

Berichte aus der Textiltechnik

**Sibylle Schmied**

**Simulation und Analyse der Luftströmungs-  
verhältnisse in Luftspinndüsen zur Herstellung  
von Stapelfasergarnen**

D 93 (Diss. Universität Stuttgart)

Shaker Verlag  
Aachen 2013

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1979-7

ISSN 1430-0559

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung

Durch die Markteinführung des Murata Vortex-Spinnverfahrens (MVS) und des Rieter Air-Jet-Spinnverfahrens gewinnt das Stapelfaserspinnen mit Luft eine immer größere Bedeutung gegenüber den konventionellen und seit Jahren etablierten Spinnverfahren Ring- und Rotorspinnen. Aufgrund ihres technologischen Entwicklungsstandes besitzen sowohl das MVS-Verfahren von Murata, Osaka (Japan) als auch das Air-Jet-Verfahren von Rieter, Winterthur (Schweiz) große Potentiale zur Produktions- und Qualitätssteigerung der hergestellten Garne. Diese können durch ein besseres Verständnis der Luftströmung in der Spinndüse und des Garnbildungsprozesses abgerufen und optimiert werden.

Als Zielgrößen für die Verbesserung des Spinnprozesses werden die Injektorwirkung und die Drallwirkung definiert:

- Die Injektorwirkung transportiert die Fasern vom Streckwerksausgang in die Garnbildungszone.
- Die Drallwirkung versetzt die Mantelfasern in Rotation um den Garnkern.

Während die Injektorwirkung direkt über den Luftmassenstrom an der Fasereintrittsöffnung gemessen werden kann, ist die Bestimmung der Drallwirkung nur indirekt über die Garndrehung möglich. Aufgrund der kleinen Düsenabmessungen und der schlechten optischen und mechanischen Zugänglichkeit sind klassische Messmethoden zur Strömungsmessung und zur Bestimmung der Drallwirkung ungeeignet. Durch den Einsatz der computergestützten numerischen Simulation ist eine Berechnung der Luftströmung in der Spinndüse jedoch möglich.

Für die Modellierung und Berechnung der Luftströmung in der Spinndüse wird die kommerzielle Simulationssoftware Fluent™ der Fa. Ansys™ verwendet. Die Software enthält alle notwendigen Modelle zur Lösung der strömungsmechanischen Grundgleichungen für die Berechnung von Strömungen kompressibler Fluide. Die Erstellung der Düsengeometrie und die Diskretisierung des Rechengebiets in Bilanzelemente erfolgt mit der Gittergenerierungssoftware Gambit™ (Fa. Ansys™).

Mit dem Modell wird die Luftströmung in der Standard-Spinndüse berechnet und analysiert. Die Ergebnisse zeigen den Zusammenhang zwischen Drallwirkung und Injektorwirkung in der Spinndüse: Durch die Wirbelströmung in der Drallkammer entsteht im Wirbelinnern ein Unterdruck und an der Drallkammerwand ein Überdruck. Dieses radiale Druckgefälle erzeugt an der Fasereintrittsöffnung eine Injektorwirkung, wodurch die Fasern aus dem Streckwerk angesaugt und in die Garnbildungszone transportiert werden.

Die Luftströmung in der Standarddüse wird unter Variation des an den Drallbohrungen anliegenden Eingangsdrucks berechnet. Die Injektorwirkung durchläuft in Abhängigkeit des Drucks ein Maximum. Die Analyse der Luftströmung in der Spinndüse zeigt, dass dieses Maximum aufgrund des limitierenden Ringspalts zwischen Spinnspitze und Drallkammerwand entsteht, durch den die Luft aus der Düse ausströmt.

Für weitergehende Strömungsuntersuchungen mit dem Simulationsmodell werden folgende Parameter der Spinndüsengeometrie variiert:

- Flächenverhältnis  $A_B$  (Drallbohrungsquerschnitt / Ringspaltfläche),
- Drallbohrungswinkel  $\gamma_B$ ,
- Flächenverhältnis  $A_{FFE}$  (Fasereintrittsöffnung / Ringspaltfläche),
- Flächenverhältnis  $A_G$  (Garnkanalquerschnitt / Ringspaltfläche),
- Exzentrizität  $X_B$  (radialer Versatz) der Drallbohrungen und
- Geometrie der Drallbohrungsmündung (Ringeinsatz mit Winkel  $\gamma_R$ ).

Anschließend werden Spinndüsen unter Variation der Parameter  $A_B$ ,  $A_G$  und  $\gamma_R$  hergestellt. Die Messung der Luftmassenströme an den Spinndüsen bestätigen die Ergebnisse der Strömungssimulation.

Zur Validierung der Simulationsergebnisse werden mit den Spinndüsen Ausspinnungen am ITV Luftspinntester durchgeführt und die Garnwerte der ausgespinnenen Garne ermittelt.

Die Auswertung der Spinnversuche zeigt einen Zusammenhang zwischen Drallzahl und Garnqualität. Eine höhere Drallzahl ergibt eine festere Umwindung der Mantelfasern und führt zu einem glatteren, kompakteren, gleichmäßigeren und festeren Garn.

Eine höhere Injektorwirkung wirkt sich nicht eindeutig auf die Garnwerte aus. Sie ermöglicht es aber, die Liefergeschwindigkeit und somit die Produktivität des Spinnprozesses zu erhöhen, da ein höherer Fasermassenstrom in die Garnbildungszone transportiert werden kann.

Durch die Kenntnis der Luftströmung können im Zusammenhang mit den Garnwerten Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen Drallzahl, Injektorwirkung und Spinnprozess gezogen werden. Diese tragen zukünftig zu einer gezielten Optimierung von Luftspinndüsen bei.