

## KURZVERÖFFENTLICHUNG

### Permanente flammhemmende Hotmelt-Beschichtung von Kettgarnen als energiesparender Ersatz des konventionellen Schlichteverfahrens (IGF Nr. 18286 N)

Autoren: PD-Dr.-Ing. Thomas Stegmaier  
Dipl.-Ing. Werner Wunderlich  
Dipl.-Ing. FH Tom Hager  
Dr. rer. pol. Marcus Winkler  
Dr.-Ing. Jürgen Seibold  
M. Sc. Larissa von Wascinski  
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

Erschienen: Mai 2017

Bearbeitungszeitraum: 01.07.2014 – 31.12.2016

#### **Kurzzusammenfassung**

Im Rahmen des AiF Projekts „Permanente flammhemmende Hotmelt-Beschichtung von Kettgarnen als energiesparender Ersatz des konventionellen Schlichteverfahrens“ wurden die Verfahrenstechnik und die Rezepturen zur reaktiven Hotmelt-Beschichtung von Einzelfäden mit einer neuartigen Ringschlitzdüsenteknik (Abb. 1) entwickelt und in umfangreichen Versuchsreihen erprobt und analysiert.

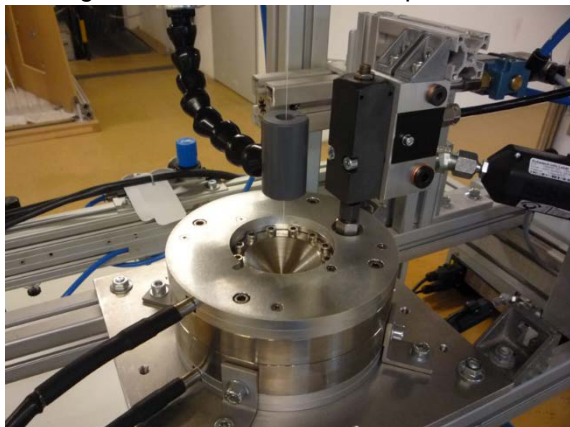


Abb. 1: Ringschlitzdüse

In Tabelle 1 sind die mit Flammschutzadditiv versehenen reaktiven PUR-Hotmelts wiedergegeben.

Name	Eigenschaften	Viskosität (mPas) / Aussehen	Flammschutzadditiv: Typ / Zugabe (%)
Reaktiver PUR-Hotmelt Type HM 1	Kaschierklebstoff mit Flammschutzadditiv; nach Vernetzung hohe Wärmebeständigkeit, gute	(T = 120°C): ca. 6.000 / Farblos opak	Triarylphosphat, isopropyliert: 3 ≤ 5 %
Reaktiver PUR-Hotmelt Type HM 2	Kälteflexibilität sowie Wasserdampf- u. Lösemittelbeständigkeit; weicher, textiler Griff		Triarylphosphat, isopropyliert: 10 ≤ 15 %

Tab. 1: Reaktive PUR (Polyurethan reaktiv) - Hotmelts mit Flammschutzadditiv

Die beschichteten Garne wurden bezüglich der Scheuerfestigkeit und des Brandverhaltens bewertet und bei zwei Textilfirmen aus dem Projektbegleitenden Ausschuss verwebt. Die hergestellten Gewebe wurden im Hinblick auf die Scheuerbeständigkeit am Martindale-Prüfgerät und hinsichtlich der Flammhemmung in Flammtests untersucht.

Bei der Entwicklung der Verfahrenstechnik zur Hotmelt-Beschichtung waren grundlegende Entwicklungsarbeiten notwendig, um einen niedrigen und gleichmäßigen Beschichtungsauftrag auf dem Einzelfaden realisieren zu können. Durch eine Vorheizung des Fadens kurz vor der Hotmelt-Applikation gelang es, die Benetzung und Penetration des Hotmelts in den Faden zu verbessern. Der Einsatz einer Kühlzone direkt nach der Beschichtungszone führte zu der gewünschten schnellen Abkühlung und Erstarrung des Hotmeltfilmes auf dem Faden. Die Vernetzung der reaktiven Hotmelts konnte durch den Einsatz von feuchter Kühlluft erheblich beschleunigt werden.

Durch eine Verkleinerung des Düsenvorraums sowie des Einbaus eines Bypass-Ventils, unmittelbar vor der Beschichtungseinheit, war es möglich, die Fördermenge des Hotmelts in die Ringschlitzdüse druckgesteuert zu kontrollieren. In Kombination mit der Veränderung der Produktionsgeschwindigkeit des Fadens gelang es, den Beschichtungsauftrag (B) in einem weiten Einstellbereich von B = 3% bis 190% anzupassen.

Besonders bei niedrigen Beschichtungsaufträgen konnte keine durchgehende bzw. umhüllende Beschichtung durch den Hotmeltauftrag mittels der Ringschlitzdüse erreicht

werden. Auch bei einem sehr hohen Beschichtungsauftrag von  $B = \text{ca. } 600\%$  war eine komplette Umhüllung des Fadens bei den ausgewählten Systemen der reaktiven Hotmelts und der Garne nicht vollständig möglich. Die Hotmelt-Beschichtung war zum Teil in kleineren Anhäufungen um den Fadenumfang verteilt (Abb. 2), was speziell bei dunkel gefärbten Fäden und später im Gewebe optisch erkennbar war.

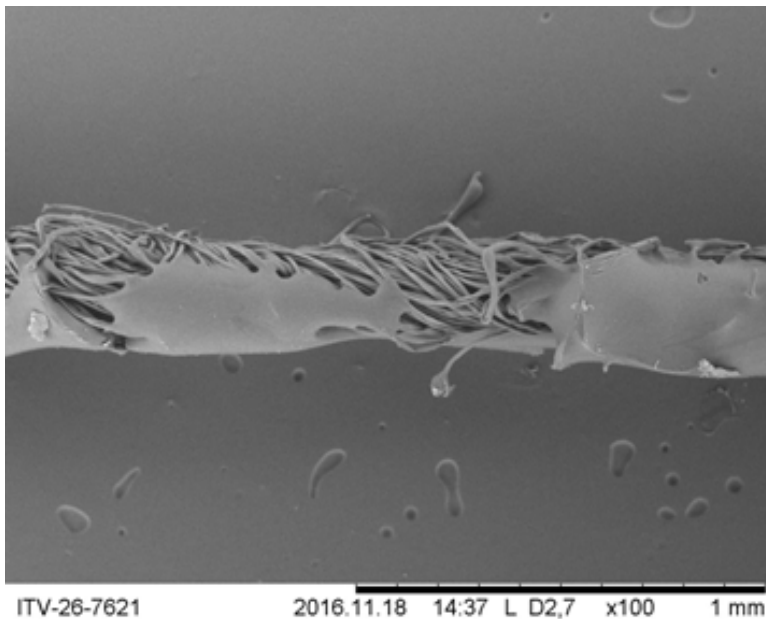


Abb. 2: REM-Aufnahme eines Hotmelt-beschichteten Fadens, 100-fache Vergrößerung

Garn: PES/CO (65%/35%) 35,7 tex

Reaktiver Hotmelt, Type HM 2

Beschichtungsaufgabe  $B = 138\%$

Die Hotmelt-beschichteten Garne wiesen eine hohe Scheuerbeständigkeit (Abb. 3) im Vergleich zum unbeschichteten Rohgarn auf, was auf eine gute Verwebbarkeit der Garne hinwies.

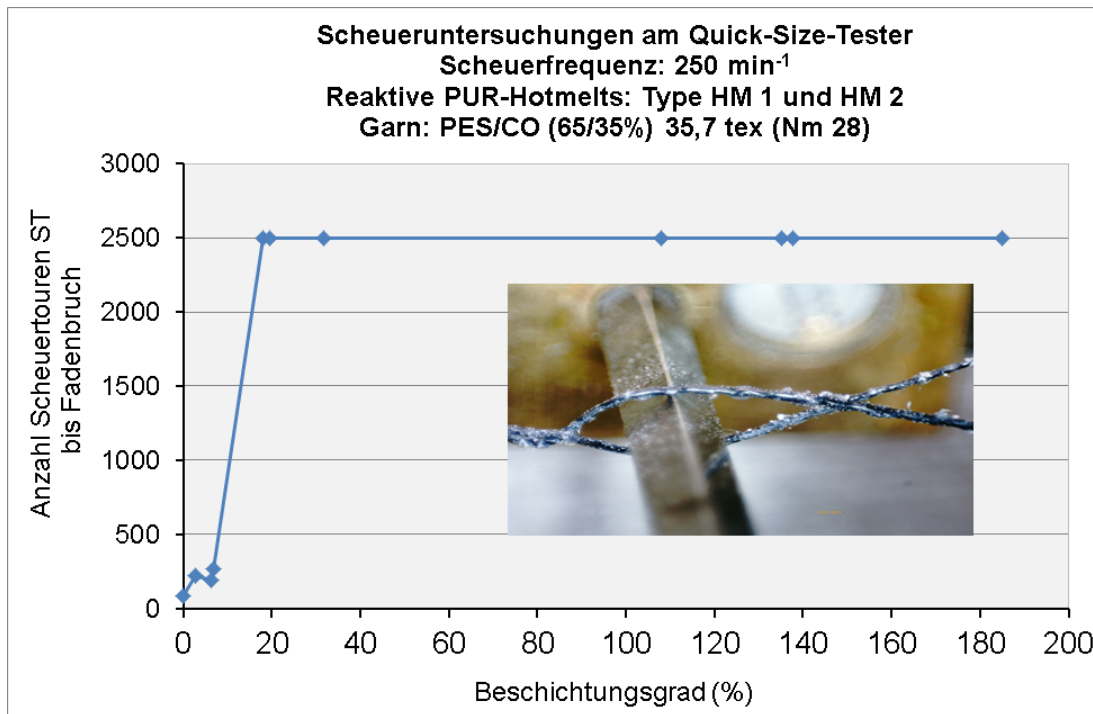


Abb. 3: Scheueruntersuchungen am Quick-Size-Tester;

Garn: PES/CO (65%/35%) 35,7 tex (Nm 28)

Reaktiver PUR-Hotmelt: Type HM 1 und HM 2, (mit Flammschutzadditiv)

Die Verwebbarkeit der so beschichteten Garne mit Beschichtungsgraden von B = 6 % bis B = 185% konnte in Webversuchen in den beteiligten Webereien auch erfolgreich gezeigt werden. Mit Erhöhung des Beschichtungsgrades nahm die Biegesteifigkeit des Gewebes zu. Bei einem Auftrag von 6,3% auf dem Kettfaden, was ein gutes Webverhalten ermöglichte, war der Griff weich, bei mehr als 100% Auftrag dagegen erwartungsgemäß wesentlich steifer.

Die Untersuchung des Brennverhaltens der mit Flammschutzadditiven ausgerüsteten Hotmelt-beschichteten Fäden ergab sowohl am Einzelfaden als auch an daraus hergestellten Geweben keine ausreichend brandhemmenden Ergebnisse. Hier sind weitere Entwicklungen von Flammschutzadditiven bei gleichbleibendem Anforderungsprofil für eine Fadenbeschichtung notwendig. Insbesondere die Anforderung einer möglichst nicht vorhandenen Restklebrigkeit nach der Vernetzung der reaktiven Systeme, einer hohen Flexibilität und einer hohen Elastizität der Hotmelt-Beschichtung auf dem Faden widersprechen einer hohen Zugabe von Flammschutzadditiven, die diese Kennwerte in der Regel negativ beeinflussen.

Die Beurteilung des Energieeinsatzes im Rahmen des Life-Cycle-Assessments (LCA) wurde mittels des Wirkungsfaktors GWP100a durchgeführt und mittels CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) beschrieben. Die Ermittlung der Energieeinsparung durch Hotmelt-Beschichtungen im Vergleich zum traditionellen Schlichtprozess wurde anhand der standardisierten MFCA Methodik (Material Flow Cost Accounting) durchgeführt. Allgemein ist die Materialflusskostenrechnung eine Analyseverfahren, welche ineffiziente Materialverwendungen aufdeckt. Hierfür wurde das Softwaretool bw!MFCA angewendet, welches das Prinzip der Materialflusskostenrechnung unterstützt. Gegenübergestellt wurde der traditionelle Standardprozess, mit den konventionellen Prozessschritten Schlichten, Entschlichten und Flammenschutzrüstung, zu einer Prozesskette, bei welcher der alternative Hotmelt Beschichtungsprozess diese drei konventionellen Prozessschritte ersetzt. Das auf diese Weise ermittelte GWP (engl. Global Warming Potential, deutsch Treibhauspotenzial) hat ergeben, dass energetisch gesehen der Standardprozess bereits einen hohen Optimierungsgrad aufweist und nicht mit einer überdimensionierten Versuchskonfiguration verglichen werden kann.

Ebenso konnte kostenseitig aufgezeigt werden, dass ohne eine Optimierung die zugrunde gelegte Versuchskonfiguration des Hotmeltprozesses nie wirtschaftlich sein würde. Die aus diesen Erkenntnissen resultierende Technologiepotenzialanalyse hat ergeben, dass bei einer technologisch optimierten Prozesskonfiguration der Anteil des Hotmeltklebers ausschlaggebend auf das GWP ist (Abb. 4).

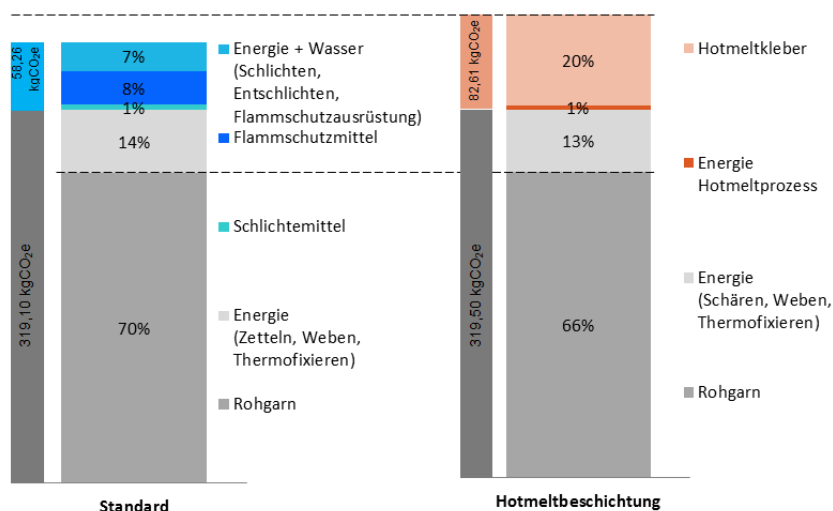


Abb. 4: Vergleich der prozentualen GWP-Gesamt Anteile der Prozessvarianten Standard (links) und Hotmeltprozessvariante (rechts)

Durch eine angepasste Auslegung der Anlagentechnik, der Realisierung eines geringen Beschichtungsauftrags bei gleichzeitiger effizienterer FlammSchutzausrüstung sowie einer Erhöhung der Anzahl der Beschichtungseinheiten bei höheren Produktionsgeschwindigkeiten wird das Entwicklungspotenzial der Hotmelt-Beschichtungstechnologie aufgezeigt. Hierzu sind jedoch weitere Entwicklungsarbeiten zur Verfahrenstechnik und zur Rezepturerstellung notwendig.

Das Ziel des Vorhabens wurde zum Teil erreicht.

## Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 18286 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 (IGF) vom  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen  
Bundestages gefördert.

Für diese Förderung danken wir.



Unser Dank gilt außerdem folgenden Firmen des Projektbegleitenden Ausschusses

- Corporate Fabrics GmbH, Grafengehaig
- Dienes Apparatebau GmbH, Mühlheim/Main
- Jowat SE, Detmold

- Lauffenmühle GmbH & Co. KG, Lauchringen
- Robatech GmbH, Bad Camberg
- TEXTILE ENGINEERING, Münchberg
- Industrieverband Veredlung-Garne-Gewebe-Technische Textilien e.V. IVGT, Frankfurt

für die freundliche Unterstützung.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (IGF-Nr. 18286 N) ist an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner: PD-Dr.-Ing. Thomas Stegmaier [thomas.stegmaier@ditf.de](mailto:thomas.stegmaier@ditf.de)  
Dr. Marcus Winkler [marcus.winkler@ditf.de](mailto:marcus.winkler@ditf.de)