

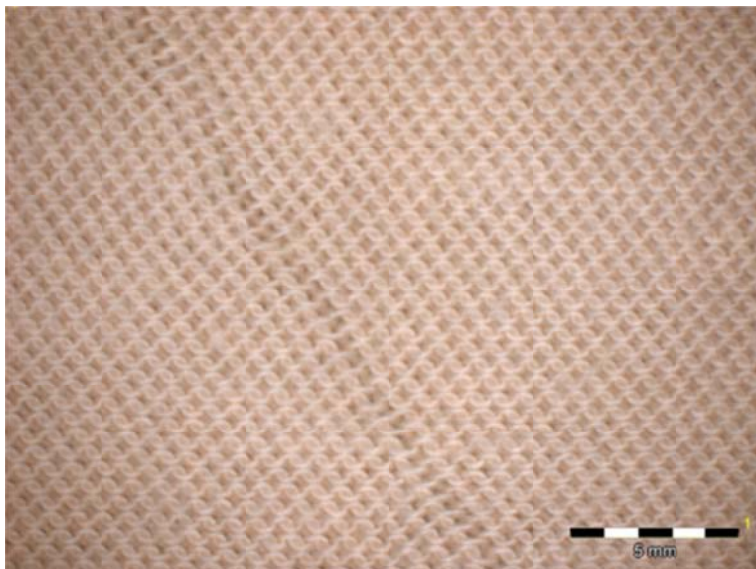
Verhinderung des Schräglaufs und Kontrolle des Relaxationsverhaltens bei Maschenwaren aus Baumwolle- und Viskosegarnen durch Applikation innovativer Crosslinker (AiF 17500 N)

Autoren Dr. Frank Gähr
Dipl.-Ing. Susanne Segel

Erschienen 16.08.2014

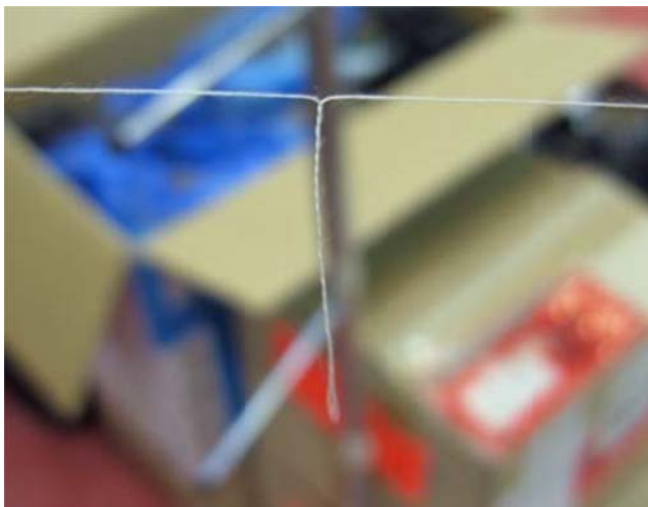
Zusammenfassung

Bei der Herstellung von Maschenwaren aus Cellulosegarnen tritt in der Praxis oft das Problem auf, dass die Maschenreihen nicht ideal zur Strickrichtung verlaufen, sondern einen Schräglauf aufweisen. Vor allem bei Oberbekleidung wie Trikotagen wird dieser Schräglauf als störend empfunden und gibt immer wieder Anlass zu Reklamationen.



g der

Der Schräglauf korreliert mit der Kringelneigung der Garne. Dieses Kringeln wiederum resultiert aus Spannungen in den Einzelfasern der Garne, die beim Spinnprozess entstehen. Die Kringelneigung wird deutlich, wenn die Enden einer losen Garnschleife langsam zusammengeführt werden. Das Garn verwickelt und verwindet sich (Abb. 2). In einer Ware verursachen die Torsionskräfte des Garnes eine Formänderung, Verwindung und Neigung der Maschen gegenüber der Warenfläche. Bei einer unsymmetrischen Ware ist dieser Effekt der Hauptgrund für den Schräglauf der Maschenstäbchen.



Das Ausmaß der Verdrehung eines Stoffs hängt normalerweise vom Garntyp, von der Anzahl der Zuführungsaggregate auf der Strickmaschine und von der Strickstruktur ab. Wichtige Einflussgrößen sind zusammengefasst – und auch posthum angelehnt an die in den Sitzungen des Projektbegleitenden Ausschusses verlautbarten Expertenmeinungen-:

- Garntyp: Spinnfasergarn/Filamentgarn/ Polymertyp
- Stapelfaserlänge: je länger, desto besser
- Anzahl der Fadenzuführer: mehr Garnzuführungsaggregate und mehr Reihen pro Turn sorgen für einen größeren Neigungswinkel, d.h. stärkere Maschenneigung und Verdrehung
- Richtung der Strickzylinder: gegen die Garndrehung zu stricken ist günstiger
- Spinnverfahren: Ring, Air-Jet, Rotorspinnen (Rotorgarn besitzt die höchste Stabilität)
- Garndrehung: möglichst nicht mehr als 700-800 Drehungen/m
- Garnrichtung (S+Z)

- Strickdichte: je engmaschiger, d.h. kürzere Maschenlänge, desto besser
- Mit den Ausrüstungsverfahren kann man das Aussehen der Oberfläche und Wascheigenschaften verbessern, die Form- und Passformbeständigkeit erhöhen, Restschumpf und Drall minimieren, jedoch keine Fehler beheben, die bei vorherigen Herstellungsschritten gemacht wurden (siehe Tabelle 1).
- Es gibt die Möglichkeit, Garne nach dem Spinnen auf Kopsen oder Spulen zu dämpfen, um die inneren Spannungen und den Drall soweit abzubauen, dass sich keine Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung ergeben. Dies zeigt sich in einem Rückgang des Schräglaufs am Gestrick. Dieser Effekt ist bei nachfolgenden Nassbehandlungen jedoch reversibel.

Im selben Kontext wie der Maschenschräglauf einer Ware ist auch der Schumpf einer Maschenware bzw. deren Relaxationsverhalten zu betrachten.

Im Vorhaben sollte versucht werden, diese nachteiligen spannungsinduzierten Effekte der Garne dadurch auszuschalten, indem Ausrüstungen durchgeführt werden, im Zuge derer eine chemische Vernetzung (Crosslinking) zwischen den Celluloseketten stattfindet und die Garne in der Folge dauerhaft stabilisiert werden. An die Vernetzer (Crosslinker) waren bestimmte Anforderungen zu stellen, damit der sie prinzipiell für die Anwendung in der Praxis Aussicht hatten:

- Sie müssen farblos sein
- Sie müssen bereits in geringer Konzentration wirksam sein
- Sie sollten gut wasserlöslich sein (d.h. keine Verwendung organischer Lösungsmittel)
- Eine Applikation auf gängigen Maschinen in der Praxis muss möglich sein
- Es darf keine nennenswerte Faserschädigung auftreten
- Es dürfen keine toxikologischen oder arbeitsplatzgefährdenden Wirkungen auftreten.
- Die textilen Eigenschaften der Garne selbst wie auch die Weiterverarbeitungseigenschaften der Garne dürfen nicht oder nur marginal unter der Funktionalisierung leiden.

Unter diesen Gesichtspunkten wurden verschiedene Crosslinker wie Cyanurchloridderivate, Diglycidether, Polyacrylsäure und Chelate sowie geblockte Isocyanate ausgewählt. Die Reaktionsbedingungen mit Cellulosegarnen wurden in einer ersten Projektphase in kleinen Ansatzgrößen, d.h. entweder in Strängchenform oder im Ausziehverfahren (Färbebecher) für jede Verbindungsklasse untersucht und optimiert. Einen wichtigen Anhaltspunkt für eine

schnelle Bewertung dahingehend, ob überhaupt eine Reaktion der Crosslinker mit der Cellulose stattfindet, diente im Vorhaben der Löseversuch in EWNN. Hierbei zeigte sich, dass Cyanurchloridderivate wie NHDT, Thiotan R oder das eigens synthetisierte 2,4-di(p- β -sulfatoethylsulphonyl)anilino-1,3,5-triazin-6(1H)-on unter praktikablen Bedingungen gute Umsätze liefern. Die ausgerüsteten Garne lösen sich nicht in EWNN. Auf Basis der elementaranalytisch bestimmten Stickstoffgehalte lassen sich jeweils die optimalen Versuchsbedingungen festlegen, die gut reproduzierbar sind. Weitere Vorteile dieser Crosslinker sind ihre Applizierbarkeit in alkalischem Medium, was Säureschädigungen auf die Cellulosegarne entgegenwirkt sowie die Stabilität der erzeugten Vernetzung in alkalischen Weiterverarbeitungsprozessen (Wäsche, Reaktivfärbungen etc.). Ebenfalls gute Ergebnisse lieferten Umsetzungen mit Diethylenglykoldiglycidether. Allerdings spricht aus praktischen Gründen die einzustellende hohe Alkalinität der Behandlungsflotte (Alkaliverbrauch, starke Faserquellung) und toxische Gründe gegen einen Einsatz dieser Verbindung in einem Ausrüstungsbetrieb.

Ausrüstungen mit Polyacrylsäure und mit geblockten Isocyanaten scheiden hingegen aufgrund der sehr hohen notwendigen Fixiertemperaturen sowie der Verhärtung der Garne aus. Mit den eingesetzten Chelaten konnte keine Umsetzung beobachtet werden. Eine gute Korrelation der mittels Cyanurchloridderivaten erzielten Effekte lieferte auf analytischer Basis die FTIR-Spektroskopie.

Die weiteren Versuche konzentrierten sich auf die Behandlung von Garnspulen im Spulenfärbeapparat. Hierzu wurden von Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses verschiedene Baumwoll- und Regeneratgarnqualitäten in größerer Menge mit definierten Eigenschaften hergestellt. Neben einer kleinen Auswahl an luftgesponnenem BW-Garn kamen überwiegend Ringgarne in einer Feinheit von Nm 50/1 (einfach) zum Einsatz. Als Regeneratfasern wurde Viskose, Modal und Tencel sowie darüberhinaus als Referenzgarne Tencel LF und Tencel A100, also die klassischen vernetzten low fibrillating Lyocellgarne eingesetzt. Ein Großteil des Versuchsprogramms wurde mit NHDT als Crosslinker abgearbeitet, da dieser relativ günstig und in großer Menge zu beziehen ist. Im Zuge der Garnspulenbehandlung zeigte sich ein moderater Rückgang der Garnfestigkeiten und des Wasserrückhaltevermögens. Die Kringelneigung ging bei den Regeneratcellulosegarnen deutlich zurück (bis 60%). Etwas enttäuschend und überraschend war, dass gerade bei Baumwollgarnen nur eine geringe Reduzierung der Kringelneigung zu beobachten war. Für die praktische Verwertbarkeit ist dies insofern ungünstig, da der Maschenschräglauf bei Viskoseartikeln lange nicht die Rolle spielt wie bei Artikeln aus Baumwolle, wie z.B. Single Jersey. Der Grund hierfür dürfte in der höheren Kristallinität der Baumwolle liegen, was

umgekehrt wiederum bedeutet, dass die Baumwollstruktur für die Crosslinker weniger zugänglich ist als eine Viskose. Dies zeigt sich auch in den Fixiergraden. Inhärent wirkende Torsionsspannungen, die zur Kringelneigung beitragen, lassen sich demzufolge in geringerem Ausmaße beeinflussen als bei Regenerattypen. Da Baumwollgarne aufgrund ihres Laufverhaltens mit höherer Vorspannung gestrickt werden müssen als Viskosegarne, zieht sich dieses Manko durch die gesamte Herstellungskette durch mit dem Resultat eines deutlichen Schräglaufs. Die Effekt der Reduzierung der Kringelneigung durch Crosslinker wie NHDT oder mehrfunktionalen Reaktivfarbstoff ist für Baumwolle, in Form einer Garnausrüstung durchgeführt, daher eher unbefriedigend. Diglycidether liefert etwas bessere Ergebnisse.

Im weiteren Projektverlauf wurden sämtliche Garne zu Rundstrickwaren mit R/L-Bindung (Single Jersey) verstrickt. Ein wichtiger Konstruktionsparameter, der die Dimensionen der Ware im Bezugszustand beeinflusst – die durchschnittliche Maschenlänge – war bei allen Proben konstant. Um eine einfacher Vermessung des Maschenschräglaufs zu erreichen, wurde die Rundstrickware mit Nadelzug verstrickt, d.h. es wurden 2 sich gegenüberliegende Nadeln entfernt, so dass im Gestrick eine Nadelgasse entsteht, die sich gegenüber den anderen deutlich abhebt und damit die Messung des Schräglaufs erleichtert.

Es wurde direkt nachgewiesen, dass die Größe der Kringelneigung mit dem Schräglaufwinkel korreliert, d.h. Garne mit geringerem Drehungskoeffizient verursachen einen geringeren Schräglauf als Garne mit hoher Drehung, Gestricke aus dem gesamten Sortiment der Regeneratcellulosegarne zeigen trotz ähnlicher Werte der Kringelneigung keinen signifikanten Maschenschräglauf.

Der Einfluss einer Nassbehandlung auf den Maschenschräglauf im Vergleich zur Bezugsware vor der Bearbeitung wurde quantitativ festgestellt. Die Ware will in den entspannten, stabilen Zustand zurückkehren, d.h. Spannungen durch Spinn- und Strickprozess werden abgebaut. In allen Fällen erhöhen sich die Reihendichte, das Warengewicht und der Schräglaufwinkel deutlich, d.h. die Kräfte führen zu einer Änderung der Maschenform. Der erste Nassprozess im Spulenkörper, d.h. auf dem Rohmaterial, führt ebenfalls zum Abbau innerer Spannungen, vergleichbar mit einem Dämpfprozess. Dies wirkt sich in einem Rückgang des Schräglaufwinkels im Vergleich zum Bezugsgarn aus. Nach Wäsche und Tumbeln kann sich die Maschenstruktur unter Einfluss der mechanischen Einwirkung verfestigen, und dies liefert auch die Energie, mit der die Reibungskräfte zwischen den einzelnen Fasern und Garnen überwunden werden. Der Schräglaufwinkel nimmt nochmals zu.

Es gibt Hinweise beim BW-Garn mit geringerer Garndrehung, dass mit NHDT bei gleichem Fixiergrad eine gewisse Stabilisierung eintritt, die sich in einer leichten Verringerung des Schräglaufs (- 23%) im Vergleich zur gewaschenen sowie getrockneten Referenz am Gestrick zeigt. Die Vernetzung mit Ethylenglykoldiglycidether bewirkt den stärksten Rückgang (- 40%) im Schräglaufwinkel analog dem Ausmaß der Kringel-neigung.

Zum Thema Schrumpfverhalten ist anzuführen, dass nach Festlegung eines Bezugszustands, die Auswertung der Versuche zeigt, dass das natürliche Schrumpfpotenzial der Waren, wie bekannt, maßgeblich durch die Produktionsparameter beim Spinn- und Strickprozess bestimmt wird. Die unvernetzte BW-Referenzware wies ein Schrumpfpotenzial von 16-18% auf. Sowohl durch die Vernetzung als auch eine Reaktivfärbung lässt sich der Schrumpf verringern. Regeneratfasern zeigen eine unterschiedliche Ausprägung des Schrumpfpotenzials bzw. ein anderes Verformungsverhalten als Baumwolle, d.h. in Längsrichtung tritt keine Veränderung ein. Insgesamt erkennt man einen Einfluss der Vernetzung hinsichtlich der Reduzierung des Schrumpfpotenzials.

Da die Garnspulenausrüstung mit den verschiedenen Crosslinkern im Hinblick auf die Endeigenschaften der Waren nicht den befriedigenden und ursprünglich erhofften Erfolg brachte, wurde in einem Folgeschritt die Ausrüstung im Strang und dann an aufgeschnittener Ware in Breitform versucht. Während aus den Ergebnissen der Strangbehandlung kein positives Fazit zu ziehen war, gestaltete sich dies bei der Breitbehandlung komplett anders.

Hierbei wurde insbesondere untersucht, inwieweit sich der klassische, im sauren Milieu mittels der bekannten Hochveredlungschemikalien (DMDHEU sowie formaldehydarme diesbezügliche Vernetzer) durchgeführte Ausrüstungsprozess durch die im alkalischen Milieu fixierbaren Caynurchloridderivate substituieren lassen. Es zeigte sich, dass die Veredlung mit NHDT ein relativ schonendes Verfahren ist.

Auf Baumwolle liegt der Festigkeitsverlust bei ca. 16%, was weit unter dem Festigkeitsverlust der üblichen Trockenvernetzung liegt (50%). Bei Viskose liegen die Festigkeitsverluste bei einer üblichen Trockenvernetzung in Abhängigkeit von der Vernetzerkonzentration bei 20-30 %, d.h. insgesamt geringer als bei Baumwolle. Der Rückgang der Festigkeit bei der Ausrüstung mit NHDT liegt bei 10-16 %. Bei Betrachtung des Schrumpfverhaltens ist gleichfalls ein günstiger Effekt auszumachen. Aufgrund der Vernetzung mit NHDT findet ein deutlicher Rückgang im Schrumpf statt. Daraus resultiert eine bessere Formstabilität der Waren. Mit NHDT wird mindestens das Niveau der üblichen Vernetzung auf Basis formaldehydarker Produkte erreicht.

Eine spannende Verfahrensvariante bietet sich nach den Ergebnissen des Vorhabens aus der Möglichkeit der simultanen Behandlung von Maschenwaren mit NHDT-Crosslinker und Reaktivfarbstoff im Zuge einer einbadig durchgeführten Färbung. Im allgemeinen zeigen die behandelten Maschenwaren keinen Verlust in der Farbtiefe. Eine deutliche Verbesserung zeigt sich im Schrumpf- bzw. Relaxationsverhalten und in den Nassknittererholungswinkeln. Eine Verschlechterung der Lichtechtheiten wurde hierbei nicht beobachtet.

Aus dem Projekt ergeben sich 2 Verfahrensvorschläge für die Praxis, die direkt umsetzbar sind:

1. Der Verzicht auf formaldehydbasierte Hochveredlungschemikalien durch Einsatz von alkalisch fixierbaren Crosslinkern, die neben der Vermeidung von Formaldehyd in der Produktion zusätzlich noch z.T. bessere Wareneigenschaften liefern (Relaxationsverhalten, Knittererholungswinkel, Berstdruck)
2. Die spannende Verfahrensvariante der simultanen Behandlung von Maschenwaren mit NHDT-Crosslinker und Reaktivfarbstoff im Zuge einer einbadig durchgeführten Färbung. Im allgemeinen zeigen die behandelten Maschenwaren keinen Verlust in der Farbtiefe. Eine deutliche Verbesserung zeigt sich im Schrumpf- bzw. Relaxationsverhalten und in den Nassknittererholungswinkeln. Eine Verschlechterung der Lichtechtheiten wurde nicht beobachtet.

Die Herstellung marktfähiger Textilprodukte ist aus den dargestellten Forschungsergebnissen direkt von der Industrie zu realisieren.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 17500 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.