

## Untersuchung der Möglichkeiten zur Beeinflussung der Garnstruktur beim Vortex-Spinnen im Hinblick auf Weiterverarbeitung und Endartikel (IGF 15473 N)

**Autoren:** Dipl.-Ing. (FH) Kurt Ziegler  
Dipl.-Ing. Simon Küppers  
Dipl.-Ing. (FH) Heinz Müller  
Dipl.-Ing. Jörg Hehl  
Dipl.-Ing. Uwe Heitmann  
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck

**Erschienen:** 07.05.2010

### Zusammenfassung:

Ziel des Vorhabens war die Erweiterung der Einsatzgebiete der Vortex-Spinnentechnologie. Es sollten die wesentlichen Grundlagen zur Strukturbeeinflussung der Garne ermittelt werden, die für den Einsatz in der Weberei und Strickerei geeignet sind.

Mit zunehmender Liefergeschwindigkeit nehmen Garnfestigkeit und Dehnung und somit das Arbeitsvermögen ab. Die Garnleichmäßigkeit bleibt dagegen nahezu unverändert.

Jede Garnfeinheit hat ein Optimum der Liefergeschwindigkeit hinsichtlich der Garnwerte. Die Lieferung hat einen deutlichen Einfluss auf die Haarigkeit. Mit der Erhöhung der Lieferung nimmt die Haarigkeit zu. Dabei lagern sich die Mantelfasern in immer flacher werdendem Winkel um die Kernfasern. Dies beruht auf der kürzeren Verweilzeit des Garnes in der Düse. Für die Garnstruktur bedeutet dies die Zunahme der Haarigkeit und des Volumens. Ein Anlagerungswinkel der Umwindfasern von ca. 25° - 30° ist hinsichtlich der Garnfestigkeit als optimal anzusehen.

Die Garndichte ist ein Maß für ausreichende Festigkeit und Kompaktheit. Sie sollte im Bereich zwischen 0,48 und 0,52 g/cm<sup>3</sup> liegen. Mit zunehmendem Dralldüsendruck wird der Garndurchmesser geringer und entsprechend die Garndichte höher. Dabei steigt auch die Kringelneigung. Die optimale Mantelfaserdrehung liegt im Bereich von  $\alpha_m$  127 - 140. Der Mantelfaseranteil liegt zwischen 17 - 23 %.

Gewebe und Gestricke aus luftgesponnenen Garnen haben eine gute Pillingresistenz. Mit den Spinnmitteln und den Spinnparametern ist es möglich den Warenausfall von Gestricken bezüglich des Griffs zu beeinflussen. Das Gewebe zeichnet sich durch eine hohe Deckkraft und gleichmäßigen Gewebeausfall aus. Bei optischer Betrachtung sind Vortex-Gewebe Geweben aus Ringgarn gleichzusetzen. Die Optik der Vortex-Gewebe erscheint, trotz ungünstigeren Uster CV % und IPI Werten, als sehr gleichmäßig.

Vortexgarne besitzen eine verfahrensspezifische Garnstruktur, die in ihren Eigenschaften am ehesten denen von Kompakt-/bzw. Verdichtungsgarnen ähneln. Sie besitzen im Allgemeinen eine niedrige Haarigkeit, und weisen eine hervorragende Aufschiebe- bzw. Scheuerbeständigkeit auf. Die Vortexgarnstruktur bietet sowohl für die Weiterverarbeitung (z.B. geringe Verflugung) als auch für den Endartikel (z.B. geringe Pillingneigung) günstige Eigenschaften.

**Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.**

## Einleitung Spinnprinzip Lösungsweg

Die aus dem Streckwerk kommenden Fasern werden mittels Injektorwirkung über das Faserführungselement der Spinnspitze zugeführt. Ca. 80% - 85% der Fasern gelangen in die Spinnspitzenbohrung und bilden die Kernfasern. Die restlichen Fasern werden durch die Drallströmung der Bohrungen um die Spinnspitze gewunden und bilden die Mantelfasern, welche zur Garnfestigkeit beitragen. Die Fasern werden also drehungslos an die so genannte Spinnspitze geführt. Die Garnbildung erfolgt im Eingang der Spinnspitzenbohrung. Zum Anspinnen wird ein Anspinnfaden benötigt. Die Besonderheit des Luftechtdrahtspinnverfahrens liegt darin, dass es gelingt, ca. 15 – 20% der Fasern um den parallelen Faserkern zu winden. Die Intensität dieser Drehungserteilung erfolgt über den Dralldüsendruck. Der erzeugte Luftwirbel, rotiert mit ca. 1/3 der Schallgeschwindigkeit. Haptisch betrachtet ist ein deutlicher Unterschied in der Haarigkeit des Garns festzustellen.

Dies ist nicht nur ein Ergebnis der Umwindung des parallelen Garnkerns, sondern vielmehr liegt die Schwierigkeit darin, dass der Anteil an Umwindefasern zu gering ist oder die Strammheit der Umwindefasern zu hoch ist, um dem Garn und der späteren textilen Fläche einen weichen Griff zu verleihen.

### Einfluss Dralldüsendruck

Der Dralldüsendruck bewirkt, mit welcher Geschwindigkeit die Fasern um die Spinnspitze rotieren. Er geht als Energieverbrauch in die Kostenrechnung ein. Es wird angestrebt den Luftverbrauch – und somit den Kostenfaktor Luft – so gering wie möglich zu gestalten, ohne dass ein Verlust an Garnqualität hingenommen werden muss. Der Luftverbrauch ist abhängig vom Durchmesser der Dralldüsenbohrungen und vom angelegten Druck. Im untersuchten Bereich lag der Luftverbrauch bei den verwendeten Drallgebern zwischen 2 m<sup>3</sup> und 5,5 m<sup>3</sup> Luft.

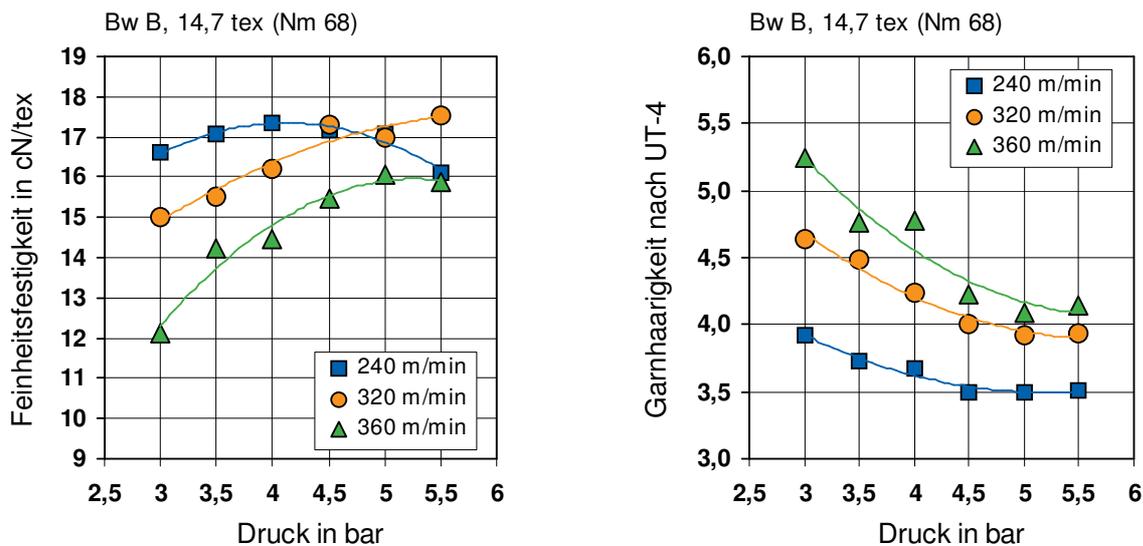


Abb. 1 *Feinheitsfestigkeit und Haarigkeit in Abhängigkeit des Spindrucks und der Liefergeschwindigkeit*

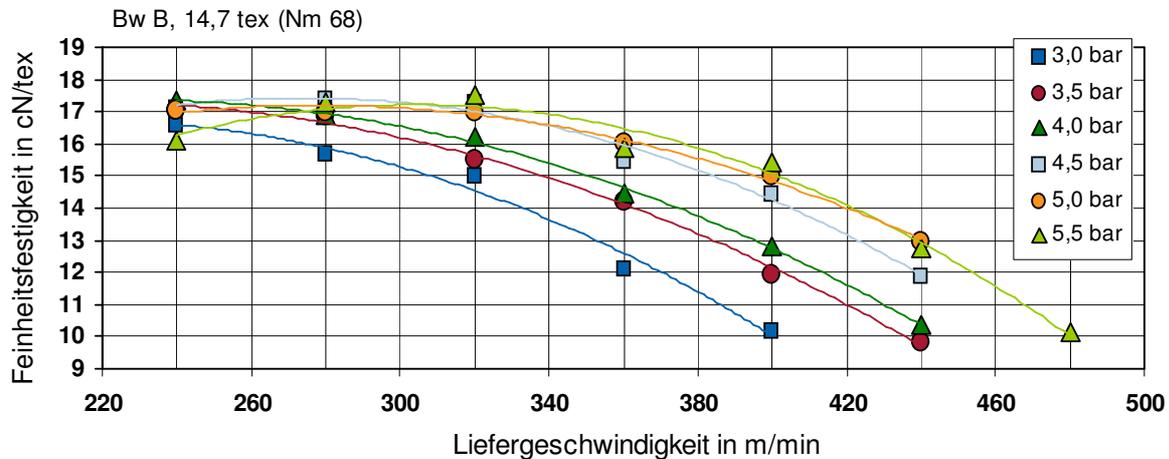


Abb. 2 Feinheitfestigkeit in Abhängigkeit der Liefergeschwindigkeit und des Spinnendrucks

### Ergebnis

Die Garnhaarigkeit ist bei einem geringeren Druck höher was zu einem weicherem Griff bei Gestrickten führt (Abb. 1) Wird mit einem geringen Dralldüsendruck gearbeitet, so muss die Liefergeschwindigkeit entsprechend reduziert werden, damit kein Garnfestigkeitsverlust entsteht (Abb. 2).

### **Garnfeinheit und Lieferung**

Die Untersuchungen erfolgten im Garnfeinheitsbereich 29,4 tex - 12,5 tex (Nm 34 – Nm 80) unter Variation der Liefergeschwindigkeit. Die Liefergeschwindigkeit wird in Stufen, beginnend von 240 m/min bis zur maximal möglichen Lieferung (Spinngrenze) erhöht. Wie aus Vorversuchen bekannt ist, kann über die Liefergeschwindigkeit die Garnstruktur beeinflusst werden. Erhöht man z. B. die Lieferung bei einem konstanten Dralldüsendruck so wird der Anlagerungswinkel der Mantelfasern betrachtet zur Garnmittelachse steiler. Dies erhöht jedoch auch die Garnhaarigkeit und hat Auswirkungen auf die Spinnstabilität. Erhöht man kontinuierlich die Lieferung unter Beibehaltung der Verzüge bis hin zum Fadenbruch, so ist der Wert der Lieferung, bei der dieses Ereignis eintritt ein Maß für die Spinnstabilität des Prozesses; ähnlich dem  $\alpha_{\min}$ -Wert beim Rotorspinnen.

Die Ausspinnung erfolgte mit der Bw A (20 % geringere Faserfestigkeit und kürzere Faserlänge als Bw B) für die grobe Garnfeinheit 29,4 tex (Nm 34) und mit der Bw B für die Garnfeinheiten 20 tex (Nm 50), 14,7 tex (Nm 68) und 12,5 tex (Nm 80). In der Abb. 3 ist die Feinheitsfestigkeit und der Uster CV % dargestellt.

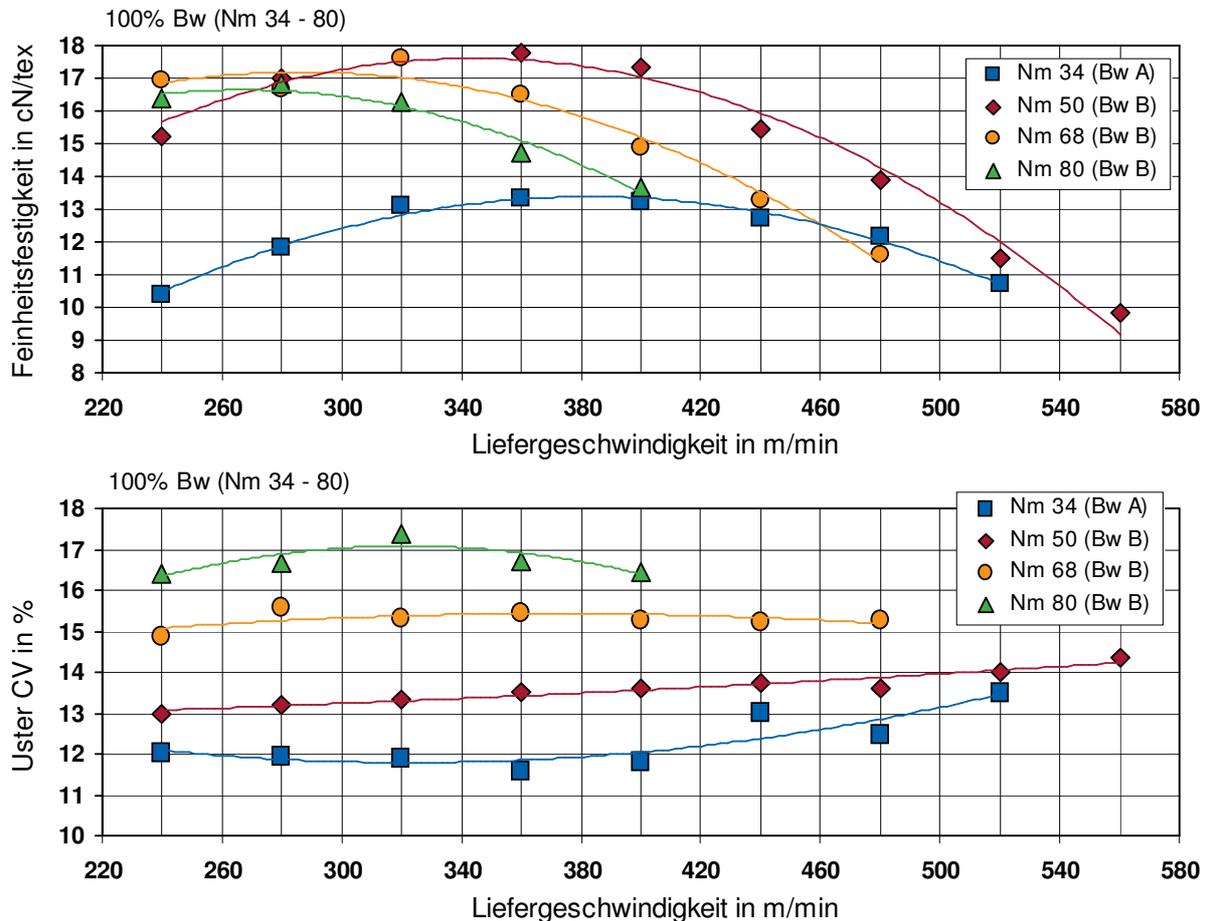


Abb. 3 Feinheitsfestigkeit und Garnungleichmäßigkeit in Abhängigkeit der Liefergeschwindigkeit und der Garnfeinheit

### Ergebnis

Mit zunehmender Liefergeschwindigkeit nehmen Garnfestigkeit und Dehnung und somit das Arbeitsvermögen ab. Der Uster-CV% Wert und die Imperfections bleiben dagegen nahezu unverändert, tendenziell nehmen die Nissen mit zunehmender Lieferung ab.

Mit zunehmender Liefergeschwindigkeit lagern sich die Mantelfasern in immer flacher werdendem Winkel um die Kernfasern. Dies beruht auf der kürzeren Verweilzeit des Garnes in der Düse. Für die Garnstruktur bedeutet dies eine Zunahme der Haarigkeit und des Volumens. Bei einer Garnfeinheit von 29,4 tex (Nm 34) erscheint ein Anlagerungswinkel der Umwindefasern von ca. 25° - 30° hinsichtlich der Garnfestigkeit als optimal (Abb. 4).

**100% Baumwolle, 29,4 tex (Nm 34), Lieferung 350 m/min, Winkel 29,4°**

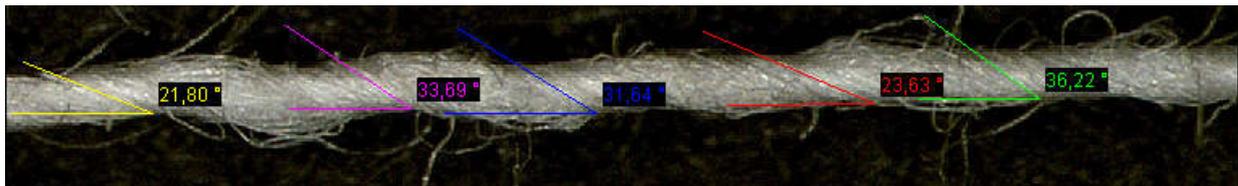


Abb. 4 Garn mit gemessenem Mantelfaserwinkel

## Analyse der Garnstruktur

Für die Beurteilung des Weiterverarbeitungsverhaltens in Bezug auf die Scheuerbeständigkeit wird der Reutlinger Webtester eingesetzt. Die hergestellten Garne wurden auf dem Reutlinger Webtester bezüglich ihrer Scheuerbeständigkeit untersucht. Dieser Test gibt Aufschluss auf das zu erwartende Weiterverarbeitungsverhalten der Garne.

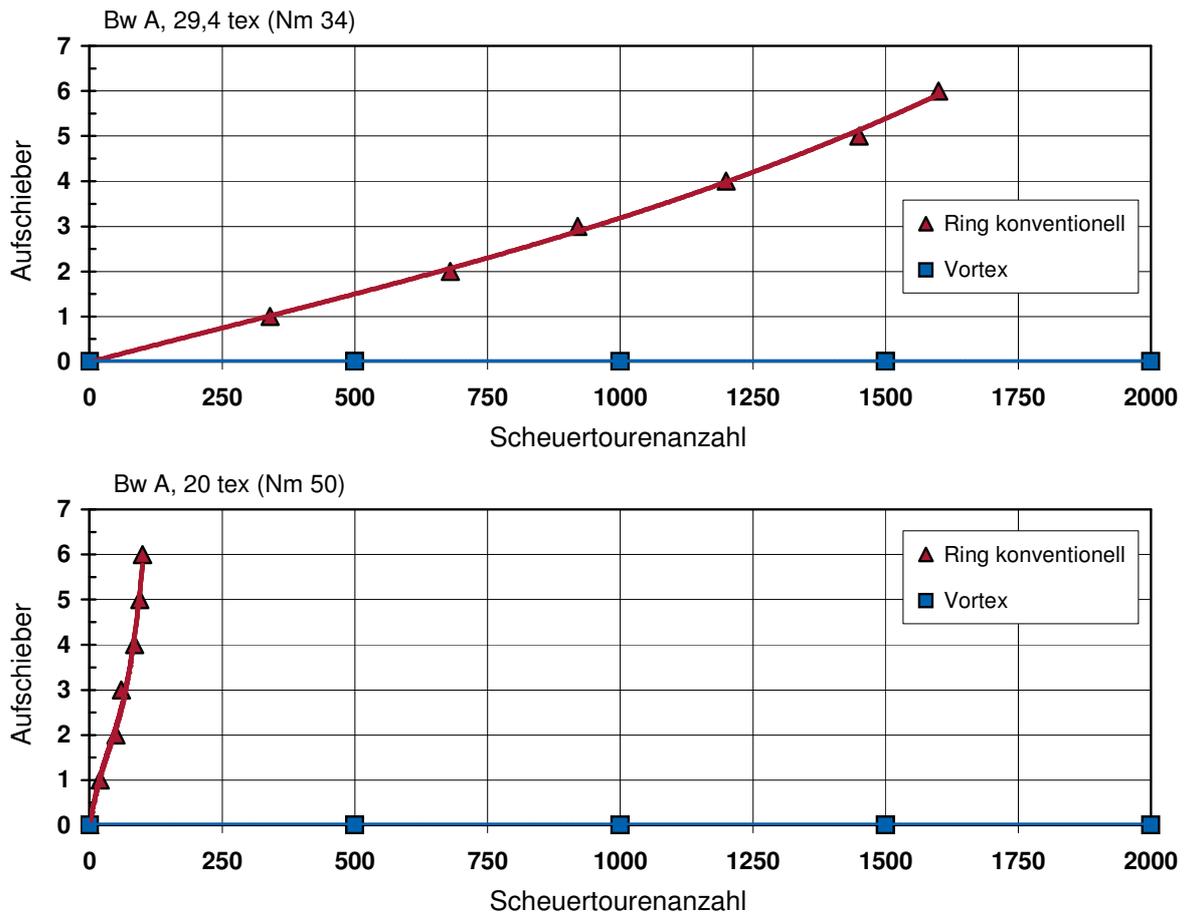


Abb. 5 Vergleich konv. Ringgarn und Vortextgarn bezüglich der Scheuerbeständigkeit (Reutlinger Webtester)

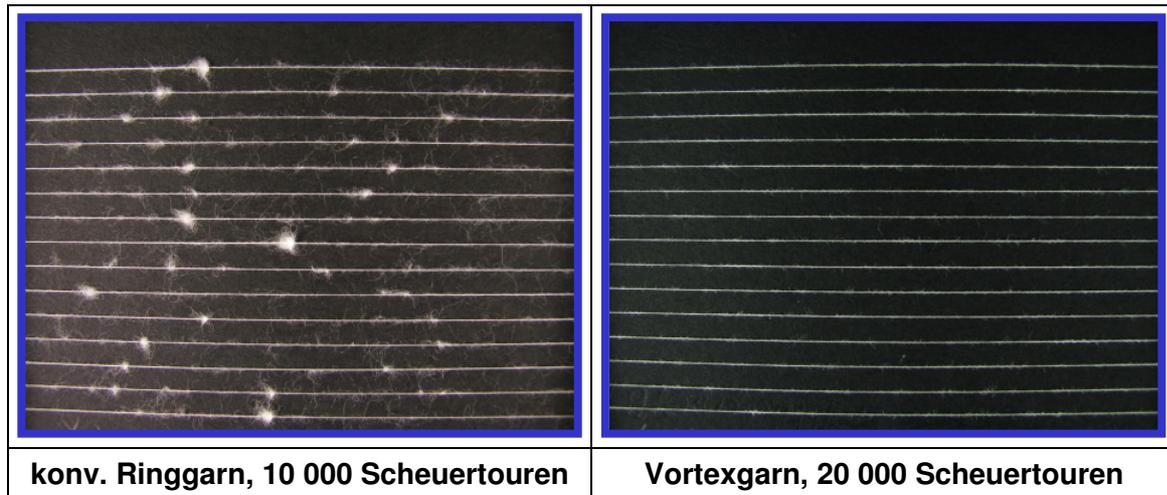


Abb. 6 Vergleich konv. Ringgarn und Vortextgarn bezüglich der Scheuerbeständigkeit (Reutlinger Webtester)

### Ergebnis

Vortextgarne weisen eine hervorragende Scheuerbeständigkeit auf. Innerhalb der üblichen 1000 und selbst nach 2000 Scheuertouren trat keine Garnermüdung auf und es entstanden keine Aufschieber. Das konventionelle Ringgarn schnitt dabei schlecht ab. Die maximal zulässige Anzahl von Aufschiebern wurde bereits nach verhältnismäßig wenigen Scheuertouren erreicht (Abb. 5).

Es wurden auch Garne bei höheren Scheuertourenzahlen geprüft. Die Abb. 6 zeigt die Scheuerbeständigkeit eines konv. Ringgarnes bei 10 000 Scheuertouren und eines Vortextgarnes bei 20 000 Scheuertouren.

Die Kern/Mantel-Struktur von Vortextgarnen bietet also Vorteile für die Weiterverarbeitung und führt auch zu einer geringeren Verflugung.

### **Bestimmung der „Quasi-Garndrehung“ über die Mantelfaserdrehung**

Wie aus Vorversuchen ersichtlich ist, kann bei Vortextgarnen keine Standarddrehungsprüfung durchgeführt werden. Dies liegt an der bereits mehrfach beschriebenen Garnstruktur mit parallelen Kernfasern und gedrehten Mantelfasern. Grundsätzlich erteilt man beim Aufdrehen der Mantelfasern dem Garnkern Drehungen.

Zunächst längt sich durch das Aufdrehen der Mantelfasern das gesamte Garnstück, durch weiteres Aufdrehen verkürzt sich jedoch der Garnkern und die Mantelfasern liegen als lose Hülle um den Garnkern. Bei einer genormten Einspannlänge von 500 mm erreicht man nie eine parallele Lage der Mantelfasern, so dass die gemessene Drehung keinerlei Aussage über die vorhandene Mantelfaserdrehung zulässt. Durch eine Reduzierung der Einspannlänge in den Bereich der halben Faserlänge (20 mm) gelingt es, unter dem Makroskop Garnstücke bis zur Parallellage der Mantelfasern aufzudrehen (Abb. 7). Diese gemessene Drehung wird dann auf die Drehung pro Meter umgerechnet und erlaubt eine Aussage über die Mantelfaserdrehung.

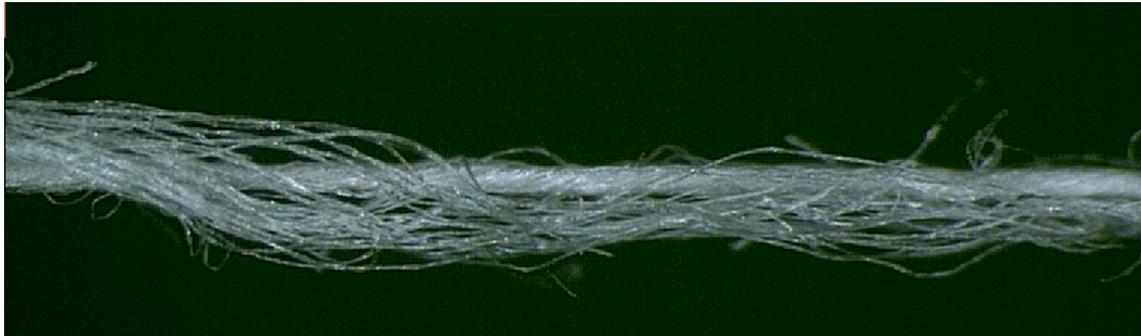


Abb. 7 Aufgedrehtes Garnstück zur Bestimmung des Mantelfaseranteils Bw 14,7 tex (Nm 68)

In der Abb. 8 ist der Zusammenhang zwischen der Garnfestigkeit, Drehung/m und  $\alpha_m$ , in Abhängigkeit des Druckes dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass ein Garn, gesponnen mit einer höheren Geschwindigkeit, eine geringere Garndrehung besitzt. Dabei wird auch die Garnfestigkeit verringert.

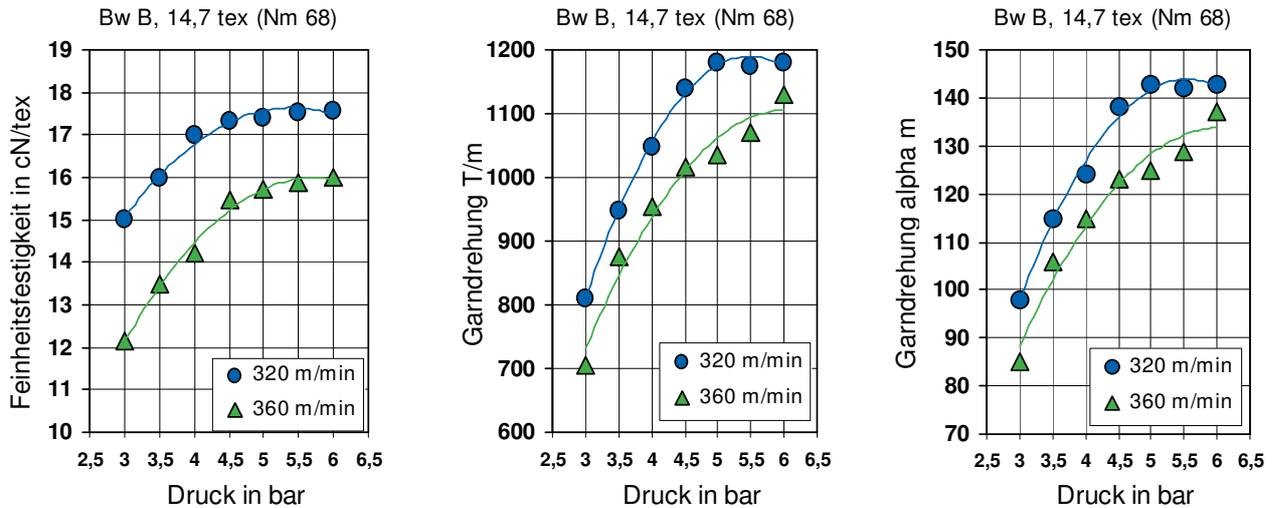


Abb. 8 Feinheitfestigkeit und Garndrehung in Abhängigkeit des Spinnendrucks und der Liefergeschwindigkeit

Optimaler Drehungsbeiwert in Abhängigkeit von der Garnfeinheit

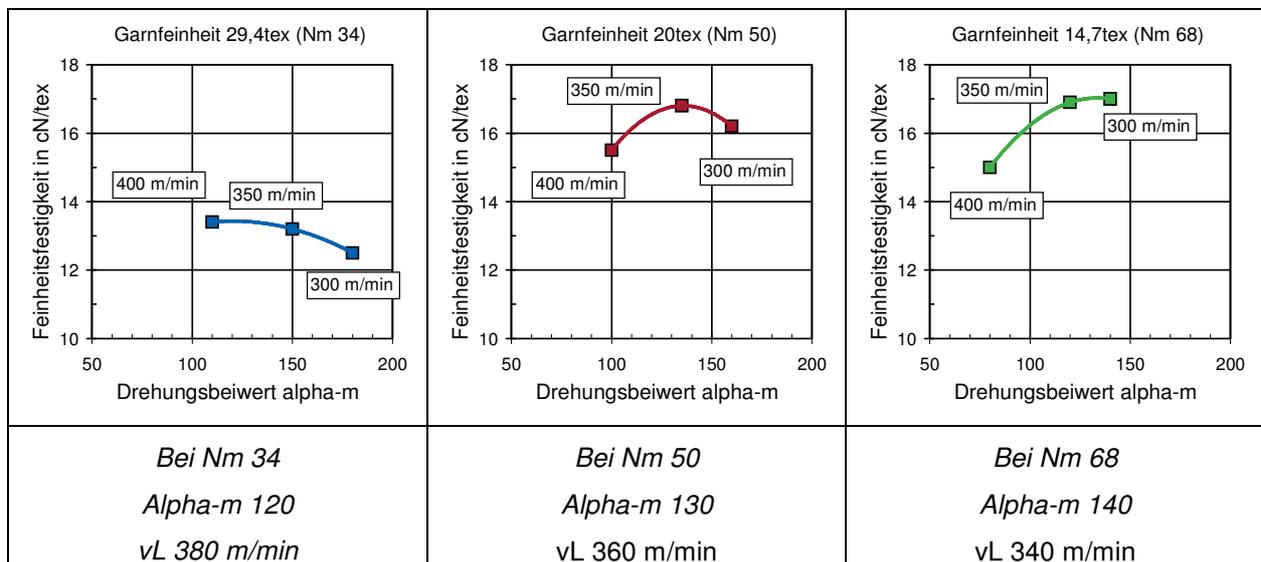


Abb. 9 Drehungsbeiwert in Abhängigkeit von der Garnfeinheit

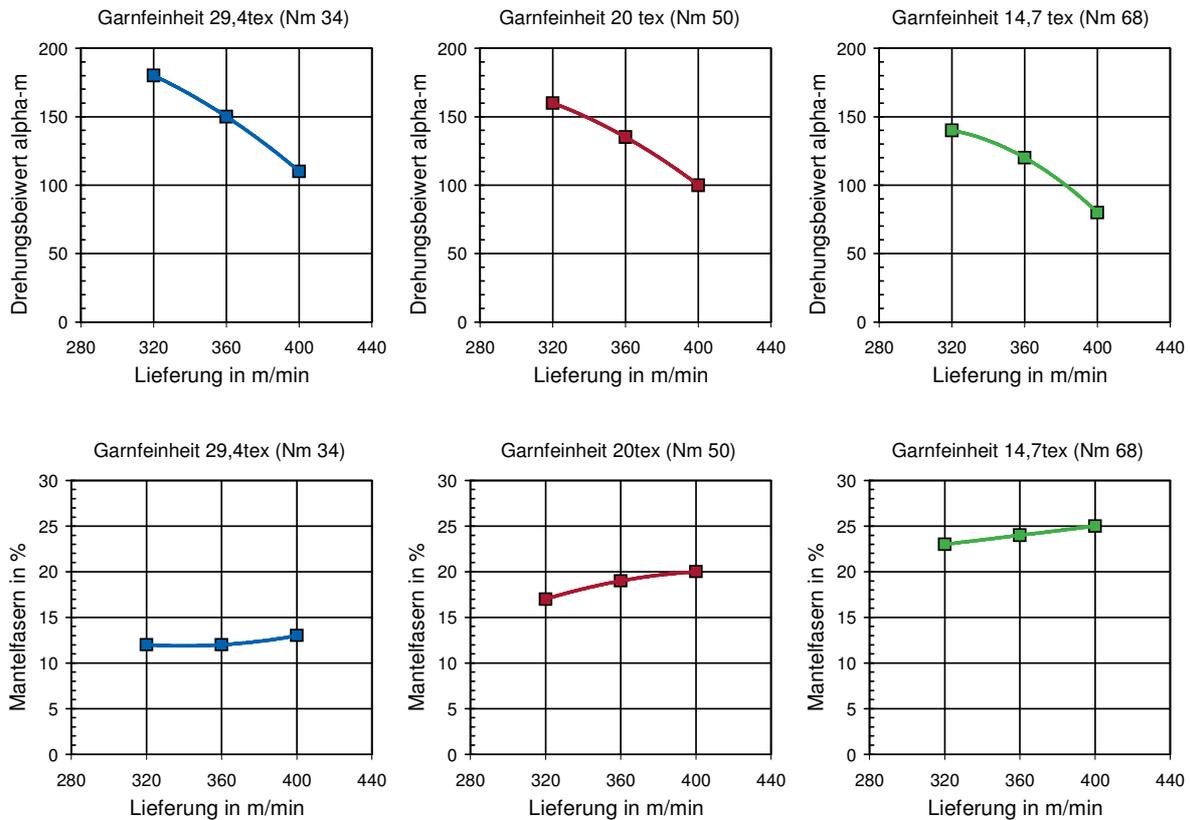


Abb. 10 Drehungsbeiwert und Mantelfasern in % in Abhängigkeit der Liefergeschwindigkeit

## Kringelneigung, Garndichte und Garndurchmesser

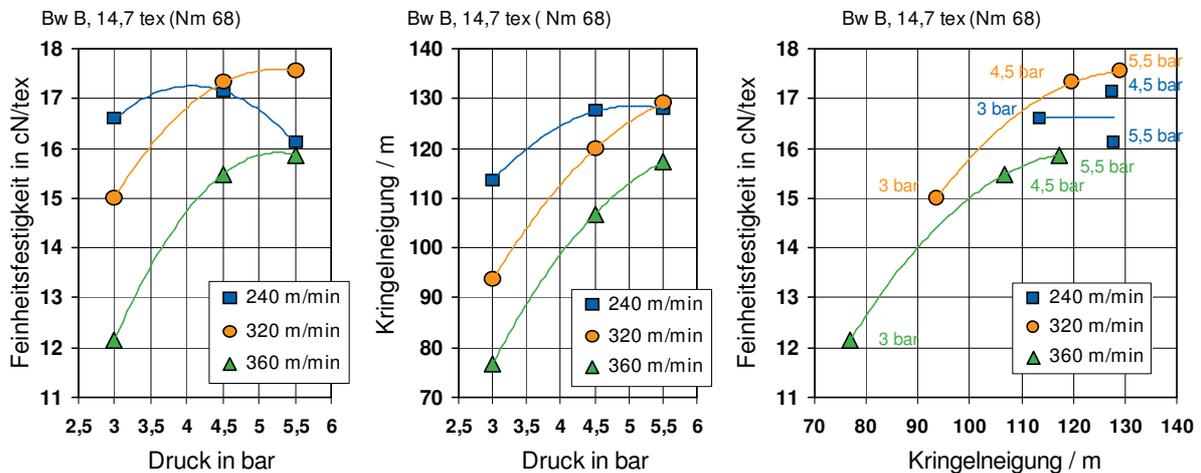


Abb. 11 Zusammenhang zwischen Feinheitsfestigkeit, Kringelneigung und Liefergeschwindigkeit in Abhängigkeit des Düsendrucks

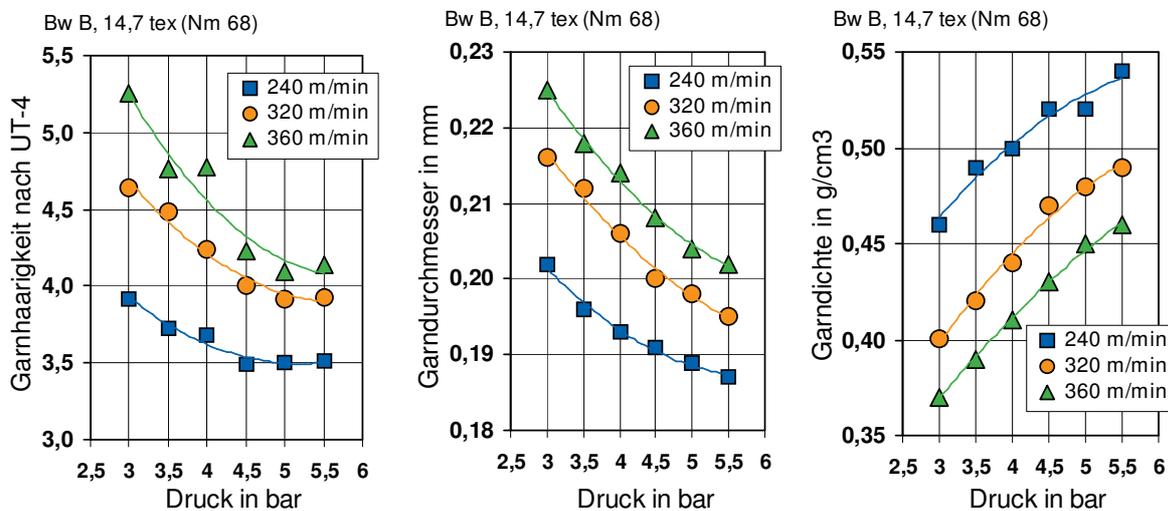


Abb. 12 Zusammenhang zwischen Garnhaarigkeit, Garndurchmesser und Garndichte bei unterschiedlicher Lieferung in Abhängigkeit der Düsendrucks

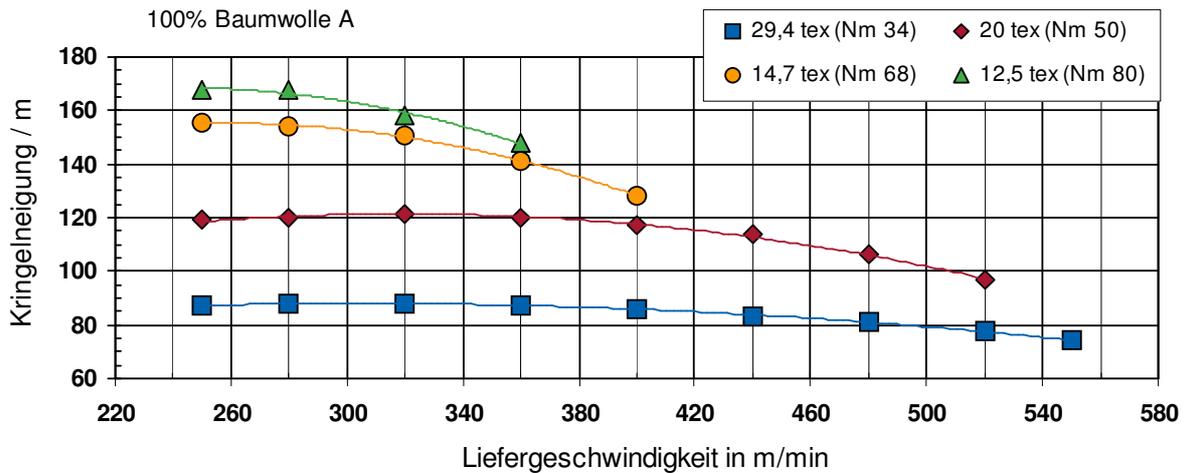


Abb. 13 Kringelneigung bei unterschiedlicher Garnfeinheit in Abhängigkeit der Lieferung

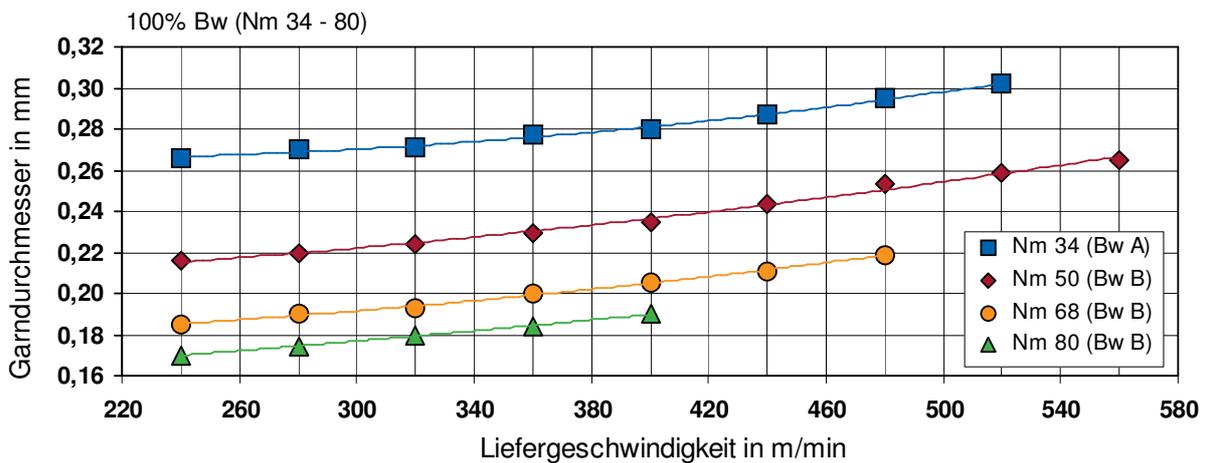


Abb. 14 Garndurchmesser bei unterschiedlicher Garnfeinheit in Abhängigkeit der Lieferung

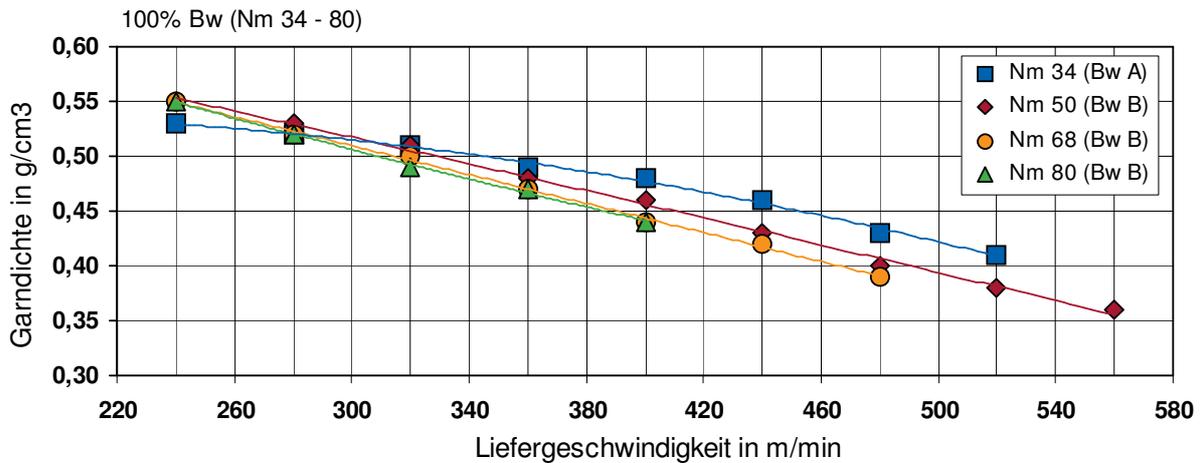


Abb. 15 Garndichte bei unterschiedlicher Garnfeinheit in Abhängigkeit der Lieferung

### Einflussgrößen zur Analyse der Garnstruktur

Die prozentuale Anzahl der Mantelfasern beeinflusst die Kringelneigung. Sie ist bei feineren Garnen höher. Deshalb nimmt die Kringelneigung mit zunehmender Garnfeinheit zu. Der Druck beeinflusst die Kompaktheit des Garnes, so wird mit zunehmendem Dralldüsendruck der Garn-durchmesser geringer und entsprechend die Garndichte höher. Dabei steigt auch die Kringel-neigung.

Mit zunehmender Lieferung und bei feineren Garnen sinkt der optimale Drehungsbeiwert, gleich-zeitig steigt tendenziell der prozentuelle Mantelfaseranteil (Abb. 10). Der Drehungsbeiwert ist von elementarer Bedeutung, da Garne mit hohem  $\alpha_m$  überdreht sind, eine zu hohe Kringelnei-gung besitzen und der Warengriff dann zu harsch erscheint. Dies führt dann zu einem verstärkten Maschenschräglauf im Gestrick. Ein optimaler Drehungsbeiwert in Abhängigkeit von der Garn-feinheit kann bestimmt werden (Abb. 9).

Die Garndichte ist ein Maß für ausreichende Festigkeit und Kompaktheit der Garne. Sie sollte im Bereich zwischen  $0,48$  und  $0,52 \text{ g/cm}^3$  liegen.

Die Auswahl der Spinnmittel und Spinnparameter beeinflusst den Warenausfall bezüglich des Griffes. Die Haarigkeit wird mit geringerem Druck höher (interessant für Strickgarn und Energieein-sparung). Mit einem größeren Spinnspitzendurchmesser wird ebenfalls eine höhere Haarigkeit erreicht, welche im Warenausfall zu einem weicheren Griffes führt.

## Herstellung von Geweben und Gestrick

Gewebe und Gestrick aus luftgesponnenen Garnen haben eine gute Pillingresistenz. Das Gewebe zeichnet sich durch eine hohe Deckkraft und gleichmäßigem Gewebeausfall aus. Die Optik der Vortex-Gewebe erscheint, trotz ungünstigeren Uster CV % und IPI-Werten, als sehr gleichmäßig.

## Garnstruktureigenschaften

Vortexgarne besitzen eine verfahrensspezifische Garnstruktur, die in ihren Eigenschaften am ehesten denen von Kompakt-/bzw. Verdichtungsgarnen ähneln. Sie besitzen im Allgemeinen eine niedrige Haarigkeit, und weisen eine hervorragende Aufschiebe- bzw. Scheuerbeständigkeit auf. Die Vortexgarnstruktur bietet also sowohl für die Weiterverarbeitung (z.B. geringe Verfluchtung) als auch für den Endartikel (z.B. geringe Pillingneigung) günstige Eigenschaften.

Durch Gestaltung eines „ringgarnähnlichen“ Griffs von Geweben und Gestrick, wird das Luftspinnen aufgrund der höheren Produktivität mittelfristig – zumindest in weiten Teilen – das konventionelle Ringspinnen ergänzen.

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben 15473 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 Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Untersuchung der Möglichkeiten zur Beeinflussung der Garnstruktur beim Vortex-Spinnen im Hinblick auf Weiterverarbeitung und Endartikel“ (AiF-Nr. 15473 N) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

## Ansprechpartner

Dipl.-Ing.- (FH) Kurt Ziegler ([kurt.ziegler@itv-denkendorf.de](mailto:kurt.ziegler@itv-denkendorf.de))