielle Förderung des IGF-  
Vorhabens 20491 N, die 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 erfolgte.

Für die freundliche Unterstützung des Projekts danken wir herzlich den Mitgliedern des  
projektbegleitenden Ausschusses:

- 3T Inkjet Textile Consulting GmbH
- AMOHR Technische Textilien GmbH
- BASF AG
- CHT R.Beitlich GmbH
- Doduco GmbH
- DP Solutions GmbH & Co. KG
- Freudenberg Vliesstoffe SE & Co.KG
- Gerster GmbH & Co. KG
- ITVP Produktservice GmbH
- Lefatex Chemie GmbH
- Lindenfarb Textilveredlung GmbH
- Multiplot GmbH
- Allianz Faserbasierte Werkstoffe e.V.
- IVGT – Industrieverband Garne-Gewebe-Technische Textilien e.V. Frankfurt/M.
- Textilchemie Dr. Petry GmbH
- GSB – Wahl GmbH
- W.Zimmermann GmbH & Co. KG
- Rökona Textilwerk GmbH & Co.KG

Der Schlussbericht des Forschungsvorhabens „Entwicklung elektrisch isolierender Tinten  
für den Inkjetdruck auf Smart Textiles“ (IGF-Nr. 20491 N), ist an den Deutschen Instituten  
für Textil- und Faserforschung Denkendorf erhältlich.

**Ansprechpartner:** Dr. Reinhold Schneider ([reinhold.schneider@ditf.de](mailto:reinhold.schneider@ditf.de))