

Textiltechnik/Textile Technology

herausgegeben von

Univ. Prof. Professor h.c. (RU) Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Thomas Gries

Christian Wilms

**Kosteneffizientes Produktionsverfahren
zur Herstellung von Carbonfaser-Precursoren**

Shaker Verlag
Aachen 2014

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.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2013)

Copyright Shaker Verlag 2014

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2700-6

ISSN 1618-8152

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung von C. Wilms: Kosteneffizientes Produktionsverfahren zur Herstellung von Carbonfaser-Precursoren

Das Ziel der Dissertation ist, Möglichkeiten zur Kostenreduktion in der Carbonfaserprecursorherstellung zu identifizieren, umzusetzen und zu validieren. Die geringe Marktdurchdringung von Carbonfasern ist auf den hohen Preis zurückzuführen.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird im Rahmen dieser Arbeit zunächst eine Methode entwickelt, mit der Produktionsprozesse kosteneffizient ausgelegt werden können. Anhand der entwickelten KEPP-Methode wird anschließend der Precursorherstellungsprozess analysiert, Effizienzsteigerungskonzepte werden erarbeitet und in Versuchen validiert.

Zunächst wird im ersten Schritt eine Prozesskostenrechnung (KEPP 1) durchgeführt. Das Ergebnis hiervon ist eine Übersicht über die Prozessschritte, die verändert werden müssen, um die Kosteneffizienz zu erhöhen. Da in der Kostenrechnung nicht die technische Umsetzbarkeit berücksichtigt wird, wird die technische Machbarkeitsanalyse (KEPP 2) direkt an die Kostenrechnung angeschlossen. Zusätzlich erfolgt eine ökologische Betrachtung in Form der Berechnung des Carbon Footprints (KEPP 3). Die Kombination aus wirtschaftlicher, technischer und ökologischer Analyse ergibt, dass das Spinnverfahren für höhere Durchsätze ausgelegt und der Volumenstrom in die Lösungsmittelrückgewinnungsanlage verringert werden muss.

Die beiden Entwicklungspfade werden anschließend getrennt voneinander betrachtet, die methodische Vorgehensweise bleibt jedoch identisch. Zunächst werden im Rahmen einer technologischen Feinanalyse (KEPP 4) die Prozesse im Detail beschrieben, so dass die Wirkungsweise bekannt ist. Dies ist notwendig, damit die Prozesse von Grund auf neu gestaltet werden können.

Im Falle der Erhöhung des Durchsatzes im Spinnprozess zeigt sich, dass das Luftspaltspinnen Vorteile gegenüber dem konventionellen Nassspinnen bietet. Basierend auf dem in der Literatur beschriebenen Luftspaltspinnen wird dieses Konzept um die Realisierung eines Konzentrationsgradienten im Koagulationsbad erweitert (KEPP 5 & 6).

Hierfür wird in das Koagulationsbad ein Trichter eingebaut, dem ein Wasser/DMSO-Gemisch mit hohem Anteil an DMSO zugegeben wird. Der Faden tritt nach Durchlaufen des Luftspalts durch den Trichter in das Koagulationsbad ein. Hierbei koaguliert er langsamer als im normalen Luftspaltspinnverfahren, da im Trichter ein geringerer Konzentrationsunterschied zwischen Faser und Koagulationsbad besteht. Nach Durchlaufen des Trichters tritt der Faden in das eigentliche Koagulationsbad ein und verfestigt sich weiter. Mit diesem Verfahren ist die Herstellung dichter Faserstrukturen möglich. Dieses Konzept wird in Labor- und Pilotversuchen validiert (KEPP 7). Im Rahmen der Versuche wird der erreichbare Durchsatz als Funktion der Düsenaustrittsgeschwindigkeit und des Spinnverzugs, die Dichte, die Homogenität sowie die Querschnittsform der entstehenden Faser untersucht.

Im zweiten Entwicklungspfad werden basierend auf den Anforderungen an ein Waschbad mehrere Konzepte im Rahmen einer Nutzwertanalyse verglichen (KEPP 5). Es ergibt sich, dass u. a. das Flottenverhältnis hoch sein muss und Turbulenzen im Bad erzeugt werden müssen. Die Auswahl des zu realisierenden Konzeptes mithilfe einer Nutzwertanalyse (KEPP 6) ergibt, dass drei neue Waschverfahren dem Standardprozess überlegen sein könnten.

In Experimenten an einer Pilotspinnanlage (KEPp 7) wird untersucht, welchen Einfluss die Relativgeschwindigkeit zwischen Faden und Waschbad und der Einsatz von verschiedenen Turbulenz erzeugenden Konstruktionen auf den Restlösungsmittelgehalt der Faser hat. Die Analyse mit der Thermogravimetrie ergibt, dass eine hohe Relativgeschwindigkeit sowie der Einsatz von Turbulenzen zu den besten Waschergebnissen führen. Diese beiden Anforderungen erfüllt das Konzept der schiefen Ebene. Nach der praktischen Validierung wird ein Konzept erarbeitet, wie der neue Waschprozess in die Industrie übertragen werden kann.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Konzeptvalidierungen werden in den letzten Schritten (KEPp 8 und KEPp 9) der Arbeit die Auswirkungen der Entwicklungen im ökologischen sowie mikro- und makroökonomischen Kontext dargelegt. Abschließend werden im Ausblick Anregungen für weitere Forschungsthemen gegeben, die die Marktdurchdringung von Carbonfasern fördern werden.