

Analyse und Weiterentwicklung des Baumwollkämmverfahrens

Von der Fakultät für Maschinenwesen der
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Diplom-Ingenieur Nicole Elsasser
aus Neuss

Berichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Burkhard Wulfhorst
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Burkhard Corves

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Januar 2001
D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Berichte aus der Textiltechnik

Nicole Elsasser

**Analyse und Weiterentwicklung des
Baumwollkämmverfahrens**

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Elsasser, Nicole:

Analyse und Weiterentwicklung des Baumwollkämmverfahrens/

Nicole Elsasser. Aachen: Shaker, 2001

(Berichte aus der Textiltechnik)

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9025-2

Copyright Shaker Verlag 2001

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9025-2

ISSN 1430-0559

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen (ITA) in den Jahren 1995 bis 2000. Herrn Professor Dr.-Ing. Burkhard Wulfhorst, dem Direktor des ITA, danke ich sehr herzlich für die zahlreichen, wertvollen Anregungen und Diskussionen sowie die stete Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Dem Direktor des Institutes für Getriebetechnik und Maschinendynamik der RWTH Aachen, Herrn Professor Dr.-Ing. Burkhard Corves gilt mein besonderer Dank für die Übernahme des Korreferates und die kritische Durchsicht dieser Arbeit. Herrn Professor Dr.-Ing. Klaus Dilger des Lehr- und Forschungsgebietes Klebtechnik der RWTH Aachen danke ich für die Übernahme des Vorsitzes, Herrn Professor Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff vom Lehrstuhl und Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen der RWTH Aachen für den Beisitz bei meiner mündlichen Prüfung.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ITA, die mich bei der Durchführung von Versuchen sowie deren Auswertung und Dokumentation unterstützt haben, sei für die sehr gute Zusammenarbeit gedankt. Mein Dank gilt weiterhin den Studentinnen und Studenten, die durch engagierte Staats-, Studien- und Diplomarbeiten oder als studentische Hilfskräfte zu dieser Arbeit beigetragen haben.

Viele der vorgestellten Untersuchungen wurden durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert. Außerdem haben mich zahlreiche Firmen und Institute bei meiner Forschungsarbeit durch Maschinenteile, Versuche und Versuchsmaterialien sowie durch gute Zusammenarbeit unterstützt. Dabei danke ich besonders: Trützschler GmbH & Co. KG, Rieter AG, M. May & Cie. GmbH & Co. KG, Schoeller Textil GmbH & Co. KG und dem Institut für Getriebetechnik und Maschinendynamik der RWTH Aachen.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Tai Mac, der mir jederzeit mit Anregungen und förderndem Interesse an der Arbeit zur Seite stand und bei Frau Christiane Cremer sowie meinen Kollegen, die meine Arbeit sorgfältig und kritisch gelesen und mir wertvolle Hinweise gegeben haben.

Ein besonders herzlicher Dank gilt meiner Mutter, Irmgard Elsasser, die mir das Studium der Textiltechnik und des Textilmaschinenbaus ermöglichte und nicht nur in dieser Hinsicht großen Anteil am Gelingen dieser Arbeit hatte.

Aachen, Februar 2001

Nicole Elsasser

Gliederung

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik und Aufgabenstellung	3
2.1	Kämmerei	3
2.1.1	Kämmereivorbereitung im Baumwollspinnprozeß	4
2.1.2	Baumwollkämmprozeß	5
2.1.3	Kämmaschinenleistung und Kammzugqualität	7
2.1.4	Meßtechnische Analysen an Kämmaschinen	7
2.2	Kämmtester CSM 1534/1	8
2.2.1	Maschinenspezifische Daten	8
2.2.2	Auslegung der Hauptarbeitsorgane	9
2.3	Mechanisches Recycling textiler Abfälle	11
2.3.1	Reißfasern	12
2.3.2	Maschinen zur Verarbeitung von Reißfasern zu Garnen	13
2.3.2.1	Maschinen der Streichgarnspinnerei	13
2.3.2.2	Alternative Spinnlinien zur Verarbeitung von Reißfasern	13
2.3.2.3	Reißfaserverarbeitung in der Kämmerei	14
2.4	Aufgabenstellung	15
3	Kinematik, Kräfte und Verformungen der Klemmzange	17
3.1	Kinematik des Zangenmechanismus	17
3.1.1	Getriebeabmaße des Zangenmechanismus	18
3.1.2	Getriebebeschreibung für den Zangenmechanismus	19
3.1.3	Simulation der Zangenkinematik	21
3.1.3.1	Verifizierung der Simulation	22
3.1.3.2	Simulationsergebnisse und Interpretation	22
3.2	Kraftmessungen im Zangenbereich	27
3.2.1	Krafteinleitung und Zangengeometrie CSM 1534/1	28
3.2.2	Ermittlung der eingeleiteten Klemmkraft	29
3.2.3	Ermittlung der Kraftverteilung in der Klemmfläche	30
3.2.3.1	Theoretische Grundlagen des Meßsystems	31
3.2.3.2	Druckmeßfolienauswahl und -anbringung	32
3.2.3.3	Gesamtaufbau des Meßsystems	34
3.2.3.4	Auswertmöglichkeiten	35
3.2.4	Gesamtaufbau des Meßsystems im Zangenbereich	35

3.2.5	Kraftmeßergebnisse und Interpretation	36
3.2.5.1	Verifizierung des Meßsystems	36
3.2.5.2	Messung der eingeleiteten Klemmkraft.....	39
3.2.5.3	Messung der Kraftverteilung in der Klemmfläche	39
3.3	Analyse der Klemmzange mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode.....	43
3.3.1	Beschreibung der Simulationsparameter	43
3.3.1.1	Konzeptphase	43
3.3.1.2	Modellbildung	44
3.3.1.3	Berechnung.....	46
3.3.2	Simulation konventioneller Klemmzangen.....	46
3.3.2.1	Kraftanalyse	46
3.3.2.2	Verformungsanalyse.....	48
3.3.2.3	Spannungsanalyse	49
3.4	Zusammenfassung und Ausblick	51
4	Analyse der Faserbewegung im Kämbereich	53
4.1	Visualisierung von Bewegungsvorgängen und Fasermigrationen	53
4.1.1	Visualisierung des Materialverhaltens beim Rundkämmen	53
4.1.1.1	CCD-Meßtechnik	54
4.1.1.1.1	Gesamtaufbau des Meßsystems.....	60
4.1.1.1.2	Verifizierung des Meßsystems	60
4.1.1.1.3	Analyse verschiedener Reißfasermaterialien	65
4.1.1.2	High-Speed-Video-Meßtechnik	66
4.1.1.2.1	Gesamtaufbau des Meßsystems.....	67
4.1.1.2.2	Verifizierung des Meßsystems	68
4.1.1.2.3	Analyse verschiedener Reißfasermaterialien	69
4.1.2	Visualisierung von Fasermigrationen im Speisebereich	69
4.1.2.1	CCD-Meßtechnik	69
4.1.2.2	High-Speed-Video-Meßtechnik	71
4.1.3	Visualisierung des Materialverhaltens beim Fixkämmen	72
4.1.3.1	CCD-Meßtechnik	72
4.1.3.2	High-Speed-Video-Meßtechnik	73
4.1.3.2.1	Verifizierung des Meßsystems	73
4.1.3.2.2	Analyse verschiedener Reißfasermaterialien	74
4.2	Analyse des Schlupfverhaltens durch Geschwindigkeitsmessungen.....	74
4.2.1	LDA-Meßprinzip	75
4.2.2	Positionierung der LDA-Meßsonde	75
4.2.3	Sondenhalterungen	76
4.2.4	Belastbarkeit der LDA-Meßsonde	78

4.2.5	Beschleunigungsmessungen	78
4.2.5.1	Aufbau des Meßsystems	78
4.2.5.2	Messungen an der Originalmaschine.....	79
4.2.5.3	Maschinenmodifikationen und Überprüfung der durchgeführten Maßnahmen	80
4.2.5.4	Ermittlung der Grenzwerte für LDA-Messungen	82
4.2.6	LDA-Messungen	83
4.2.6.1	Materialverhalten beim Rundkämmen	84
4.2.6.1.1	Verifizierung des Meßsystems	85
4.2.6.1.2	Analyse verschiedener Reißfasermaterialien	88
4.2.6.2	Fasermigrationen im Speisebereich.....	89
4.2.6.2.1	Verifizierung des Meßsystems	90
4.2.6.2.2	Analyse verschiedener Reißfasermaterialien	95
4.3	Zusammenfassung und Ausblick	95
5	Verarbeitung von Reißfasern zu Garnen	99
5.1	Reißfaserauswahl	99
5.1.1	Verwendete Reißfasertypen	100
5.1.2	Versuchsmaterialien	100
5.1.3	Konstanz der Reißfasergüten.....	102
5.2	Herstellung von Reißfaserkämmwickeln	102
5.2.1	Kardenbandherstellung	102
5.2.1.1	Produktionsleistungen DK 803.....	104
5.2.1.2	Abfallbilanz.....	105
5.2.2	Kämmereivorbereitung	106
5.2.3	Ergebnisse der Materialprüfungen	107
5.2.3.1	Labortechnische Bewertung	108
5.2.3.2	Visuelle Bewertung	111
5.3	Reißfaserverarbeitung in der Kämmerei	112
5.3.1	Technikumsversuche.....	113
5.3.1.1	Analyse von Kammzug und Kämmling	113
5.3.1.1.1	Ermittlung der Reinheit	113
5.3.1.1.2	Ermittlung der Faserentmischung	114
5.3.1.1.3	Ermittlung der Faserschädigung	116
5.3.1.1.4	Kammzugsanalyse durch Ausspinnversuche	118
5.3.1.2	Einfluß verschiedener Kämmaschinenparameter.....	118
5.3.1.3	Verarbeitung der Reißfasermaterialien	120
5.3.2	Industrielle Verarbeitung.....	130

5.4	Reißfaserverarbeitung in der Spinnerei	132
5.4.1	Industrielle Verarbeitung in der OE-Rotorspinnerei.....	134
5.4.2	Technikumsversuche OE-Rotorspinnerei	135
5.4.3	Industrielle Verarbeitung in der Ringspinnerei.....	138
5.4.4	Technikumsversuche Ringspinnerei.....	140
5.5	Verspinnung des Kämmlings.....	142
5.5.1	Garne ohne Kernfilament	143
5.5.2	Garne mit Kernfilament.....	145
5.5.2.1	Einfluß des Kernfilamentes auf die Garneigenschaften	146
5.5.2.2	Einfluß der Mantelfasern auf die Garneigenschaften	147
5.6	Zusammenfassung und Ausblick	147
6	Wirtschaftlichkeit des Kämmprozesses bei der Reißfaserverspinnung.....	151
6.1	Grundlagen der Kostenermittlung	151
6.2	Struktur der Kostenrechnung.....	152
6.2.1	Eingangsparameter	153
6.2.2	Grundlagen der Kostenrechnung	154
6.2.3	Ergebnisparameter	158
6.3	Spinnlinienvergleich bezüglich der Kostenstruktur der Garne.....	159
6.3.1	Einfluß des Materials	160
6.3.2	Einfluß der Produktionslinie.....	162
6.3.3	Einfluß des Materials und der Produktionslinie.....	163
6.3.4	Kämmlingsverwertung	164
6.4	Zusammenfassung und Ausblick	167
7	Ausblick	169
8	Zusammenfassung/Summary	171
8.1	Zusammenfassung	171
8.2	Summary.....	173
9	Literaturverzeichnis.....	175
10	Nomenklatur	179
11	Anhang.....	A 1