

LENZINGER BERICHTE

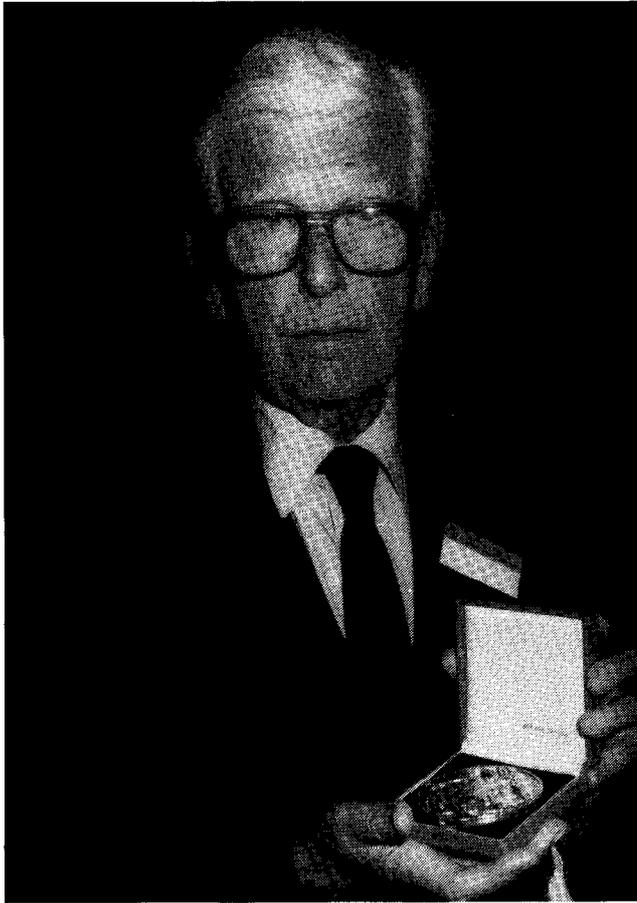
Inhaltsverzeichnis

(Ausgewählte Vorträge der 24. ICT-Dornbirn 1985)

	Seite
Einsatzgebiete für Fasern mit hohem Spannungsmodul Prof. Dr. H. Mark, Polytechnic Inst. of New York, Brooklyn, USA	5
Neues über den Feinbau von Textilfasern Prof. Dr.-Ing. H. Zahn, Deutsches Wollforschungsinstitut a. d. Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen, Bundesrepublik Deutschland	7
Garnprüfung für die zukünftigen Hochleistungsverfahren zur textilen Flächenbildung Prof. Dr. Dr. A. Schutz, Prof. F. Renner, M. Renner, J.Y. Drean, Mulhouse, Frankreich	20
Moderne Spinnereimaschinen im Einsatz mit Chemiefasern – Erfahrungen und Wünsche aus der Textilindustrie Dipl.-Ing. D. Keller, G. Borckenstein & Sohn AG, Neudau, Österreich	26
Auswirkungen von Fadenbrüchen beim Ring- und OE-Rotorspinnen auf die Garneigenschaften und das Laufverhalten in Webereivorbereitung und Weberei Dipl.-Ing. S. Schlichter, Prof. Dr. Ing. J. Lünenschloß, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen, Aachen, Bundesrepublik Deutschland	32
Die Verarbeitung von Chemiefasern nach dem OE-Friktionsspinnverfahren Dipl.-Ing. K.-J. Brockmanns, Prof. Dr. Ing. Lünenschloß, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen, Aachen, Bundesrepublik Deutschland	41
Friction Spinning: The Effect of Fibre Delivery Parameters on the Geometry of Fibre Deposition in the Yarn Dr. Y.A.M. Susutoglu, Dr. G. E. Cusick, UMIST – University of Manchester, Institute of Science & Technology, Manchester, England	52
Die Masterspinner-Friktionsspinnmaschine und ihre Arbeitsweise I. Karnon MSc., Platt Saco Lowell Ltd., Accrington, England	55
Industrielle Einsatzgebiete und Spezialprodukte auf Basis Dref 2 und Dref 3 Friktionsspinnsystem Ing. M. G. Gsteu, Ernst Fehrer AG, Textilmaschinenfabrik, Linz, Österreich	61
Möglichkeiten zur Verbesserung des Griffs und des Aussehens von Geweben aus Rotor- und Air-Jet-Garnen Dr. F. S. Looney, E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc. Wilmington, Delaware, USA	67
Muß die Viskosefaser den neuen Spinntechnologien angepaßt werden? Ing. R. Kampl, Ing. J. Leitner, Lenzing AG, Lenzing, Österreich	74
The Future of Yarn Spinning from the Man-Made Fibre Producer's Point of View P. Bardon, Rhone Poulenc Fibres, Venissieux/CIRFS, Paris, Frankreich	80
Inserentenverzeichnis	87
Gesamt-Programm der 24. ICT-Dornbirn 1985	88

Einsatzgebiete für Fasern mit hohem Spannungsmodul

Prof. Dr. H. Mark, Polytechnic Inst. of New York, Brooklyn, USA



Nach der Überreichung der CIRFS-Medaille bedankte sich Herr Prof. Dr. H. Mark mit folgendem Beitrag:

Da ich den Vorzug und die Auszeichnung habe, an dieser höchst interessanten Tagung teilzunehmen, möchte ich mir gestatten, ganz kurz über einige neuere Fortschritte zu berichten, bei denen Fasern mit sehr hohem Spannungsmodul und hoher Festigkeit eine ausschlaggebende Rolle spielen.

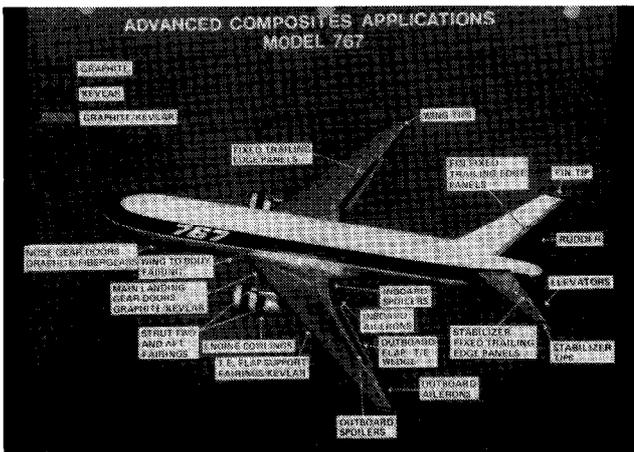


Abb. 1: Boeing 767

1. Im Automobilbau werden faserverstärkte Thermoplaste und Duroplaste in großem Maßstab anstelle von Metallen (Stahl, Chrom, Aluminium, Zink und Messing) verwendet. Alle Teile bis auf das Chassis, sind bereits erfolgreich ersetzt worden, besonders für Kotflügel, Türen, Motorhauben, Kofferraumdeckel, Stoßstangen, aber auch für Räder, Federn, Kardanwellen und Steuerung. Bei Sportwagen (z.B. Fiero und Corvette) wurde das Gewicht von 1200 kg auf 800 kg – und weniger herabgesetzt.

2. Dieselbe Entwicklung hat auch im Großflugzeugbau eingesetzt, nachdem Militärflugzeuge und kleinere Sport- und Privatmaschinen schon seit etlichen Jahren fast ganz aus leichten nichtmetallischen Stoffen, inklusive Holz, hergestellt worden waren. Die Abbildung 1 zeigt eine Boeing 767, bei welcher eine Reihe von wichtigen Metallteilen durch faserverstärkte Kunststoffe ersetzt worden sind, was eine erhebliche Verminderung des Gesamtgewichtes der Maschine zur Folge hat, so daß entsprechend mehr Passagiere, Fracht und Treibstoff an Bord genommen werden können oder aber eine Ersparnis an Zeit und Treibstoff möglich wird.

3. Das Vordringen besonders hitzebeständiger Fasern (Graphit, Al₂O₃, Siliziumcarbid) und Kunststoffe (Torlon, Kapton, Kermel) hat es sogar ermöglicht, die Verbrennungsmotoren selbst aus faserverstärktem Kunststoff herzustellen. Der Polimotor T-616, hergestellt von Polimotor Research Inc., einer Tochter von Armoco Chemical, hat ein Gewicht von etwa 70 kg und liefert 315 PS (also etwa 4,5 HP per kg). Dieser 4-Zylinder-Motor hat mit einem Rennwagen des Typs Tortion 8 in diesem Jahr das Dauerrennen im Staate New York erfolgreich durchgestanden. Die Abbildung 2 führt hier Einzelheiten der Motorkonstruktionen an, und die Abbildung 3 zeigt alle aus Torlon hergestellten Maschinenteile.

Engine Specifications

Type:	Plastic four-cylinder, four stroke, in-line water-cooled engine with twin overhead camshafts and four valves per cylinder. Longitudinally mounted.
Displacement:	2-liters (122 cubic inches)
Bore x Stroke (inches):	3.50 x 3.16
Horsepower:	318 bhp @ 9,500 rpm
Compression Ratio:	12.5:1
Lubrication:	12-quart dry sump
Cooling:	Twin side pod-mounted brass fin and tube radiators
Fuel System:	Bosch mechanical fuel injection
Ignition Systems:	Single-plug MSD electronic ignition with camshaft-driven Hadley distributor
Engine Block:	Graphite-fiber reinforced plastic
Torlon® Parts:	Timing gears, valve spring retainers, tappets, piston pins, intake valve stems, piston skirts, connecting rods, #2 scraper piston ring
Weight:	160 pounds
Transmission:	Hewland FGB transaxle with 5 forward speeds

Abb. 2: Einzelteile der Motorkonstruktion

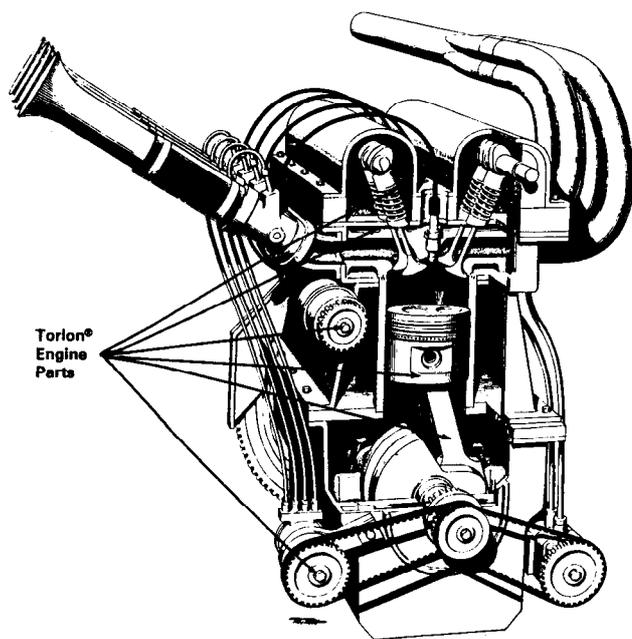


Abb. 3: Maschinenteile – aus Torlon hergestellt

4. Eine neue Faser zur Verstärkung von Kunststoffmatrizen ist von der Allied Chemical Corp. in Morristown, N.Y., auf den Markt gebracht worden. Sie besteht aus HDPE, welches durch einen besonderen Gel-Spinnprozeß so stark verstreckt wird, daß Faltungen der einzelnen Makromole-

küle so gut wie völlig ausgestreckt sind, so daß die Faser im wesentlichen aus langen, parallelen Ketten besteht, die zu einem Modul von etwa 6×10^6 psi und zu einer Festigkeit von etwa 4×10^5 psi führen. Interessante Verwendungsbereiche sind Seile, Netze, Segel und schußsichere Kleidung. Die Abbildung 4 zeigt einen Vergleich dieser neuen Faser – Spectra-900 – mit anderen hochfesten Fasern.

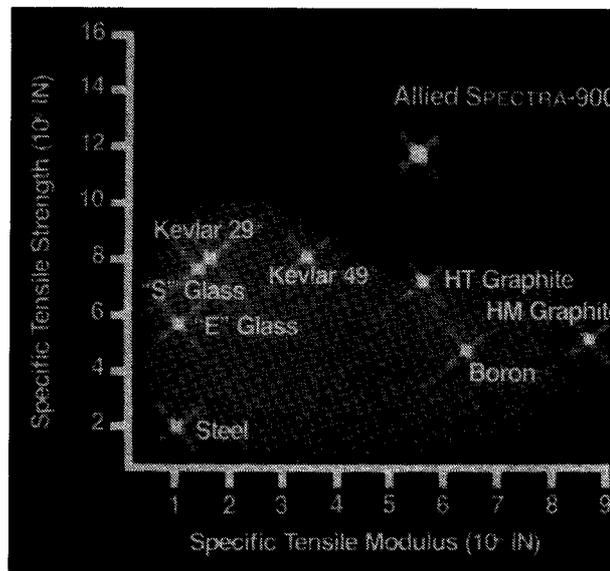


Abb. 4: Spezifische Festigkeit, abhängig von den Modulen von Verstärkerfasern

Neues über den Feinbau von Textilfasern

Professor Dr.-Ing. Helmut Zahn, Deutsches Wollforschungsinstitut an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen, Bundesrepublik Deutschland
(Dem Andenken an William Thomas Astbury gewidmet)

Im ersten Teil des Vortrags werden die Gemeinsamkeiten aller Textilfasern als eine besondere Klasse von Substanzen der makromolekularen Chemie aufgezeigt. Diese können unter dem Oberbegriff der Anisotropie aller Eigenschaften zusammengefaßt werden. Charakteristisch ist der teilkristalline Charakter: Ein Teil der Textilfasern besteht aus unsichtbaren mikrokristallinen geordneten Bereichen, ein anderer Teil ist nichtkristallin.

Als dann werden die Unterschiede zwischen den Textilfasern beschrieben, die sich bereits in der Hauptsache aus der verschiedenen chemischen Konstitution der Monomeren ableiten lassen. Man kann grob in hydrophile, d. h. durch Feuchtigkeit und Wasser beeinflussbare, und in thermophile Fasern, die in der Wärme verformt werden können, einteilen. Grundlegende Beziehungen zwischen dem Verhalten der Textilfasern gegenüber wäßrigen Lösungen auf der einen Seite und Hitze auf der anderen Seite lassen nicht nur die Voraussetzung für die Biogenese bzw. industrielle Synthese, sondern auch die wichtigsten Unterschiede in der Verarbeitung und in der Veredlung erkennen.

Weiters werden Anforderungsprofile der Fasern mit physikalischen Strukturen und dem chemischen Aufbau korreliert. Daraus lassen sich Schlüsse für die Leistungsprofile der Fasern ableiten, die wiederum nützlich sind für den Textilmaschinenbau, die Textilveredlungsindustrie und die Chemiefaserindustrie.

Zuletzt wird der Term „Molekulartechnologie“ erklärt: Technologisch wichtige Fasereigenschaften, wie Dehnbarkeit und Erholung, färberisches Verhalten, werden auf die Struktur der Moleküle der betreffenden Fasern zurückgeführt. Die Entdeckung der Intermediatfilamente durch die Zellbiologen eröffnet der molekulartechnologischen Grundlagenforschung auf dem Wollgebiet einen neuen Einstieg.

In the first part of this lecture the common characteristics of all textile fibres, representing a special class of substances in macromolecular chemistry, will be shown. These can be summarized under the heading of anisotropy of all properties. The partially crystalline structure is characteristic: the textile fibres are composed of an invisible, microcrystalline ordered region and a noncrystalline region.

The differences between the textile fibres will then be described. These can be deduced for the main part from differences in the chemical constitution of the monomers. They can be roughly divided into hydrophilic fibres, which can be influenced by moisture and water, and thermophilic fibres, which can be deformed by heat. Fundamental relations between the behaviour of textile fibres towards aqueous solutions on the one hand and heat on the other hand not only provide the basis for biogenesis and industrial synthesis but also for the most important differences in processing and finishing.

The requirements of the fibres will then be correlated with their physical structure and chemical constitution. This allows conclusions to be made about the performance profiles of the various fibres. This can be useful for textile machinery manufacturers, the textile industry, the textile finishing industry and the synthetic fibre industry.

Finally, the term „molecular technology“ will be explained. Technologically important fibre properties such as extensibility, recovery and dyeing behaviour can be explained on the basis of the molecular structure of the relevant fibre. The discovery of intermediate filaments by cell biologists has opened the way for new molecular-technology studies at the fundamental level in wool research.

Astbury (1933) erforschte die Geometrie der Moleküle, aus denen die Fasern bestehen. Da man die schlanken Fadenmoleküle auch in den leistungsfähigsten Mikroskopen nicht sehen kann, wandte er die Methoden der Röntgenstrukturanalyse an. Astbury's Röntgenbeugungsdiagramme von Wolle, Haaren und vielen anderen Biopolymeren sind in vielen Hand- und Lehrbüchern der Textilwissenschaft abgebildet (Abb. 1). Läßt man Haare oder Wolle in heißem Wasser aufweichen, so lassen sie sich um ca. 100 % dehnen. Beim Entspannen kontrahieren sie sich wieder bis etwa zur ursprünglichen Länge. Astbury und Street (1931) sowie Astbury und Woods (1933) entdeckten röntgenographisch zwei verschiedene Keratinmodifikationen. Das α -Keratin der ungedehnten Wolle, in welcher die Polypeptidketten in bestimmter Weise zusammengefaltet und dadurch verkürzt sind, und das β -Keratin, in welchem gestreckte Polypeptidketten wie in der Seide vorliegen. Wie der Vergleich der Diagramme des α - und β -Keratins zeigt, ist die makroskopische Verlängerung der Wollfaser von einer tiefgreifenden Umgruppierung der Atome in den Eiweißketten begleitet, die ihre Form geändert haben. Erforschung und wissenschaftliche Deutung textiltechnologischer Sachverhalte – wie hier die der Elastizität der Wolle und Haare – auf molekularer Ebene ist ein Spezialgebiet der Textilwissenschaft und könnte *Molekulare Textiltechnologie* genannt werden. Freilich kann man die mechanischen Eigenschaften nicht bei allen Textilfasern mit der räumlichen Struktur (Konformation) ihrer Kettenmoleküle erklären. Auch bei Wolle sind die mechanischen beanspruchten Strukturen nicht die einzelnen Kettenmoleküle, sondern die Mikrofibrillen, Pakete aus 32 Peptidketten.

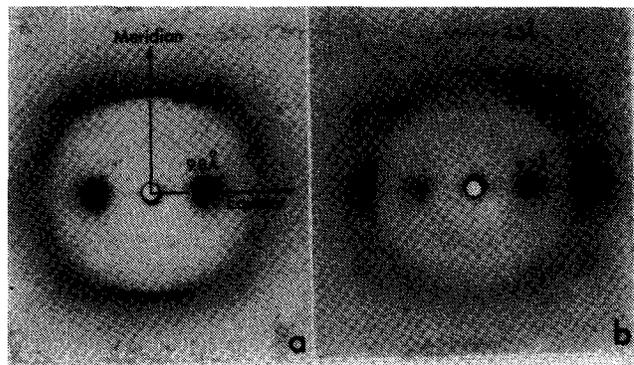


Abb. 1: Keratindiagramme nach W. T. Astbury: links: Röntgenogramm des α -Keratins, rechts: des β -Keratins (aus Fraser, MacRae und Rogers 1972)

Der vorliegende Aufsatz hat das Ziel, gestützt auf teilweise neueste Literatur aus den Jahren 1984 und 1985, den Fasertechnologen zu zeigen, daß 50 Jahre nach den klassischen Arbeiten eines Astbury die Erforschung des Feinbaus unserer Textilfasern noch nichts von ihrem Reiz und ihrem Nutzen für die Praxis eingebüßt hat.

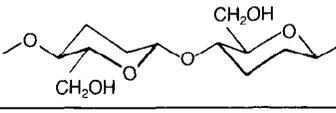
Unter Feinbau einer Faser verstehen wir die Zusammensetzung aus kleinsten Bauteilen wie den chemischen Konstituenten, Kettenmolekülen, deren Bündelung zu kristallinen und amorphen Regionen sowie Fibrillen. Die Feinbauforschung beschäftigt sich ferner mit den Kolloidstrukturen. Morphologie ist die Lehre über die Gesamtstruktur einer Faser (Bonnart und Orth 1981). Bei Naturfasern wird der Zusammenbau der verschiedenen biologisch entstandenen Komponenten oft als Hierarchie bezeichnet.

Was bedeuten heute die Terme Kettenmolekül, kristalline und amorphe Regionen? Diese Frage soll im Teil A dieses Aufsatzes mit Beispielen aus der Forschung an sechs ausgewählten Fasern: Polypropylen-, Acryl- und Polyesterfasern, Baumwolle, Nylon 6 und Wolle beantwortet werden.

A. 1. Kettenmoleküle (Zahn 1977)

Chemisch bestehen die organischen Textilfasern aus langen Kettenmolekülen, in deren Hauptkette entweder nur Kohlenstoffatome aufeinander folgen, oder zwischen Kohlenstoffatomen sind zusätzlich Sauerstoff- oder Stickstoffatome eingeschoben (Tab. 1).

Tabelle 1: Chemische Strukturformeln einiger Fasern

Atome in der Hauptkette	Faser	Wiederholungseinheit
Nur Kohlenstoff	Polypropylen	$\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_3$
	Acrylfasern	$\text{-CH}_2\text{-CH-CN}$
Kohlenstoff und Sauerstoff	Polyester	$\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CO-}$  -CO-
	Baumwolle	
Kohlenstoff und Stickstoff	Nylon 6	$\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-}$
	Wolle	-NH-CH(R)-CO- R = H sowie 19 verschiedene Substituenten

Am Cellulosemolekül lassen sich wesentliche Merkmale der chemischen Strukturformel eines linearen Makromoleküls erkennen. Cellulose gehört zu den Homopolymeren: Wiederholungseinheit ist der Zellobioserest, der durch β (1,4)-glukosidische Verknüpfung von zwei D-Glukosemolekülen entsteht. Cellulose bildet infolge der abwechselnden räumlichen Anordnung der Sauerstoffbrücken lange Ketten (Abb. 2).

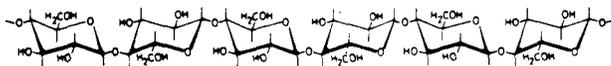


Abb. 2: Strukturformel des Cellulosemoleküls (Fengel 1985)

Das Kettenmolekül der Cellulose ist gestreckt. Gestreckte Konformationen wurden ferner für die Polyamid- und Polyester-moleküle in den kristallinen Regionen gefunden. Dagegen sind die Kettenmoleküle im Polypropylen und in der ungedehnten Wolle durch Verschraubung (Helixbildung) verkürzt. Die α -Helix der schwefelarmen Polypeptidketten der Wolle (Abb. 3) ist nur etwa halb so lang wie eine voll gestreckte Kette. Die Projektion von 18 Aminosäureresten längs der Schraube beträgt 2,7 nm, während 18 Aminosäuren in der voll gestreckten Konformation (β -Keratin) in der Projektion auf die Kettenachse 6,5 nm lang sind.

Die Abbildung 4 veranschaulicht das Bauprinzip helikaler Konformationen von Kettenmolekülen. Beim isotaktischen Polypropylen sind es die raumbeanspruchenden Methylseitengruppen, die eine maximale Streckung der Ketten nicht zulassen und eine helikale Konformation erzwingen.

A. 2. Kristallite

Es war N a e g e l i (1877), der zuerst erkannt hat, daß die Cellulosefasern aus länglichen, submikroskopischen Gebilden kristallinen Charakters zusammengesetzt sind und der hierfür den Ausdruck *Micell* einführte. Heute verstehen wir nach M c y e r (1950), daß unter Micellen – falls nicht von Lösungen die Rede ist – submikroskopische, kristalline, d. h. mehr oder weniger vollkommen gittermäßig geordnete, übermolekulare Einheiten, und daher, falls es sich um Fadenmoleküle handelt, Bündel aus parallel gelagerten und geordneten Ketten. Die Abbildung 5 ist eine schematische Darstellung der Kristallgitterzelle von nativer Cellulose nach M e y e r und M i s c h (1937).

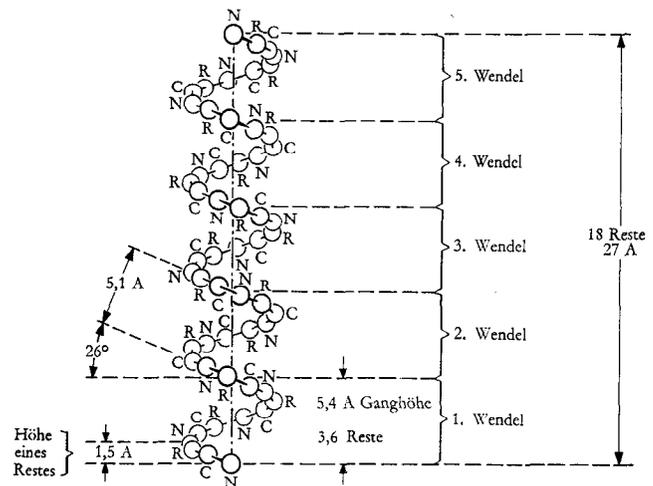


Abb. 3: Schematische Darstellung der α -Helix mit 3,6 Aminosäureresten pro Windung (Corey und Pauling 1955)

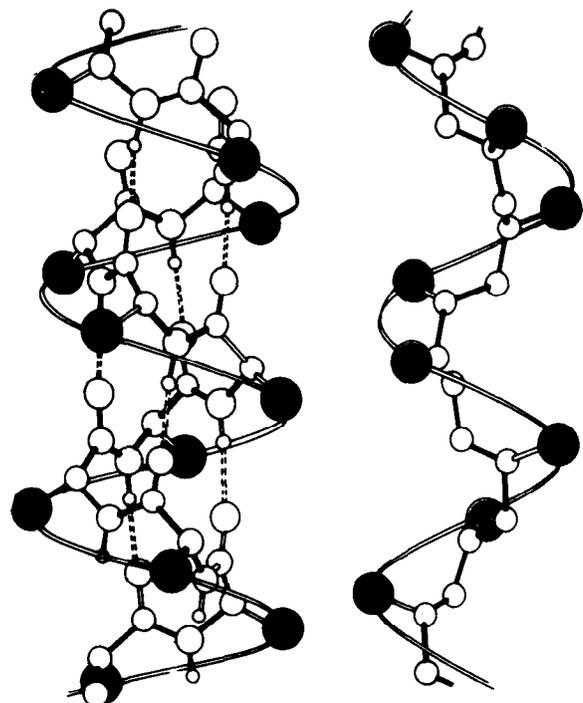


Abb. 4: Vergleich der α -Helix in Wolle und der helikalen Struktur, die eine isotaktische Vinylkette annehmen kann (Natta und Corradini 1960)

Zweifellos ist das Kristallgitter der Cellulose das bekannteste Hauptvalenzkettengitter der makromolekularen Wissenschaften. Daß die Verfeinerung des Modells noch immer nicht zu einem endgültigen Strukturvorschlag geführt hat, beweisen die Abbildungen in neuesten Monographien über Cellulose, z.B. von Burchard (1985). So schreibt Fengel (1985) in seinem Beitrag, daß die Darstellung in Abbildung 6 ein Cellulose-I-Gitter mit gegenläufigen Kettenpaaren wiedergibt. Nach Berechnungen von Sarko 1976 ergibt sich allerdings eine stabilere Form bei parallelem Kettenverlauf (vgl. hierzu auch die Ausführungen von Northolt in Heft 59 der Lenzinger Berichte 1985).

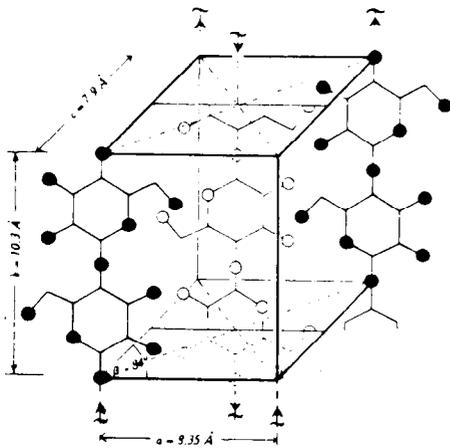


Abb. 5: Schematische Darstellung des Elementarkörpers der nativen Cellulose nach Meyer und Misch (1937)

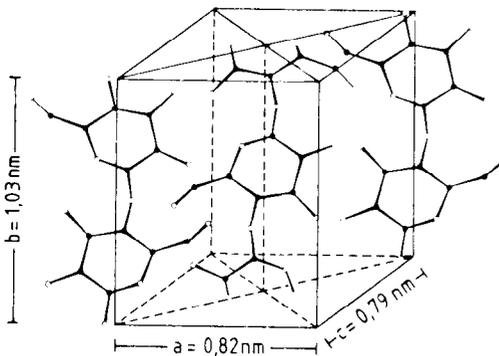


Abb. 6: Kristallgitter der Cellulose I (Fengel 1985)

A. 3. Amorphe Regionen

Wie stellt man sich die Regionen in den Fasern vor, in welchen die Polymerketten nicht dreidimensional in einem Kristallgitter geordnet sind? Bilden die Kettenmoleküle wie viele Polymere statistische Knäuel in hochverdünnten Lösungen? Fasern sind aber keine Lösungen, sondern Festkörper. Die Abbildung 7 vermittelt heutige Vorstellungen über die Bildung von faserigen Strukturen aus in Lösung noch geknäuelten Molekülen. Beim Verspinnen kommt es sowohl zu einer Entknäuelung wie zu einer Orientierung der Polymermoleküle, welche beim Streckprozeß zu einer Parallelisierung der orientierten Moleküle führt. Solange die Polymerketten keinen dreidimensional geordneten Kristall bilden, sind sie *nichtkristallin* und werden oft *amorph* genannt. Da aber die Polymermoleküle in Faserichtung orientiert sind, sollte man richtiger von orientierten nichtkristallinen Regionen sprechen. Handelt es sich

bei diesen Regionen in einer semikristallinen Faser um eine zweite isolierbare Komponente wie bei der Hypothese individueller Micellen (Naegeli und Schwerdener 1877)? Dies ist nicht der Fall: Nach der Hypothese von Gerngroß, Hermann und Abitz (1930) durchläuft in der *Fransenmicelle* eine Kette hintereinander kristalline (micellare) und nichtmicellare (amorphe) Bereiche (Abb. 8).

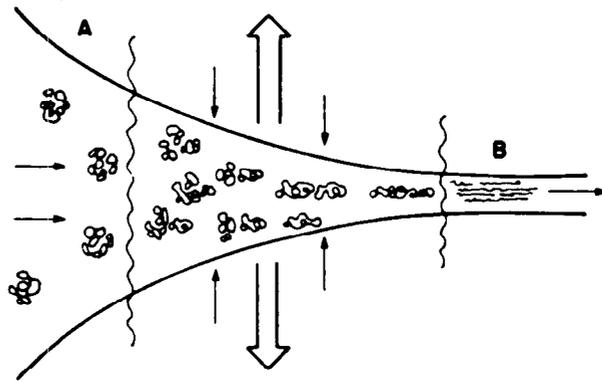


Abb. 7: Schematische Darstellung eines allgemeinen irreversiblen Prozesses zur Bildung von faserigen Strukturen. Statistisch orientierte Polymermoleküle treten in die Prozeßzone bei A ein und werden beim Durchtritt orientiert und bei Punkt B in eine faserige Struktur aggregiert. Danach wird eine strukturelle Perfektion weiterentwickelt. Massen- und Energieflüsse, welche den Prozeß begleiten, sind durch transversale Pfeile angedeutet (Sawyer und George 1985)

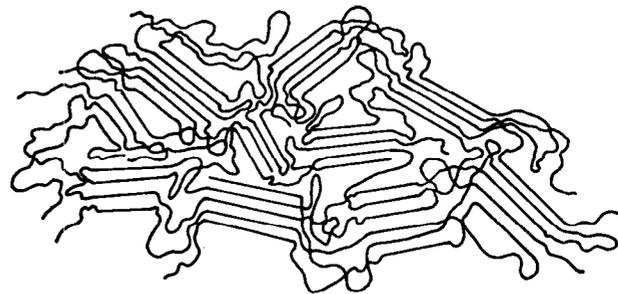


Abb. 8: Das Zweiphasen (Fransenmicell)-Modell für semikristalline Polymere (Gerngroß, Hermann und Abitz 1930)

Die Fransen sind also die amorphen Abschnitte der Polymerkette. Im Jahre 1943 entdeckten Heß und Kiessig in den Röntgenogrammen von Polyamiden, Polyester und Polyurethanen Langperiodenreflexe und damit Beweise für eine einheitlichere Struktur der Fransenmicelle (Abb. 9).

Charakteristisch für dieses klassische Zweiphasenmodell ist die Hintereinander-Anordnung von kristallinen und amorphen Domänen. In Abbildung 9 bedeutet p die durchschnittliche Länge eines kristallinen und eines amorphen Segments. Wegen einer periodischen Fluktuation der Elektronendichte in den kristallinen und amorphen Domänen und der überraschend regelmäßigen Struktur treten im Kleinwinkelröntgenogramm die Langperiodenreflexe auf dem Meridian auf.

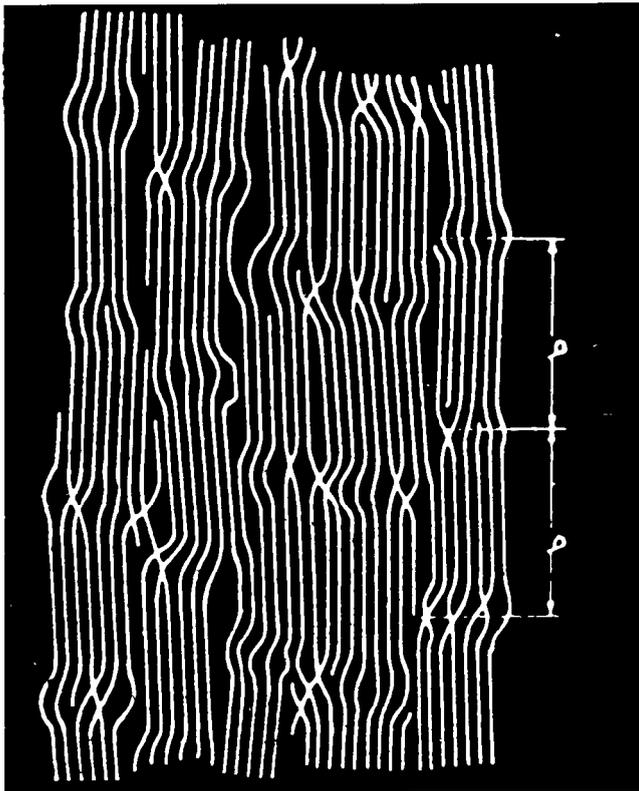


Abb. 9: Schema des micellaren Baues für vollsynthetische Fasern nach Hess und Kiessing (1944); p = Periodizität. Die amorphen Abschnitte sind als Locker- und Kreuzungsstellen zu erkennen

Platz in der Lamelle: Es entstehen mannigfache Typen ungeordneter (*amorph*) Konformationen (Abb. 10 b). In Abbildung 11 wird das Zweiphasenmodell für semikristalline Polymere wiedergegeben: Das Zweiphasenmodell besteht aus hintereinander angeordneten amorphen und kristallinen dünnen Blättchen (Lamellen) senkrecht zur Blättchen-ebene stehen. Dies ist wegen der großen Länge der Moleküle nur möglich, wenn diese gefaltet sind (Abb. 10).

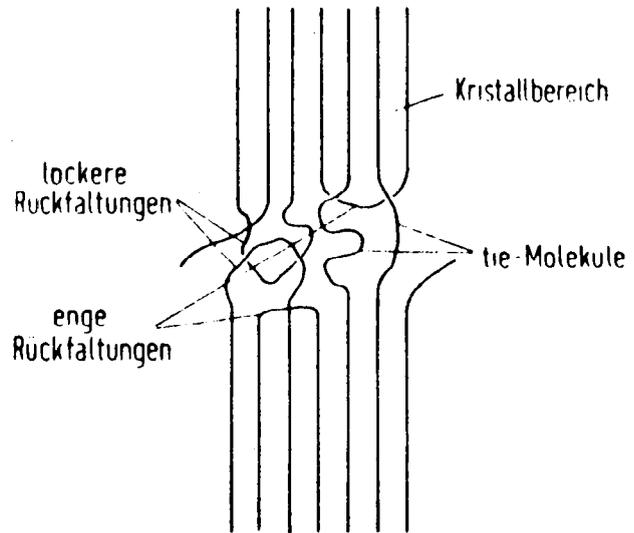


Abb. 11: Prinzipieller Aufbau der kristallinen und amorphen Anteile. Letztere bestehen aus kurzen und langen tie-Molekülen und Rückfaltungen (B on a r t und O r t h 1981)

Wie kann man sich die Periodizität p im Heß-Kießig-Modell erklären? Dies wurde erst plausibel, als Keller (1957) aus verdünnten Lösungen von isotaktischem Polyäthylen plättchenförmige Einkristalle züchten konnte und deren Dimensionen im Elektronenmikroskop ausmaß. Durch Röntgenstrukturanalyse und Elektronenbeugung wurde gezeigt, daß die Polyäthylenketten in den etwa 10 nm dünnen Blättchen (Lamellen) senkrecht zur Blättchen-ebene stehen. Dies ist wegen der großen Länge der Moleküle nur möglich, wenn diese gefaltet sind (Abb. 10).

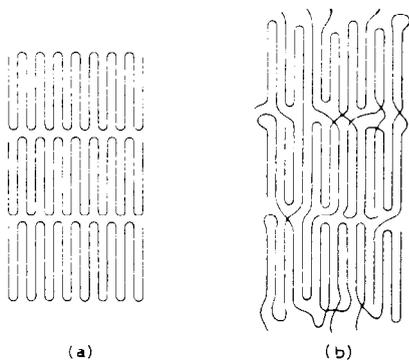


Abb. 10: a) Idealisierte Darstellung der Stapelung von lamellaren Kristallen
b) Verschiedene Typen von Fehlordnungen (aus Treloar 1970)

A. 4. Fibrillen

Der Term „Fibrillen“ ist ungenau: Makroskopische Fibrillen, wie sie sich beispielsweise beim Aufspießen von Polypropylenfolien bilden, sind ebensowenig Gegenstand dieser Ausführungen wie die Fibrillenbildung beim fibrillären Bruch von Fasern. Unsere Fibrillen sind morphologische Komponenten in den Fasern, von den mikroskopisch abbildbaren bis zu den nur im Elektronenmikroskop sichtbaren Strukturen. Am Beispiel der Fibrillenstrukturen in Wolle soll die Größe der verschiedenen Typen angegeben werden (Tab. 2).

Tabelle 2: Elektronenmikroskopisch abbildbare Fibrillen in Wolle: Aufbau und Dimensionen. Alle Zahlenangaben sind Näherungswerte.

Fibrillentyp	Besteht im Querschnitt aus	Dimensionen in nm	
		Durchmesser	Länge
Makrofibrille	ca. 700 Mikrofibrillen	300	10.000
Mikrofibrille (Intermediat-filament)	8 Protofibrillen	10	1.000
Protofibrille	4 Polypeptidketten	2	1.000
Individuelles Intermediatfilament-Molekül	2 Polypeptidketten		50
Polypeptidkette α -helikal	1 Polypeptidkette	1	50

In den lamellaren Einkristallen im Polyäthylen (Abb. 10 a) gibt es keine amorphen Regionen. Bei unvollständiger Kristallisation finden nicht alle Teile eines Polymermoleküls

Fibrillen zeichnen sich durch große Länge, eine bemerkenswerte Gleichmäßigkeit im Durchmesser und eine große Anisotropie in den Dimensionen (Länge/Querschnitt) aus. Die Fibrillen sind die festigkeitstragenden mechanischen Bauteile der Fasern und tragen zu Recht ihren Namen als die „Fäserchen“. Wie die Fibrillen auf molekularer Ebene aussehen, also wie geordnete (kristalline) und orientierte, aber nichtkristalline Molekülabschnitte in der Fibrille eingebaut sind, wird später im Abschnitt B 6 an den Intermediatfilamenten der Wolle erläutert.

A. 5. Kolloidstrukturen

Vor der Entdeckung der erstaunlich gleichmäßigen Mikro-fibrillen bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung von Textilfasern sowie der röntgenographischen Demonstration von Langperioden in Synthesefasern und schließlich der Faltungslamellen faßte man unter dem Begriff Kolloidstruktur Größe und Gestalt, besonders Grenzflächen des Netzwerks aus nicht sehr regelmäßigen Fibrillen und des Hohlraumsystems, zusammen. Bei den Hohlräumen unterschied man zwischen dem intermicellaren (interfibrillären)-submikroskopischen und dem makroskopischen Porensystem zwischen den fibrillären Strängen (Abb. 12).

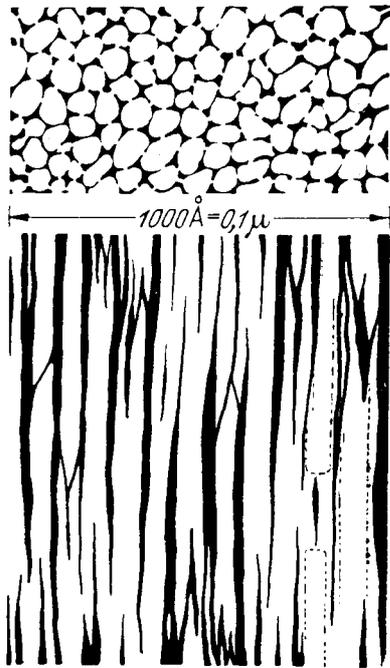


Abb. 12: Schema des retikularen Systems der Cellulose; oben im Querschnitt, unten im Längsschnitt. Hauptvalenzketten durchlaufen mehrere Micellen: weiß: kontinuierliches Cellulosegerüst schwarz: intermicellares Kontinuum (Frey-Wyssling 1936)

Das intermicellare Kontinuum in Abbildung 12 stellt einen Teil der Grenzfläche des Hohlraumsystems dar. Weitere Forschungsgegenstände der Kolloidwissenschaften sind Korngrenzen, Grenzflächen, Lockerbereiche. Nach Brederick, Schick und Bader (1985) spielt die Kolloidstruktur der wassergequollenen Cellulose bei Verarbeitungs- und Anwendungseigenschaften von Cellulose-Textilien eine wichtige Rolle. So ist das Färben von Cellulosefasern durch das Porenmodell zu beschreiben. In Cellulosefasern erfolgt die Farbstoffdiffusion in wassergefüllten Poren, und die Adsorption und gegebenenfalls die chemische Reaktion bei Reaktivfarbstoffen findet an den über diese Poren zugänglichen Cellulosekettenmolekülen statt. Wie bestimmt man das Porenvolumen? Das nach der Zentrifugenmethode ermittelte Wasserrückhaltevermögen entspricht dem Gesamtporenvolumen.

Ein zweites Forschungsgebiet der Kolloidwissenschaften betrifft Größe, Gestalt, Anordnung (parallel oder in Serie) der kristallinen und nichtkristallinen Bereiche sowie das Zusammenwirken aller dieser Strukturen der Polymermoleküle in den verschiedenen Textilfasern. Dies sind die wichtigsten Einflußgrößen für mechanisch-technologische Fasereigenschaften, wie Festigkeit, Dehnung, Biegeverhalten, Torsion, Erholung.

A. 6. Hierarchie

Nichts überzeugt den Textiltechnologen mehr vom Nutzen der Forschung über den Feinbau seiner Fasern als anschauliche Modelle für die Innenstruktur der ganzen Faser. Ein solches Fasermodell ist das Hierarchiebild für Wolle, das wir Fraser und Kollegen (1981) verdanken (Abb. 13).

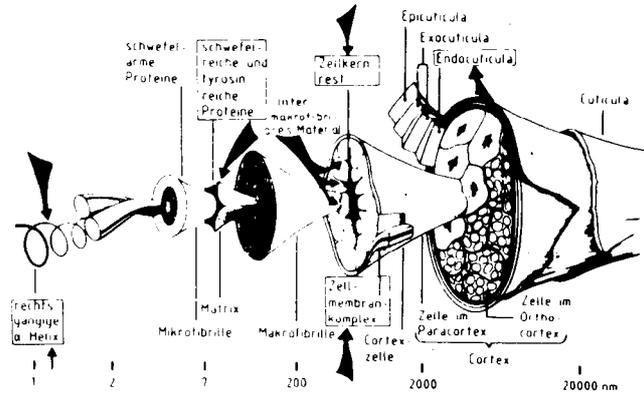


Abb. 13: Hierarchie einer feinen Merinowolle (Durchmesser der Komponenten in nm) (Fraser et al 1981)

Der bilaterale Faserstamm (Cortex) ist querschnitten. Im Paracortex ist eine Zelle „explodiert“ und gibt eine Makrofibrille frei. Aus dieser quillt eine Mikrofibrille heraus. Aus dieser Mikrofibrille ist ein aus zwei α-Helices bestehendes Molekül (vgl. Tabelle 2) ausgetreten.

Teil B: Neueste Forschungsergebnisse an sechs Textilfasern

An sechs ausgewählten Chemie- und Naturfasern, nämlich Polypropylen, Polyacrylnitril, Polyester, Baumwolle, Nylon 6 und Wolle, soll beispielhaft gezeigt werden, wie aktuell und praxisrelevant die Grundlagenforschung der Faserwissenschaftler ist. Für jede der sechs Fasern werden jeweils Datentabellen gebracht und anschließend einige der neuesten Erkenntnisse über die Feinstruktur dieser Fasern aus der Literatur besprochen.

B. 1. Polypropylen

Tabelle 3: Daten über die Polypropylenfaser

Chemische Zusammensetzung:	95 % isotaktisch; 5 % ataktische und Stereoblock-Moleküle
Molekularmassen:	100.000 – 200.000
Feuchtigkeitsaufnahme:	0,1 %
Kristallstruktur:	Monokline und metastabile hexagonale β-Modifikation; Polymerkettenmoleküle in 3 ₁ -Helixkonformation
Faserperiode:	0,65 nm
Morphologie:	Komplexe sphärolithische Überstrukturen bei Kristallisation aus der Schmelze mit Durchmessern von 1000 – 100.000 nm; Umwandlung beim Streckprozeß in eng verflochtene Strukturen aus kettengefalteten lamellaren Kristallen
Kolloidstruktur:	Globuläre Mikrovakuolen
Glastemperatur:	- 15 °C
Schmelzbereich:	158 – 164 °C

Die Angaben in Tabelle 3 dürfen nicht als absolut gewertet werden, weil zwischen den verschiedenen Polypropylenfasertypen Unterschiede in physikalischen und chemischen Daten bestehen. Dazu kommt die Schwankungsbreite, welche von der jeweils angewendeten Prüfmethode herührt.

Die isotaktischen Polypropylenketten sind in einem Fibrillenband zu einer 3_1 -Helix angeordnet (vgl. Abb. 4). Die aus der Helix herausragenden CH_3 -Gruppen verzahnen sich mit den CH_3 -Gruppen der Nachbarketten. Auf der hohen Kristallisationsfähigkeit beruhen die textiltechnologischen Eigenschaften der Polypropylenfäden (von Falkai 1981). Über die Feinstruktur von Folien aus Polypropylen wird in Graz und Lenzing geforscht: Lenz (1982); Lenz und Wrentschur (1982); Lenz, Wrentschur und Gehmayer (1983). Studiert wurden die verschiedenen kristallinen Phasen, die zwischenkristallinen Regionen, die parakristallinen Domänen in den Mikro-fibrillen und deren Umwandlung in lamellenbildende Parakristalle beim Tempern. Zwischen diesen Feinstrukturen und der Spleißfähigkeit und Auffaserbarkeit von Polypropylenfolien bestehen Korrelationen. Die Forschung ist in vollem Fluß, da bereits der Rohstoff, aus dem Folien und Fäden hergestellt werden, nämlich das isotaktische Polypropylen fünf verschiedene Sphärolithe enthalten kann, von denen in Abbildung 14 der Typ I gezeigt wird, der bei isothermer Kristallisation bei 125°C entsteht (Norton und Keller 1985).

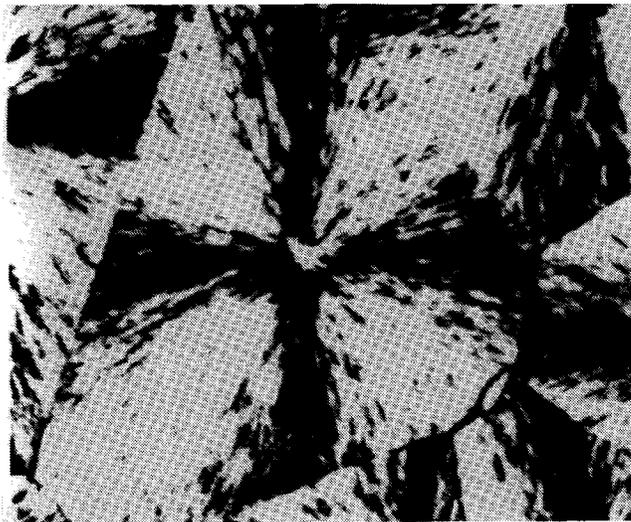


Abb. 14: Polypropylen-Sphärolith Typ I: Monokline α -Kristallstruktur, gebildet bei einer Kristallisationstemperatur von 128°C (Norton und Keller 1985)

Jeder Sphärolith-Typ wird durch die Anordnung seiner Lamellen, der Orientierung, des Habitus und der Kristallstruktur charakterisiert.

Somit ist bereits im Auflösungsbereich des Polarisationsmikroskops eine überraschend komplexe Architektur evident. Studiert man röntgenographisch die viel kleineren Kristallite, so findet man eine Multiplizität von polymorphen Kristallen, die sich bei gleicher 3_1 -Helixkonformation der Kettenmoleküle durch deren räumliche Anordnung im Gitter unterscheiden. Zwischen den Kristalliten und den Sphärolithen gibt es die Lamellenstrukturen, die sich im Lamellentyp (radial und quergelegt) und der gegenseitigen Anordnung unterscheiden.

Daß sich beim Schmelzspinnen von Polypropylen die kristalline Architektur verändert, ist einleuchtend.

Was passiert nun mit den morphologischen Strukturen von

Kristalliten über die Lamellen zu den Sphärolithen bei der Herstellung von Folien und Fäden?

Und wie beeinflußt die kristalline Architektur von Polypropylen die Eigenschaften der Fasern? Dies sind Fragen, welche die Forschung bisher nur lückenhaft beantwortet hat.

B. 2. Acrylfasern

Der Feinbau der Acrylfasern (Tab. 4) ergibt sich aus röntgenographischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen: Die Röntgenogramme lassen auf eine unvollkommene Packung der Polyacrylnitrilketten schließen. Diese sind parallel zur Kettenrichtung orientiert und seitlich geordnet. Quer zur Kettenrichtung fehlen definierte Anordnungen. Mikroskopisch wurden Grobfibrillen (1000 nm dicke Fibrillenbündel) und elektronenmikroskopisch 10 – 30 nm breite Feinfibrillen nachgewiesen.

Tabelle 4: Acrylfasern (PAC)

Chemische Zusammensetzung:	Copolymerisate aus 89-95% Acrylnitril; 4-10% nichtionogene Comonomere; 0,5-1% Comonomere mit Sulfogruppe
Molekularmassen:	80000 - 180000
Zwischenmolekulare Kräfte:	Dipolwechselwirkungen
Feuchtigkeitsaufnahme:	1 - 2 %
Kristallstruktur:	nicht klar ausgeprägt
Amorphe Regionen:	orientierte Kettenmoleküle mit unregelmäßigen Konformationen
Mikrofibrillen:	10 - 20 nm
Kolloidstruktur:	Globuläre Hohlräume
Porenvolumen:	5 - 12 %
Glastemperatur trocken:	$85^\circ - 95^\circ\text{C}$
naß:	$50^\circ - 60^\circ\text{C}$
Erweichung:	ab 230°C
Zersetzung:	ab 250°C

Aus der neuesten Forschung an Acrylfasern wird die Frage nach der Rolle des Mikrokanal- und Mikrorißsystems, allgemein des Hohlraumsystems für die Färbvorgänge, ausgewählt. Schurz et al (1982) haben durch Auswertung der Röntgenkleinwinkelstreuung von neun Acrylfasern (trocken- und naßgesponnen, normale und wasserretentive Fasern) den Hohlraumanteil und die innere Oberfläche berechnet. Die saugfähigen Acrylfasern hatten Hohlraumanteile von 5 – 13 %, wobei diese Anteile gut mit dem Wasserrückhaltevermögen korrelierten. Normale Acrylfasern ergaben ein Hohlraumvolumen von unter 5 %.

Daß man aus dem Rohstoff Polyacrylnitril-Fasern mit verschiedenen Hohlraumanteilen herstellt, nutzten Meyer, Rohner und Zollinger (1984) für eine Studie über das färberische Verhalten. Ziel war unter anderem, zwischen dem Porenmodell und dem Modell des Freien-Volumens eine Entscheidung zu treffen. Aus dieser Arbeit stammt die Abbildung 15 und der folgende wörtlich zitierte Text:

Mit der Art der Farbstoffdiffusion in polymere Festkörper beschäftigen sich die Theorien der Färbekinetik. Sie basieren im wesentlichen auf zwei wichtigen, grundsätzlich verschiedenen Modellvorstellungen der Farbstoffdiffusion in Fasern, nämlich

- dem Porendiffusionsmodell und
- dem freien Volumen- oder Segmentbeweglichkeitsmodell (vgl. Abb. 15).

Das „Porenmodell“ stellt die Faser dar als einen Festkörper mit einem Netzwerk untereinander verbundener Kanäle oder Poren, die mit der Färbeflüssigkeit, normalerweise Wasser, gefüllt sind. Der gelöste Farbstoff diffundiert durch diese Poren, wobei er gleichzeitig an der Porenwand adsor-

biert werden kann. Für quantitative Aussagen über die Diffusionsgeschwindigkeit sind in erster Linie die Porosität P , d.h. der Porenanteil am Gesamtvolumen der Faser, sowie das Adsorptionsgleichgewicht von Bedeutung.

Das freie „Volumenmodell“ hingegen beschreibt den Färbeprozess als Diffusion des Farbstoffes durch ungeordnete („amorphe“) Teile der Polymermatrix. Die Diffusionsgeschwindigkeit wird dabei durch die Segmentmobilität der Polymerketten bestimmt. Die wichtigste Stütze dieser Theorie ist die Beobachtung, daß die Temperaturabhängigkeit von Färbegeschwindigkeiten einer Faserart oberhalb einer bestimmten Temperatur geringer wird. Das bedeutet, daß der Widerstand der Festkörperstruktur der Faser gegen das Eindringen des Farbstoffs oberhalb dieser Temperatur viel kleiner ist. Man bezeichnet sie als Glasumwandlungstemperatur (T_g) der betreffenden Faser, genauer als Glasumwandlungstemperatur unter Färbebedingungen oder Färbeumwandlungspunkt (T_D), da die klassische Glasumwandlungstemperatur eine Größe ist, die im trockenen Zustand gemessen wird. Beide Größen T_g und T_D entsprechen denjenigen Temperaturen, bei denen, mikroskopisch betrachtet, der nichtgeordnete Anteil des Polymeren vom glasartigen in den viskoelastischen Zustand übergeht, oder (auf molekularer Basis) bei der die ungeordneten Segmente der Makromoleküle gegeneinander beweglich, also gewissermaßen „Mikroflüssigkeiten“ werden.

Tabelle 5: Polyester (PES)

Chemische Zusammensetzung: Polyethylterephthalat
 Molekularmassen: 10 - 25000
 Zwischenmolekulare Kräfte: Esterdipole und π -Elektronen
 Feuchtigkeitsaufnahme: 0,2 - 0,5 %
 Kristallstruktur: Triklone Einheitszelle; voll gestreckte Ketten
 Faserperiode: 1,08 nm
 Mikrofibrillen: 6 - 20 nm
 Morphologie: Zweiphasenstruktur aus ca. 60% kristallinen und 40% "amorphen" Regionen
 Porenvolumen: 3 - 5 %
 Glasatemperatur: 80° - 110°C
 Erweichungsbereich: 230° - 240°C
 Schmelztemperatur: 250° - 256°C

steife Blöcke. Daher ist die molekulare Anordnung in den amorphen Regionen von entscheidender Bedeutung für das mechanische Verhalten eines Garns. Infrarotspektroskopisch kann man die Molekülfaltung an den Grenzen der Kristallite sowie die Längenverteilung der Verbindungsmoleküle (Tie-Moleküle) erfassen. Dehnt man ein Garn, so kann sich das Molekül a (Abb. 16) der verlängerten Lage nur durch Aufweitung der Valenzwinkel oder durch Kettenbruch anpassen. Molekül b kann den vergrößerten Abstand zwischen den Kristalliten durch Rotation aus der gauche- in die trans-Konformation überbrücken. Molekül c ist so lang, daß es auch in der verlängerten Form einen beträchtlichen Teil der ursprünglichen Knäuelung beibehalten kann. Die Autoren konnten infrarotspektroskopisch trans-gauche Übergänge, Anteile an gefalteten Molekülen und molekulare Spannungen an den tie-Molekülen quantitativ erfassen. Bei steigender Aufwindungsgeschwindigkeit der gesponnenen Garne nimmt die Kristallinität und die Zahl der Falten zu, während der Anteil an gauche-Konformationen abnimmt. Auch erkennt man die zunehmende Orientierung der amorphen Moleküle, die sich entknäueln und in die trans-Konformation übergehen. Die am besten orientierten amorphen trans-Segmente werden in die wachsenden Kristallite eingebaut.

In dieser Arbeit von Heuvel und Huismann (1985) werden, wie eingangs hervorgehoben, die Kristallite in den semikristallinen Polymeren in erster Näherung als *steife Blöcke* bezeichnet. Umso überraschender sind die Aussagen einer weiteren aktuellen Forschungsarbeit über das Kristallgitter der Polyesterfasern von Zhang, Jiang, Wu, Zhou, Xuan und Qian (1985). Diese fanden, daß innere Spannungen in Polyesterfäden, welche von der Fadenbildung und Hitzefixierung stammen, auf das Kristallgitter bemerkenswerte Einflüsse ausüben und das Gitter aufweiten. Diese Einflußgröße wurde bisher von den Spezialisten wenig beachtet, obwohl es bekannt war, daß die Parameter der Einheitszelle von Polyethylterephthalat von sieben Autoren verschieden gemessen wurden.

Polyäthylterephthalat-Fäden wurden bei 3500 m/min gesponnen, bei einem Faktor von 1,364 verstreckt und bei 130, 160, 190 und 220 °C 15 Minuten und bei 220 °C vier Stunden lang, alle im relaxierten Zustand, fixiert. Durch Röntgenstrukturanalysen wurde gefunden, daß in der nichtfixierten Probe die Schrumpfungsspannung am größten und das Kristallgitter in Faserrichtung (c-Achse) um 6 % aufgeweitet ist, verglichen mit der 4 Stunden bei 220 °C voll relaxierten Probe mit der kleinsten Schrumpfungsspannung (Abb. 17). Die innere Spannung ist nach dem Spinnen und Verstrecken am größten und in der Struktur eingefroren. Beim Tempern wird diese innere Spannung mehr oder weniger aufgehoben (Relaxation), und die Dimensionen der Einheitszelle im Gitter der Kristallite werden kleiner und die Kristallite entsprechend dichter. So berechneten die Autoren für die Dichte der kristallinen Regionen in der

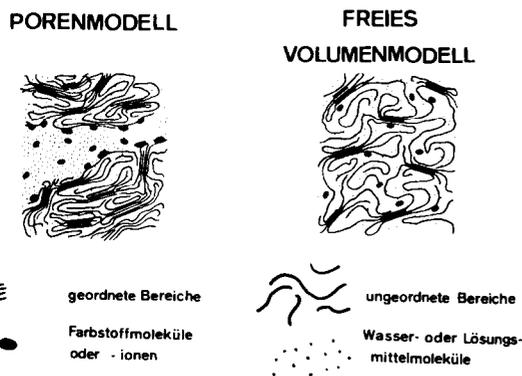


Abb. 15: Diffusion von Farbstoffen in Fasern: Vergleich des Porenmodells mit dem freien Volumenmodell (Meyer, Rohner und Zollinger 1984)

Zollinger und Mitarbeiter fanden nun bei ihren Färbversuchen, daß je nach der physikalischen Struktur der Acrylfasern und den Reaktionsbedingungen die Poren- oder die freie Volumendiffusion dominiert. Bei tiefen Temperaturen ist auf der stark porösen Acrylfaser die Porendiffusion nachweisbar. Oberhalb der Färbeumwandlungstemperatur wird die Porendiffusion ein vorgelagertes Gleichgewicht der nachfolgenden Diffusion in den Festkörper gemäß dem freien Volumenmodell.

B. 3. Polyester

In Tabelle 5 sind wieder einige Daten zur Chemie und Feinstruktur der wichtigsten Polyesterfaser aus Polyethylterephthalat zusammengestellt. Neueste Forschungen beschäftigen sich mit der molekularen Erklärung der Dehnung - Heuvel und Huismann (1985) - sowie mit Zusammenhängen zwischen Schrumpfungsspannung und Dimensionen des Kristallgitters (Zhang et al 1985).

Daß man die physikalische Struktur von semikristallinen Polymeren, zu denen auch Polyethylterephthalat gehört, mit einem Zweiphasenmodell aus alternierenden kristallinen und amorphen Regionen beschreiben kann, wurde im Teil A, in Abbildung 11 gezeigt. Heuvel und Huismann (1985) halten die Kristallite in erster Näherung für

nichtfixierten Probe 1,31 und 1,47 für die bei 220 °C 15 Minuten getemperte Probe und 1,52 für Fäden, welche bei dieser Temperatur vier Stunden erhitzt worden waren. Die Dichte einer Polyester-Gitterzelle ist also abhängig von der internen Spannung und darf nicht mehr als eine konstante Größe bei der Berechnung von Kristallitanteilen aus Messungen der Faserdichte eingesetzt werden. Die Dichte eines Polymeren ist nach Zhang et al nur ein relativer Hinweis für die Kristallinität. Die lineare Beziehung zwischen der Aufweitung des Kristallgitters und der durch thermomechanische Analyse gefundenen thermischen Schrumpfungsspannung ist ein bemerkenswertes Ergebnis dieser Arbeit (Abb. 17). Das Kristallgitter einer polymeren Substanz ist also weniger stabil als das Gitter einer niedermolekularen Verbindung.

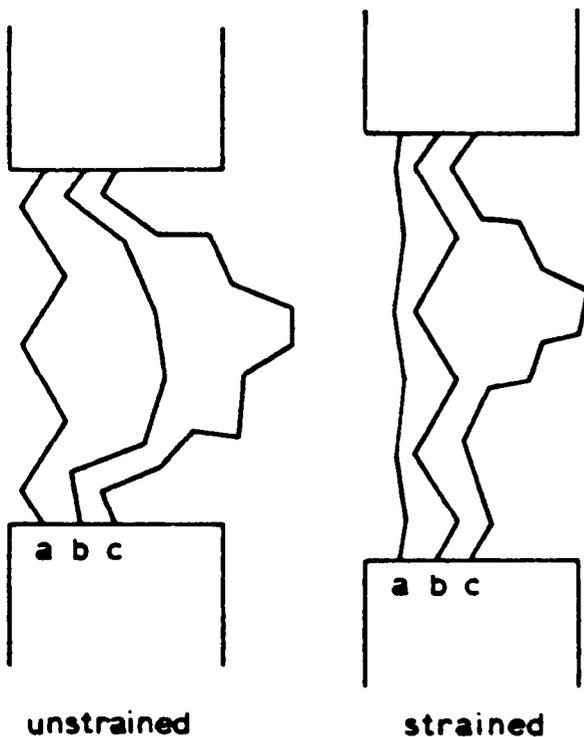


Abb. 16: Die Antwort von verschiedenartigen Verbindungsmolekülen (tie-Moleküle) zwischen Kristalliten auf Faserdehnung (Heuvel und Huisman 1985)

Hatten Heuvel und Huisman (1985) gezeigt, wie die amorphen Regionen in der Zweiphasenstruktur auf Spannung reagieren, so wird durch die Arbeit von Zhang et al (1985) die Verformung der kristallinen Bereiche durch innere Spannungen und damit deren Beteiligung an der Aufnahme von Spannungen bewiesen. Man darf auf zukünftige Forschungsarbeiten gespannt sein, in denen Beziehungen zwischen Verarbeitung von Polyesterfasern und molekularen Daten sowohl in den kristallinen wie in den amorphen Regionen integrierend ausgearbeitet werden.

B. 4. Baumwolle

Die Baumwolltabelle (Tab. 6) listet ausgewählte Daten aus der Chemie und Feinstruktur dieser hydrophilen Naturfaser auf. Neben dem Stichwort Kristallstruktur steht eingeklammert *Einphasenstruktur*. Das klassische Zweiphasenmodell zur Beschreibung von flexiblen und kristallisierbaren Polymeren wie den aliphatischen Polyamiden, den Polyestern, wurde mehrfach genannt (vgl. Abb. 11). Für Cellulosefasern wurden für die Kristallinität Werte zwischen 40 und 80 % veröffentlicht. Nach Northolt (1985) zwingen diese Zahlen aber nicht zu der Annahme, daß die

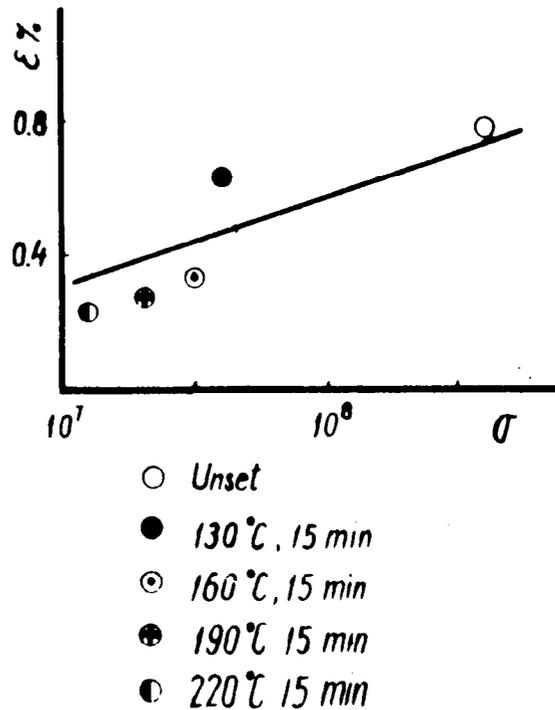


Abb. 17: Schrumpfungsspannung (σ) und Kristallgitteraufweitung (ϵ) in Richtung der c-Achse; \circ = nicht fixiert (Zhang et al 1985)

Struktur von gut orientierten Cellulosefasern, wie Sisal, Ramie, Fortisan® und Cordenka®, aus zwei verschiedenartigen Phasen mit signifikant verschiedenen mechanischen Eigenschaften wie bei den flexiblen Polymerketten besteht. Nach Berechnungen von Sarko (1976) besteht das Cellulosemolekül aus einer gestreckten durch Wasserstoffbrücken stabilisierten Konformation. Durch weitere Wasserstoffbrücken entsteht eine schichtähnliche Organisation von Ketten.

Das Konzept von Fasern aus starren Ketten ist bei einigen Aramiden verwirklicht. Das Fehlen von Langperiodenreflexen auf dem Meridian von Röntgenbeugungsdiagrammen ist ein starkes Argument für die Existenz einer *Einphasenstruktur* in den Aramidfasern. Da trockene Cellulosefasern auch keine Langperiodenreflexe liefern, werden sie ebenfalls als einphasige, parakristalline Fasern aufgefaßt. Ein zweites Argument für die Einphasenstruktur der Aramide und Cellulose liefern Northolt und von der Hout (1985) durch die Analyse der elastischen Deh-

Tabelle 6: Baumwolle (CO)

Chemische Zusammensetzung: 82 - 89 % Cellulose
 Kettenlänge (nativ): 7000 - 14000 Glucoseanhydridreste
 Zwischenmolekulare Kräfte: Wasserstoffbrücken zwischen Hydroxylgruppen
 Feuchtigkeitsaufnahme (65% R.F.): 7,0 %
 Kristallstruktur (Einphasenstruktur): Aufeinanderfolgende Glucoseanhydridreste alternierend um 180° verdreht; monokline Einheitszelle
 Faserperiode: 1,03 nm
 Fibrilläre Strukturen: Elementarkristallite: 4 - 6 nm
 Mikrofibrillen: 10 - 30 nm
 Makrofibrillen: ≈ 100 - 200 nm
 Kolloidstruktur: langgestreckte Hohlräume zwischen den Fibrillen
 Porenvolumen: 30 - 35 % (Porendurchmesser 3,1 nm)
 Glastemperatur (65% R.F.): + 50°C
 naß: - 5°C
 Zersetzungstemperatur: ab 180°C

nung einer orientierten kristallinen Faser, welche aus parallel angeordneten identischen Fibrillen besteht. Jede Fibrille besteht aus Reihen von Kristalliten mit Ende an Ende-Packung. Es liegt hier also eine Einphasenstruktur vor, während bei Nylon und Polyester steife Kristallite mit amorphen Domänen hintereinander geschaltet sind und eine Zweiphasenstruktur bilden. Im Fasermodell für Aramide und für die Cellulosegarne Cordenka 700® und Fortisan® besteht der Kristallit aus starren stäbchenartigen Polymerketten, welche parallel zur Symmetrieachse laufen. Alle Kristallite haben dieselben mechanischen Eigenschaften, sind alle gleich lang und ähneln Packungen von parallel orientierten Bleistiften. Die elastische Dehnung der Fibrillen resultiert von der Verformung der Kristallite, welche wiederum durch zwei Vorgänge bestimmt wird, die Dehnung der Polymerkette und das Scheren zwischen benachbarten Polymerketten. Die theoretisch berechneten Parameter der elastischen Dehnung stimmen gut mit den experimentellen Daten an Fasern aus Poly(p-Phenylenterephthalamid) überein. Obwohl das Fasermodell primär für das Verständnis dieser aromatischen Faser entwickelt worden ist, liefert es nach Northolt (1986) eine Beschreibung des Verlaufs der Doppelbrechung und des dynamischen Modulus in Abhängigkeit der Dehnung von gutorientierten Cellulosefasern, wie Cordenka EHM® und Fortisan®. Für diese Fasern wurde eine Kristallitgröße von 20 nm und 5 nm breite, längsorientierte Hohlräume gefunden. Man braucht nicht eine zweite Phase aus amorphen Domänen mit abweichenden elastischen Eigenschaften einzuführen, um die mechanischen und röntgenographischen Daten zu erklären. Der Term Einphasenstruktur bedeutet aber auch nicht 100 % kristallin. Vielmehr gibt es auch hier unvollkommen geordnete Bereiche, diese bilden aber keine zweite Phase, sondern sind als Defektdomänen mit Gitterverzerrungen Bestandteil der parakristallinen Phase.

B. 5. Nylon 6

Nylon 6-Fasern, gesponnen aus Polycaprolactam (siehe Tab. 7), haben in der Faserforschung eine große Rolle gespielt. Erwähnt werden die Isolierung und Synthese zyklischer und linearer Oligomerer, die Entdeckung von Langperiodenreflexen auf dem Meridian von Röntgenbeugungsdiagrammen (siehe Abb. 9) und die daraus abgeleitete Zweiphasenstruktur. Für die Verarbeitung in der Textil- und Teppichindustrie ist es wichtig zu wissen, daß Nylon 6 die für eine vollsynthetische Faser bemerkenswert hohe Feuchtigkeitsaufnahme von 3,5 - 4,5 bei 65 % Luftfeuchte aufweist (Abb. 18) und daß sich die Faserdimensionen bei Aufnahme von Feuchtigkeit bis zu 7 % ändern können. Die reversiblen feuchtigkeitsabhängigen Längenänderungen von PA-Filamentgarn haben nach Berndt und Heidemann (1985) einen Einfluß auf das Aufdrehverhalten und den Shading-Effekt von Velours-Teppichen (Abb. 19).

Tabelle 7: Nylon 6 (PA)

Chemische Zusammensetzung: Polycaprolactam
 Molekularmassen: 15 - 40000
 Zwischenmolekulare Kräfte: Wasserstoffbrücken zwischen Carbonamidgruppen
 Feuchtigkeitsaufnahme: 3,5 - 4,5 %
 Kristallstruktur (50-60%): zig-zag gestreckte Ketten bilden "Roste" monokline α -Modifikation
 Faserperiode: 1,71 nm
 Amorphe Regionen: quasiperiodische Aueinanderfolge amorpher und kristalliner Bereiche in Faserrichtung
 Mikrofibrillen: 10 - 15 nm
 Porenvolumen: 10 - 15 %
 Hygrale Dimensionsänderungen: 2 - 7 %
 Glastemperatur trocken: + 75°C
 naß: - 5°C
 Erweichung: ab 170°C
 Schmelztemperatur: 215° - 220°C

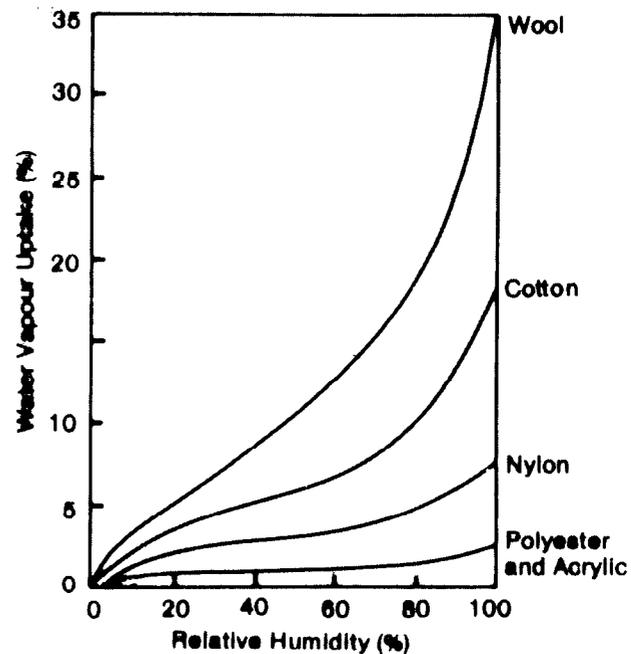


Abb. 18: Wasserdampfaufnahme durch Textilfasern als Funktion der relativen Luftfeuchtigkeit (L e e d e r 1984)

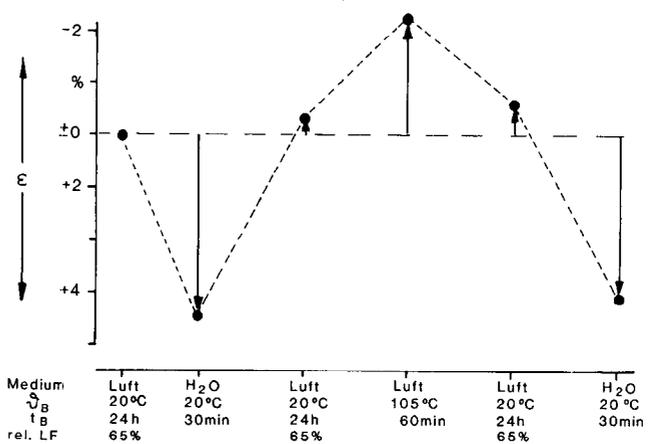


Abb. 19: Längenänderung von PA 6-Monofilamentgarn bei wechselnder Feuchte ϵ = Längenänderung, ϑ_B = Behandlungstemperatur, t_B = Behandlungsdauer, rel. LF = relative Luftfeuchtigkeit (Berndt und Heidemann 1985)

Beim Befeuchten einer trockenen PA-Faser wird diese länger (siehe Abb. 19). Wird das von der Faser aufgenommene Wasser durch Trocknen entfernt, dann verkürzt sich die Faser. Die Werte in Abbildung 19 sind auf die Länge im Normalklima bezogen. Der erste Netz/Trocknungsvorgang dient der Auslösung des irreversiblen Schrumpfs. Die Längenänderung zwischen Trocknung und Wiederbenetzung kennzeichnet das reversible feuchtigkeitsabhängige Längenänderungsverhalten eines Materials. Bei handelsüblichen PA-Monofilamentgarnen wurden Werte zwischen 2 und 7 % gefunden. Nun bedeutet die beim Befeuchten von PA-Fasern eintretende Längung eine Dehnung des Materials und erzeugt Spannungen, die sich den bei Wärmebehandlungen von außen aufgetragenen Spannungen überlagern. Daher ist auch bei einer spannungslosen thermischen Behandlung mit einer Verspannung der beim Fixieren mehr oder weniger desorientierten Molekülketten zu rechnen. Berndt und Heidemann erklären diese Phä-

nomene molekulatechnologisch und haben gefunden, daß eine Befeuchtung oder eine Belastung des Garns ein Aufdrehen und ein Trocknen oder ein Entlasten, ein Zudrehen bewirkt. Nach diesen Autoren wird die abweichende Strichrichtung zwischen Shading-Bereich und Umgebung durch unterschiedliche Rotation von Polnoppfen um die eigene Achse hervorgerufen. Die Entstehung von Gebrauchs-Shading ist gekennzeichnet durch latente Verspannungen der Pollage bzw. der Garndrehungen, durch Überwindung der Reibung zwischen den benachbarten Polschenkeln beim Begehen, Bürsten und Staubsaugen, und dadurch drehen sich die Polenden unterschiedlich auf. Die reversible Längenänderung des Pols aufgrund von Feuchtigkeitswechsel fördert den Aufdrehvorgang, dem ein Umknicken des Polschenkels folgt, das sich entsprechend dem *Kornfeld-Effekt* zonenartig ausbreitet.

B. 6. Wolle

Wolle als hygrokopische Naturfaser mit Polypeptidketten als chemischen Konstituenten ist uns im Teil A dieses Beitrags wiederholt begegnet. Daß Wolle nicht nur aus überwiegend helicalen kristallinen Mikrofilbrillen besteht (vgl. Abb. 3 u. Tab. 2), sondern daß auch amorphe Regionen vorkommen, ist die Erklärung dafür, daß man der Wolle eine Glastemperatur zuschreiben kann (Tab. 8). Wie die Abbildung 20 zeigt, hängt die Glastemperatur von Wolle – wie übrigens auch von Nylon (siehe Tab. 7) – von der Menge des aufgenommenen Wassers ab.

Tabelle 8: Wolle (WO)

Chemische Zusammensetzung: 80% Keratinproteine;
19% Nichtkeratinproteine;
1% interne Lipide

Molekularmassen: 9000 - 60000

Zwischenmolekulare Kräfte: Cystin-, Wasserstoff- und Salzbrücken; hydrophobe Wechselwirkungen

Isoionischer Punkt: pH 4,9

Feuchtigkeitsaufnahme: 18%

Kristallstruktur (30%): α -Helix

Faserperiode: 0,51 nm

Amorphe Regionen: Nonhelikale Segmente in Mikrofilbrillen;
Matrix in Makrofilbrillen; Nichtkeratinproteine

Mikrofilbrillen: 7 - 11 nm

Makrofilbrillen: 50 - 200 nm

Porenvolumen: 35%

Biologische Verbundstrukturen: Cortex, Cuticula

Glastemperatur trocken: + 174°C
naß: - 5°C

Zersetzungstemperatur : 250°C

Die Kenntnis der Glasübergangstemperatur T_G der Wolle als Funktion ihres Wassergehaltes ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis der viskoelastischen Fasereigenschaften, insbesondere unter den Bedingungen wechselnder Feuchtigkeit und Temperaturen, wie sie bei der Verarbeitung und beim Tragen von Wollgeweben auftreten, sowie für das Verständnis der Alterungs- und Temperprozesse von Wollgeweben, die in letzter Zeit zunehmend an theoretischer und praktischer Bedeutung gewonnen haben. Erwähnt seien das Knittern bei hoher Feuchtigkeit und Temperatur und das Bügeln.

Zum Schluß seien neueste Ergebnisse über die Mikrofilbrillen der Wolle angeführt. Obwohl die Mikrofilbrillen schon früh im Elektronenmikroskop entdeckt worden waren (Zahn 1941), war es bisher nie gelungen, aus den schwefelarmen Wollproteinen, aus denen die Mikrofilbrillen chemisch bestehen, Mikrofilbrillen zu rekonstituieren. Dies wurde erst möglich, als man die Arbeitsmethoden der Zellbiologen zur Bildung von Intermediatfilamenten aus gelösten Intermediat-Proteinen übernahm und außerdem neue

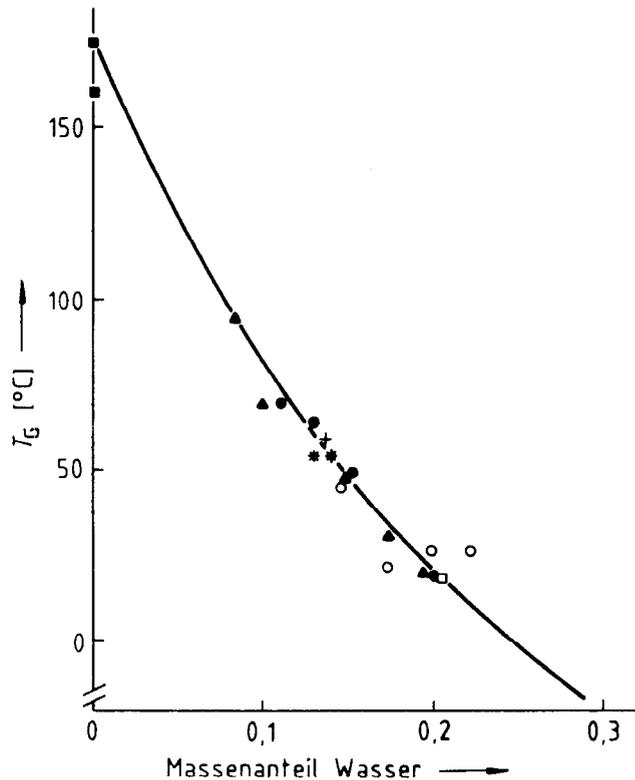


Abb. 20: Abhängigkeit der Glastemperatur von Wolle vom Gewichtsanteil Wasser der Faser (Zahn, Altenhofen und Wortmann 1983)

Methoden zur schonenden Isolierung von Wollproteinen aus der Faser ohne irreversible Eingriffe am Cysteinschwefel fand.

Die Abbildung 21 ist ein Gruppenbild der Familie der Intermediatfilamente, die ihren Namen davon ableiten, daß der charakteristische Durchmesser der Filamente von 7 – 11 nm intermediär zwischen den noch feineren Actinmikrofilamenten und den größeren Mikrotubuli liegt. Weiter ist charakteristisch der hohe Anteil an α -helicalen Konformationen und eine Molekülbildung aus zwei Ketten, die sich zu einer Überschraube verschrauben. Die alten Mikrofilbrillen der Wolle gehören heute zur Intermediatfamilie

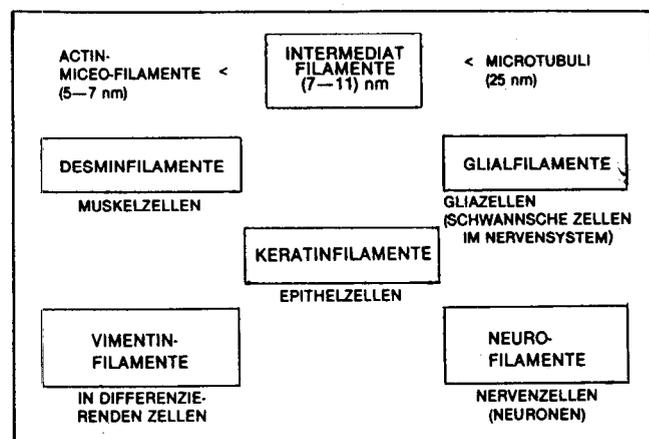


Abb. 21: Die fünf Mitglieder der Intermediatfamilie: Charakteristisch: Durchmesser 7 – 11 nm; Querperiode von 21 nm, α -Helixstruktur, Homologie in den Aminosäuresequenzen (Zahn 1984)

und werden oft als Keratinfilamente bezeichnet. Obwohl die Faserkeratine zu den ersten biologischen Substanzen gehören, an denen Röntgenbeugungsversuche durchgeführt wurden (Astbury 1933), ist die Struktur der Proteine, aus denen die Fibrillen der Wolle und Haare bestehen, noch nicht aufgeklärt, ebensowenig wie die Art und Weise, wie sich die Kettenmoleküle – helikale und nichthelikale Abschnitte – zu Protofibrillen und diese zur Mikrofibrille aggregieren (siehe Tab. 2).

Nun einige Bemerkungen zur Isolierung von Wollproteinen nach einer modifizierten, oxidativen Sulfitolyse nach Spei und Thomas (1983), Thomas (1984). Die durch Sulfitolyse löslich gemachten Wollproteine liegen in der Buntessalzform vor, die sich in die schwefelarmen Mikrofibrillen und die schwefelreichen Matrixproteine trennen lassen. Entfernt man die Buntessalzgruppen reduktiv und unterwirft die Lösung der schwefelarmen Wollproteine, die jetzt in der Thiolform vorliegen, einer langsamen oxidativen Dialyse gegen einen Trispuffer, so entstehen nach 24 Stunden 8–10 nm breite Filamente, in denen fast alle Cysteinreste sich zu Cystinbrücken vereinigt haben. So gelang es Thomas, Conrads und Phan (1985) erstmalig, Intermediatfilamente aus einem harten Keratin wie Wolle in vitro zu rekonstituieren (Abb. 22). Diese Filamente zeigen den typischen Durchmesser von 7–11 nm, die richtige Proteinzusammensetzung und aufgrund von ^{13}C -NMR-Daten einen hohen Gehalt an helikalen Konformationen. Daß damit der Einstieg in neue Forschungsprogramme geschaffen ist, versteht sich: Die regenerierten Mikrofibrillen der Wolle sind ein ideales Substrat, um deren physikalische, chemische und textiltechnologische Eigenschaften zu erforschen.



Abb. 22: Schemazeichnung nach Elektronenmikrophotos von rekonstruierten Mikrofibrillen aus schwefelarmen Wollproteinen in der Thiolform (Thomas, Conrads und Phan 1985)

Schlußbetrachtung

Begreiflicherweise ist es unmöglich, im Rahmen dieser Ausführungen Beziehungen zwischen den angeführten Elementen der Feinstruktur der Fasern und den textilen Eigenschaften für den Technologen und Praktiker zu behandeln. Es mußte bei wenigen ausgewählten Beispielen bleiben, wobei die molekulare Textiltechnologie des Shadings bei Veloursteppichen und die Erklärung des Kniterns von Wollgeweben vielleicht am deutlichsten den Nutzen der Grundlagenforschung demonstrieren sollten. Daß die Grundlagenforschung an Textilfasern seit Beginn der achtziger Jahre in eine neue Blütezeit eingetreten ist, bezeugen die Jahreszahlen der zitierten Publikationen und die Tabelle 9: Es sind die „Highlights“ aus Publikationen des Jahres 1985, welche im vorliegenden Beitrag für eine etwas ausführlichere Würdigung aus einer sehr großen Zahl ausgewählt wurden.

Tabelle 9: Strukturen in Fasern: 1985

Polypropylen: Lamellare Mikrotexur und Sphärolithe (Bristol)
Polyester: Kontraktion der Kristallite bei Thermofixierung (Shanghai)
Baumwolle: Einphasenstruktur (Arnhem)
Nylon 6: Hygrale Dimensionsänderungen und Teppich-Shading (Krefeld)
Wolle: Rekonstitution von Mikrofibrillen (Aachen)

Danksagung

Besonderen Dank schuldet der Autor Herrn Professor Dr. Wilhelm Albrecht und den Veranstaltern für die Einladung, ferner allen denen, welche Sonderdrucke und Bildunterlagen zur Verfügung gestellt haben, besonders Herrn Dr. Berndt, Krefeld, Herrn Dr. Northolt, Arnhem, Herrn Dr. Lenz, Lenzing, Herrn Dr. Schütze, Domat an der Ems und Professor Bredereck, Stuttgart.

Literatur:

- 1) Astbury, W. T.: Fundamentals of Fibre Structure, London 1933
- 2) Astbury, W. T., Street, A.: X-ray Studies of the Structure of Hair, Wool, and Related Fibres I., General., Phil. Trans Roy. Soc., **230 A**, 75 (1931)
- 3) Astbury, W. T., Woods, H. J.: X-ray Studies of the Structure of Wool and Related Fibres II. The Molecular Structure and Elastic Properties of Hair Keratin., Phil. Trans. Roy. Soc. **232 A**, 333 (1933)
- 4) Berndt, H. J., Heidemann, G.: Einfluß des Aufdrehverhaltens von PA-Garnen auf den Shading-Effekt von Velours-Teppichen, Chemiefasern-Text. Ind., **35/87**, 474–480 (1985)
- 5) Bonart, R., Orth, H.: „Struktur“ in: Falkai, B. von (Hrsgb.) Synthesefasern: Grundlagen, Technologie, Verarbeitung und Anwendung, Verlag Chemie, Weinheim 1981, S. 13–59
- 6) Bredereck, K., Schick, W. A., Bader, E.: Zur Bestimmung der Porenstruktur wassergequollener Cellulosefasern, Makromol. Chem. **186**, 1643–1655 (1985)
- 7) Burchard, W. (Hrsgb.): Polysaccharide, Eigenschaften und Nutzung, Eine Einführung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985
- 8) Corey, R. B., Pauling, L.: The Configuration of Polypeptide Chains in Proteins, Proc. Int. Wool Text. Res. Conf. Australia 1955, B 249–267
- 9) Falkai, B. von (Hrsgb.): Synthesefasern: Grundlagen, Technologie, Verarbeitung und Anwendung, Verlag Chemie, Weinheim 1981, S 191–220

- 10) Fengel, D.: „Cellulose“ in: Burchard, W. (Hrsgb.) *Poly-saccharide, Eigenschaften und Nutzung*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985, S. 15 – 24
- 11) Fraser, R. D. B., MacRae, T. P., Rogers, G. E.: *Keratins, Their Composition, Structure and Biosynthesis*, Ch. C. Thomas (Publisher), Springfield, Illinois, USA 1972, S. 5
- 12) Fraser, R. D. B., Gillespie, J. M., MacRae, T. P., Marshall, R. C.; Internal Report of CSIRO Division of Protein Chemistry, Parkville, Australia 1981
- 13) Frey-Wyssling, A.: Structure of Cell Walls Protoplasma, **25**, 261 (1936)
- 14) Frey-Wyssling, A.: Intermicellar System, X-ray Analysis, *Protoplasma*, **27**, 372 (1937)
- 15) Gerngroß, O., Hermann, K., Abitz, W.: *Gelatine*, *Biochem. Z.*, **228**, 409 (1930)
- 16) Hess, K., Kiessig, H.: *Naturwiss.* **31**, 171 (1943)
- 17) Hess, K., Kiessig, H.: *Z. Physik. Chem.* **193**, 196 (1944)
- 18) Heuvel, H. M., Huisman, R.: Infrared Spectra of Poly(ethylene-Terephthalate) Yarns. Fitting of Spectra, Evaluation of Parameters, and Applications, *J. Appl. Pol. Sci.* **30** 3069 – 3093 (1985)
- 19) Keller, A., O'Connor, A.: *Nature* **180**, 1289 – 1290 (1957)
- 20) Keller, A.: *Phil. Mag.* **2**, 1171 (1957)
- 21) Leeder, J. D.: *Wool, Nature's Wonder Fibre*, Australian Textiles Publishers, Ocean Grove, Victoria, Australia 1984
- 22) Lenz, J.: Das Deformationsverhalten von Monoaxial verstreckten und unter Spannung getemperten Folien aus isotaktischem Polypropylen, *Rheol. Acta* **21**, 255 – 269 (1982)
- 23) Lenz, J., Wrentschur, E.: Das Fibrillierungsverhalten von monoaxial verstreckten und unter Spannung getemperten Folien aus isotaktischem Polypropylen, *Coll. & Polym. Sci.* **260**, 663 – 677 (1982)
- 24) Lenz, J., Wrentschur, E., Geymayer, W.: Untersuchung der Ursachen für das Auftreten mehrerer Schmelzpeaks in den DSC-Thermogrammen von hochverstreckten und getemperten Folien aus isotaktischem Polypropylen, *Angew. Makromol. Chem.* **111**, 179 – 201 (1983)
- 25) Lenz, J., Schurz, J., Wrentschur, E.: Untersuchung über die Bildung einer bimodalen Feinstruktur beim Tempern von monoaxial gereckten Folien aus isotaktischem Polypropylen unter Spannung, *Acta Polymerica* **35**, 74 – 82 (1984)
- 26) Meyer, K. H., Mark, H. und van der Wyk, A. J. A.: *Makromolekulare Chemie*, 2. Auflage, Akadem. Verlagsgesellschaft, Leipzig 1950, S. 378
- 27) Meyer, K. H., Misch, L.: *Helv. Chim. Acta* **20**, 232 (1937)
- 28) Meyer, U., Rohner, R. M., Zollinger, H.: Untersuchungen über das färberische Verhalten von porösen Acrylfasern, *Melliand Textilber.* **65**, 47 – 51 (1984)
- 29) Nägeli, C. von: Schwendener, S.: *Das Mikroskop*, II. Auflage, Leipzig 1877
- 30) Nägeli, C. von: *Micellartheorie*, Neue Ausgabe Ostwalds Klassiker **227**, Leipzig 1928
- 31) Natta, G., Corradini, P.: *Rubber Chem. Technol.*, **33** 703 (1960)
- 32) Northolt, M. G.: Are Stronger Cellulose Fibres Feasible, in: *Lenzinger Ber.*, **59**, 71 – 79 (1985)
- 33) Northolt, M. G.: The Similarity between Cellulose and Aramid Fibres, Conf. „Integration of Fundamental Polymer Science and Technology“ in Rolduc, Nederland, April 14 – 18, 1985; also published in: „Integration of Fundamental Polymer Science and Technology“, Elsevier Applied Science (1986)
- 34) Northolt, M. G., von der Hout, R.: Elastic Extension of an Oriented Crystalline Fibre, *Polymer*, **26**, 310 – 316 (1985)
- 35) Norton, D. R., Keller, A.: The Spherulitic and Lamellar Morphology of Melt-crystallized Isotactic Polypropylene, *Polymer*, **26**, 704 – 716 (1985)
- 36) Sarko, A.: *J. Appl. Pol. Sci., Appl. Pol. Symp.* **28** 729 (1976)
- 37) Sawyer, L., George, W.: Evolution of Fibrous Structures Within Unstable Polymeric Fluids, *Text. Res. J.*, **55** 415 – 424 (1985)
- 38) Schurz, J., Janosi, A., Wrentschur, E., Krässig, H., Schmidt, H.: Eine Röntgenkleinwinkelanalyse von Polyacrylnitril-Fasern, *Colloid & Polymer Sci.*, **260**, 205 – 211 (1982)
- 39) Spei, M., Thomas, H.: Thermoanalytische Untersuchung von Wollproteinen in der Disulfidform, *Colloid & Polym. Sci.* **261**, 968 – 969 (1983)
- 40) Thomas, H.: Zur Isolierung und Charakterisierung von Wollproteinen in der Disulfidform, Dissertation RWTH Aachen (1984)
- 41) Thomas, H., Conrads, A., Phan, K. H.: unveröffentlicht
- 42) Treloar, L. R. G.: *Introduction to Polymer Science*, London-Winchester (1970), S. 115
- 43) Zahn, H.: Übermikroskopische Aufnahmen von isolierten Spindelzellen der Schafwolle, *Melliand Textilber.* **22**, 305 – 308 (1941)
- 44) Zahn, H.: *Chemie und Feinbau der Textilfasern*, *Chemiker-Zeitung*, **77**, 8 – 12, 313 – 316, 352 – 356 (1953)
- 45) Zahn, H.: „Die Fasern in der makromolekularen Chemie“, in: *Lenzinger Ber.*, **42**, 19 – 34 (1977)
- 46) Zahn, H., Altenhofen, U., Wortmann, F.-J.: Wolle, in: *Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie*, 4. Auflage, **24**, 489 – 506 (1983)
- 47) Zahn, H.: Feinbau und Chemie des Haares, *Parfümerie und Kosmetik*, **65**, 507 – 510, 512 – 514, 516 – 518, 520, 523, 524, 585 – 586, 588 – 590, 593 – 594 (1984)
- 48) Zhang, A., Jiang, H., Wu, C., Zhou, L., Xuan, L., Qian, B.: Effect of Internal Stress on Latic Strain in Relaxed Heat Set PET Filaments, *Text. Res. J.* **55**, 387 – 393 (1985)

Garnprüfung für die zukünftigen Hochleistungsverfahren zur textilen Flächenbildung

Prof. Dr. Dr. A. Schutz, Prof. F. Renner, M. Renner, J. Y. Drean, Mulhouse, Frankreich

Es wird gezeigt, daß die Hochleistungsverfahren betreffs Textilflächenbildung auch noch in der Zukunft hauptsächlich auf Ketten mit Schußeintragung gegründet sein werden.

Die Analyse der notwendigen Funktionen zum raschen Weben beruhen auf der Art der Webbeanspruchung bei einem modellierten Webverfahren: dabei sollen die Beanspruchungsintensitäten in Einklang mit den allgemeinen rheologischen Eigenschaften der Textilien stehen.

Die *Funktionen*, die die Webfähigkeit der Garne bestimmen, können wie folgt zusammengefaßt werden:

- ausreichende sofortige Elastizität (im Bereich der aufzuzwängenden Dehnungen der Kettgarne - innerhalb einiger Millisekunden),
- Arbeitsvermögen der Kettgarne,
- Reibwiderstand dieser Kettgarne (wegen Haarigkeit, Volumen u. dgl. m.).

Ferner ist hinsichtlich der numerischen Charakterisierung der notwendigen Merkmale der üblich angenommene arithmetische *Mittelwert* nicht die geeignetste Einschätzungsmethode: Der Medianwert (oder Mittelwert, korrigiert durch die Streuung) dürfte weit besser zur Einpunktschätzung dienen, um Vergleiche mit praktischem Sinn zu erlauben.

Man zieht daraus sowohl für die Webmaschinenhersteller als auch für die Garnproduzenten und -verwender praktische Konsequenzen.

At first it will be shown, that the high performance production of fabrics will remain essentially in connection with the insertion of weft in warp.

The analysis of the necessary functions in relationship with very fast weaving, is based on the kind of the charge of loads during weaving in a model conception: the intensities of the charges have to be brought in agreement with the rheological behaviour of the textile fiber-system.

It will be shown, that the *functions* ruling the weavability of yarns, are:

- a "sufficient immediate elasticity" (in the domain of imposed strains/stresses and within a few milliseconds),
- the capacity of work of yarns,
- the resistance to abrasion (hairiness, voluminosity, etc. ...).

Furtheron, concerning the numerical characterization of the functions, the well introduced *arithmetic average* is not very accurate: median value (or arithmetic average corrected by the scattering) may be much more accurate for a single point evaluation allowing comparisons with a practical sense.

From all these considerations, practical consequences are taken for the machinery maker, the yarn producer and the yarn user.

Einleitung

Die rationelle Bearbeitung eines Problems baut auf einer scharfen und effizienten Analyse des zu erreichenden Zieltes auf. Dabei werden zunächst alle angestrebten *Funktionen* ermittelt und dann die *notwendigen Funktionen* herausgearbeitet.

Sind die notwendigen Funktionen klar beschrieben, kann der zweite Schritt gemacht werden, und zwar um die erfolgreichsten, zuverlässigsten und doch billigsten Mittel und Wege zu suchen, um eindeutige und zuverlässige Infor-

mationen zu ermitteln, mit denen die notwendigen Funktionen erfaßt und beschrieben werden können.

Dieses Vorgehen ist wesentlich für jede rational durchzuführende Arbeit. Normen sollten dafür Beispiele sein.

Doch gerade auf dem Gebiet der Normen für die Textilprüfung und damit auch für die Garnprüfung werden neue Denkmodelle notwendig, um die einzelnen Schritte der notwendigen Funktionen zielgerechter zu erfüllen.

Zusammenfassend sollten:

- die notwendigen Funktionen klar herausgearbeitet werden,
- eine (bzw. mehrere) physikalische Größe ausgewählt werden, die zur meßbaren Beschreibung dieser Funktionen dienen kann,
- eine Methode und ein Gerät ausgesucht bzw. entwickelt werden, die diese Messungen ermöglichen, und zwar mit gesicherter Reproduzierbarkeit sowohl auf derselben Apparatur (Repetabilität) als auch auf mehreren Apparaturen desselben Typs (Reproduktibilität),
- ein die gemessene Größe gut beschreibender Ausdruck gefunden werden.

Zuerst soll untersucht werden, wie die Verhältnisse in der Wirklichkeit sind, dann wird die Problematik der Garnprüfung für die Hochleistungsverfahren zur textilen Flächenbildung näher betrachtet.

2. Allgemeines über Normen

Die heute vorhandenen Normen für die Textilprüfung beziehen sich:

- einerseits auf die Charakteristiken, d. h. die technische Beschreibung, wie Titer, Drehung, Garnzusammensetzung, Titerungleichmäßigkeit und dergleichen mehr,
- andererseits auf Eigenschaften, die für die Verwendung wichtig sind, wie Reißkraft, Reißdehnung, Abriebfestigkeit usw.

Die Methoden zu ihrer Ermittlung sollen so ausgearbeitet werden, daß die Reproduzierbarkeit (Repetabilität und Reproduktibilität) gesichert ist und die wirklichen *Schwachstellen*, an denen möglicherweise die Schäden auftreten bzw. die für Folgeschäden verantwortlich sind, sichtbar werden. Mittelwerte allein sind selten aussagekräftig.

Die Angabe von Streuung bzw. Verteilung der Einzelwerte müßte viel mehr berücksichtigt werden.

Zur Illustration dieser Feststellung betrachten wir den Fall, bei dem die Qualitätsniveaus zweier verschiedener Produktionen A und B geprüft und dann verglichen werden (Abb. 1).

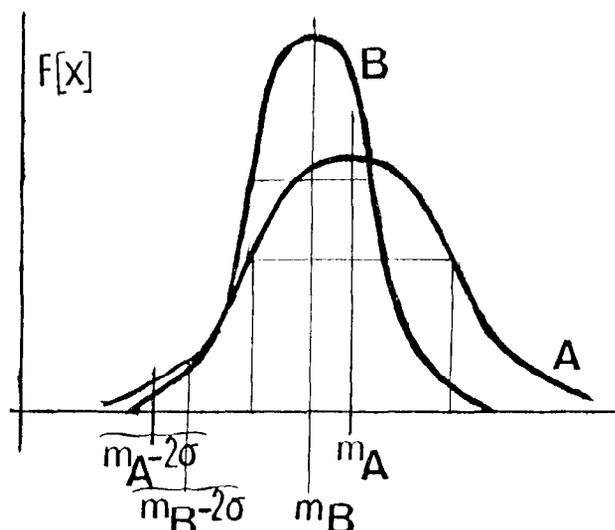


Abb. 1: Vergleich zweier Produkte mit verschiedenem Qualitätsniveau

A erreicht einen höheren Mittelwert, ist aber viel unregelmäßiger als B. Die Verteilung der Kenngröße von A ist viel breiter als die von B. Folglich, obwohl „offiziell“ A ein *höheres Qualitätsniveau* erreicht, wird A einer Reihe von Beanspruchungen nicht so gut widerstehen wie B. Dies dürfte Anlaß zum Nachdenken sein.

Wenn nun Normen bestehen, dann werden bald von kommerziellen aber auch technischen Institutionen Niveaus und Toleranzen vorgeschrieben, um Gutachten und Preise fixieren bzw. diskutieren zu können. Ferner stützt sich in vielen Ländern, wie z. B. in Frankreich, der behördlich geregelte Markt auf die Normen. Der Einkaufsbeamte bezieht sich auf die Normen, die ihm oder den technischen Stellen, von denen er kommt, für die Erfassung des Qualitätsniveaus geeignet scheinen, obwohl in vielen Fällen die durch die Norm erfaßten Eigenschaften nur wenig mit den tatsächlichen Gebrauchsbeanspruchungen, die ihn eigentlich interessieren, zu tun haben. Der Beamte hat dadurch letzten Endes seine Verantwortung dem Normenausschuß übertragen.

Deshalb, und das ist eine natürliche Reaktion, werden zunehmend *einfachere* und sachbezogener Normen gefordert. Diese Normen erfreuen sich dann auch meist der Gunst gewisser Kreise, gehen aber oft auf Kosten der Reproduzierbarkeit, was ihren Wert wiederum herabsetzt.

Sie können sogar heimtückisch sein: Lassen Sie uns nur einmal als Beispiel das Laborklima betrachten. Bei sehr hydrophilen Fasern, wie Wolle oder Chemiefasern aus Cellulose, wird ihr Verhalten deutlich vom Wassergehalt beeinflusst. Aus guten Gründen hatten die französischen Physiker im vergangenen Jahrhundert die relative Luftfeuchte durch das %-Verhältnis des tatsächlichen Wasserdampfdrucks der Luft zu dem Sättigungswasserdampfdruck bei gleicher Temperatur ausgedrückt. Heute, dem amerikanischen pragmatischen Vorschlag folgend, ist die relative Luftfeuchte etwas anders definiert, und zwar durch das prozentuale Verhältnis der Wasserdampfmassen im selben Volumen bei gleicher Temperatur. Dabei hat man vergessen, den absoluten Luftdruck zu bestimmen. Der Unterschied des Wassergehaltes der Luft bei den beiden Definitionen ist sicher nicht sehr groß, aber feststellbar. Für Polyolefinfasern und sogar Polyesterfasern dürfte die Wasseraufnahme bei den beiden Nennwerten von 65 % relativer Luftfeuchte nicht signifikant verschieden sein. Für Viskosefasern oder Wolle jedoch ist die Sachlage anders, und damit sind auch ihre Eigenschaften verschieden.

Anfang des Jahres haben die Australier gemerkt, daß der üblicherweise anerkannte Wassergehalt der Wolle bei 65 % *relativer Luftfeuchte* etwas zu hoch liegt und eher 63,5 % relativer Luftfeuchte entspricht! Deshalb schlugen sie vor, in Paris im Labor bei 63,5 % Luftfeuchte zu arbeiten. – Bei der üblichen früheren 65 %-Luftfeuchte handelte es sich aber um das Verhältnis der Wasserdampfdrücke, während der heutige Ausdruck das Verhältnis der Wasserdampfmassen betrifft, so daß 65 % R.L. (Druck) 63,5 % R.L. (Masse) bei 20,0 ° C bei normalem Druck entspricht.

Weiterhin sollte bedacht werden, daß in der Praxis Fasern bei stark wechselnden Feuchtigkeiten verarbeitet und gebraucht werden, so daß weder die erste, noch die zweite Definition wirklich brauchbare Erkenntnisse liefert. Bei sehr hydrophilen Textilfasern spielt außerdem ihr Hystereseverhalten noch eine bedeutende Rolle. Wenn man nun schon mit drei signifikativen Ziffern arbeiten will, so sollte man zusätzlich doch noch Hinweise auf die Unterschiede geben, die man erwarten kann, wenn sich der Wassergehalt gegenüber der Normkondition ändert.

Es ist selbstverständlich, daß für die Ermittlung von Eigenschaften bestimmte Prüfkonditionen festgelegt werden müssen. Sie dürfen aber auf keinen Fall das Prüfziel vergessen machen und müssen sogar noch Grenzen für den Prüfaufwand respektieren. Die Rahmenbedingungen gewinnen aber für die Ermittlung von Fasereigenschaften zunehmend an Bedeutung.

Nach dieser Einleitung lassen Sie uns nun zum Hauptthema des Referates kommen.

3. Garnprüfung in der Zukunft für die kommenden Hochleistungsverfahren zur textilen Flächenbildung

Die sich stellende Aufgabe soll in der eingangs beschriebenen Art und Weise gelöst werden:

- die *Funktion* definieren,
- die entsprechende physikalische Größe auswählen,
- die Methodik und das einzusetzende Gerät festlegen,
- die Auswertung der Messung fixieren.

Dabei kann nach der üblichen Art vorgegangen werden. Wahrscheinlich ist es aber besser, ein neues Denkmodell zu entwickeln. Wenn nach der herkömmlichen Art vorgegangen wird, sollte auch noch manches verbessert werden.

Bei der textilen Flächenbildung handelt es sich im Prinzip sowohl um die Webstoffherstellung als auch um die Wirke-, Strickerei- und um die Nonwoven-Fabrikation. Am höchsten beansprucht werden die Garne allerdings durch die Hochleistungswebverfahren. Deshalb ist die Weberei ein besonders gutes Beispiel für die anzustellenden Überlegungen. Selbstverständlich können auch für die anderen Textilflächenbildungsverfahren entsprechende angepaßte Denkmodelle entwickelt werden.

3. 1. Klassische Vorgangsweise

3. 1. 1. Funktionsbestimmung

Bei der Herstellung der Gewebe sind zwei Grundprobleme zu lösen: erstens muß die Produktion mühelos ablaufen; zweitens soll das fertige Gewebe ohne Fehler sein. Das erste Problem betrifft hauptsächlich die eigentliche mechanische Herstellung, das zweite bevorzugt die Garnqualität.

Es ist interessant festzuhalten, daß das Prinzip des Handwebstuhls auch heute noch die Geometrie und die Handhabung der Webmaschinen bestimmt. Deshalb sind die dadurch geprägten Denkmodelle Grundlagen für die Garnprüfung, wobei es allerdings notwendig wäre, auf die neuen Beanspruchungen des Hochleistungswebens mehr Rücksicht zu nehmen. In der Tat, um den Schußfaden in die Ketten einzutragen, ist es notwendig, das Fach zu bilden. Die geometrischen Formen des Fachs vom Handwebstuhl sind bei der Mechanisierung des Stuhls kaum geändert worden und werden bei Hochleistungswebmaschinen im Prinzip beibehalten. Die Konstrukteure der neuen Maschinen haben sich hauptsächlich bemüht, sie immer schneller laufen zu lassen, so daß ihre Bemühungen bevorzugt den zu lösenden maschinellen Problemen galten. Dabei haben sie meistens vergessen, sich auch mit dem Verhalten der Garne bei der höheren Beanspruchung durch den schnellen Webvorgang zu beschäftigen.

Klassisch gesehen, ist der Webvorgang für den Maschinenkonstrukteur relativ einfach, auch wenn die Kett- und Schußgarne verschieden beansprucht werden. Dabei ist berücksichtigt, daß die ursprünglichen Webschiffchen durch andere Vektoren (Lanzen mit Greifer, Projektil, Wassertropfen, Luftstrahl usw.) ersetzt und die Maschinen mit mehr oder weniger entwickelten Hilfseinrichtungen versehen worden sind, die zur Verringerung der Schußfadenbeanspruchung führen. Hinsichtlich der Kettfadenbeanspruchung ist jedoch relativ wenig geschehen.

Wie dem auch sei, die einzustellende Funktion bleibt: Beanspruchung (ohne Bruch) der Kettfäden unter den Bedingungen des Schußeintragens, das heißt unter den Bedingungen der Fachbildung und des Kammanschlags. Diese Beanspruchung ist, physikalisch gesehen, vielseitig. Deshalb müssen nun die wirksamen physikalischen Größen ermittelt und ihre Bedeutung im Prozeß bewertet werden.

Diese Analyse kann nach einer Modellisierung durchgeführt werden. Die Literatur zeigt, daß seit längerer Zeit zaghafte Versuche gemacht werden, vereinfachte Modelle zu entwickeln. Dabei gehen einige Autoren von der Reibung aus, und für andere ist es ein rein dynamisches Wechselwirkungsproblem usw.

Deshalb hatten wir vor 30 Jahren begonnen, diese Problematik induktiv zu erarbeiten. Es wurden Kettfäden unter verschiedenen Konditionen (Schlichtemittel, Spannungen u. a.) hergestellt:

- einerseits auf dieselbe Art verwoben (Webmaschine, Artikel) und
- andererseits folgende physikalische Eigenschaften
 - Dynamometrie und Ermüdung,
 - Elastizität,
 - Arbeitsvermögen,
 - Reibungswiderstand
 unter den Bedingungen des Webvorgangs geprüft.

Aus der statistischen Analyse der Kettfadenbrüche einerseits und den ermittelten physikalischen Eigenschaften andererseits ergab sich für mehrere Ketten, die auf dieselbe Art abgewoben worden waren und dabei brauchbare Eigenschaften gezeigt hatten, daß

- die Ketten mit der höheren Elastizität – *sofortige* Rückgewinnung der Initiallänge der ausgedehnten Kettgarne (Fachöffnung) nach Wegnahme der Dehnung (Fachschließung) – am besten liefen;
- von den Ketten, deren Garne dieselbe (ausreichende) Elastizität besaßen, die am besten liefen, deren Garne das größte Arbeitsvermögen aufwiesen;
- von den Ketten mit der gleichen Elastizität und dem gleichen Arbeitsvermögen sich diejenigen als am besten erwiesen, die den geringsten Reibungswiderstand zeigten (und auch die geringste Haarigkeit besaßen).

Da die Beanspruchung der Kettgarne von einer Webkondition zur anderen (Webmaschinen, Maschineneinstellung, Artikel usw.) sehr verschieden ist, kann eine solche Feststellung nur durch Vergleich mit einer bekannten Referenz gemacht werden. Man merkt bei einer solchen Untersuchung nebenbei, daß die klassische Norm zur Bestimmung von Reißkraft und Reißdehnung wenig aussagekräftig ist, was Hoffmann¹ bestätigt, der schon vor mehr als 100 Jahren darauf hinwies, daß die Strapazierfähigkeit der Textilgüter enger mit dem Arbeitsvermögen (Integration von Kraft-Dehnung) korreliert als mit der Reißkraft allein.

Die Elastizität, das heißt die Fähigkeit einer sogenannten *sofortigen Reversibilität* der Längendeformation, wenn die Spannung aufgehoben wird, die sich aus dem Hooke'schen Verhalten näherungsweise ableiten läßt, wird in den klassischen Normen auch nicht berücksichtigt.

Die Rahmenbedingungen an die Reißversuche an den verschiedenen Dynamometern, z. B. die Versuchsdauer von 10 bzw. 20 ± 3 Sekunden bis zum Bruch, haben auch kaum etwas mit den Webfrequenzen, sogar nicht einmal beim Handwebstuhl, zu tun. Und dennoch sollen daraus Konsequenzen gezogen werden.

3. 1. 2. Physikalische Größen zur Funktionsbestimmung

Um die *Webfunktion* der Garne zu erfassen, dürften folgende physikalische Größen ausreichen:

- a) *Garncharakteristiken (auch zur Vermeidung von Streifigkeit):*
- Durchschnittlicher (Gewichts-)Titer mit Titerungleichmäßigkeit und Angabe eventueller periodischer Dickstellen
 - Drehung und ihre Gleichmäßigkeit
 - Strukturgleichmäßigkeit, wie Volumen (Bauschigkeit), Haarigkeit usw., wie sie mit dem Strukturpara-

meter² gut erfaßt wird (Hinweis: Es handelt sich um das Verhalten von Grundgarnen bei wiederholtem Auf- und Zudrehen unter Einstellung der ursprünglichen Länge. Dies führt zu Drehungsverschiebungen, die charakteristisch für die Garnstruktur sind. – Die Drehungsverschiebungen ermöglichen, einen Richtwert R auszurechnen, der maßgebend mit der Struktur verbunden ist. – Garne vom selben Titer und derselben Drehung mit gleichem R-Wert dürften keine Streifigkeit verursachen.)

- b) *Garncharakteristiken, die die Verwebbarkeit beeinflussen:*

- Elastizität: Sie kann unter Dauerwechsel-Dehnungsbelastungen wie bei den Webkonditionen (% Dehnung, Höhe der Mindestspannung) erfaßt werden. Andererseits läßt sich die Elastizität auch durch den reinen Hooke'schen Bereich (mit direkter proportioneller Kraft-Dehnung und dem Young'schen Modul) ermitteln
- Arbeitsvermögen
- Reibfestigkeit (im Zusammenhang mit der Haarigkeit und Struktur). Dafür könnte die Strukturcharakteristik R als Anhaltspunkt dienen

Eine bessere Bewertung der Reibfestigkeit gestattet selbstverständlich ihre direkte Messung. Die einwandfreie Ermittlung der Reibfestigkeit ist jedoch schwierig, da sich bei Reibungsuntersuchungen mit der Zeit sowohl das Reibmittel als auch das abgeriebene Material ändert. Das bedeutet, daß die absolute Reibfestigkeit kaum oder gar nicht erfaßbar ist. Man muß deshalb Vergleichsuntersuchungen mit einem Referenzgarn durchführen

3. 1. 3. Methodik und Gerät

Von vornherein wird die praktische Bedeutung einer (Garn-)Prüfung nicht nur von der akuten und rationalen Auswahl der Charakteristiken bestimmt, sondern auch von dem Zutrauen, das man den gemessenen Daten schenken kann.

Klassisch werden alle Meßgeräte für die Textilprüfung mehr oder weniger durch Handbedienung eingestellt und geregelt, was ihr zwangsläufig eine subjektive Komponente gibt.

Es ist sonderbar, daß fast alle heute auf dem Weltmarkt angebotenen sogenannten *Prüfautomaten* nur teilweise automatisiert sind und noch menschlichen Eingriffs bedürfen. – Da sie dazu dienen sollen, den menschlichen Aufwand zu reduzieren, werden sie auch „*schnell*“ eingestellt mit dem Risiko, nicht *richtig* eingestellt zu werden.

Deshalb wurde in Zusammenarbeit mit der Industrie (Superba, Mulhouse – Frankreich) von unserem Forschungslabor (ENSITM – Universität de Haute Alsace) ein wirklich vollautomatisierter Roboter entwickelt. Er führt die ganze Prüfung: Gewichtstiter, Gleichmäßigkeit (Fourier'sche Analyse), dynamometrische Charakteristiken (Reißkraft und -dehnung, Arbeitsvermögen, Young'sches Modul usw.), Drehung und Strukturparameter nach automatischer Einstellung, allein durch. Der menschliche Eingriff besteht nur noch im Aufstecken der zu prüfenden (bis 36!) Garnspulen auf das Spulengatter, dem Kommando *Ja* oder *Nein*, der Angabe der *Zahl* der Versuchsproben und der gewünschten Präzision der Ergebnisse. Die volle Computersteuerung des Geräts hat es erlaubt, den Konversationsmodus ohne menschlichen Eingriff zur Grundeinstellung einzuführen. Alle Konditionen der Kontrolle und alle Daten mit statistischer Verarbeitung werden selbstverständlich am Ende der Prüfung auf Schirm und/oder auf Papier geliefert.

3. 1. 4. Ausdruck

Nun bleibt der Ausdruck der gemessenen physikalischen Größen. Wird ein Mittelwert „m“ angegeben, so sollte man auch die Verteilung berücksichtigen und immer den Ver-

trauensbereich miteinbeziehen: $m \pm 2\sigma$ (σ = mittlere quadratische Abweichung) und mehr auf den $(m - 2\sigma)$ -Wert achten als auf den eigentlichen Mittelwert m .

Weiterhin ist auch die Ausspreitung mit dem Variationskoeffizienten $CV (\%) = 100 \sigma/m$ zu berücksichtigen. Dies gilt für die Grundcharakteristiken.

Werden Ermüdungsbestimmungen durchgeführt, wie Dauerwechselprüfungen, Reibungsfestigkeit usw., so sollte bevorzugt der Median-Wert (bzw. der *Richtpunkt*²⁾) in Betracht gezogen werden.

3. 1. 5. Schlußfolgerung aus dieser klassischen Prüfmethode für die nahe Zukunft

Diese noch klassische Auffassung von der Garnprüfung baut auf der Kontrolle der Garne mit Vollautomaten auf. Erst dadurch kann mögliches menschliches Versagen vermieden werden. Die Grundlagen für solche Prüfgeräte sind vorhanden. Die ersten wirklichen Vollautomaten kommen allmählich auf den Markt und dürften für die nahe Zukunft die Anforderungen, die die neuesten Hochleistungsverfahren zur Bildung von textilen Flächengebilden an die Garne stellen, befriedigen.

3. 2. Neuere Auffassungen

Für die etwas fernere Zukunft dürfte die Forschung andere Wege beschreiten. Die neuere Auffassung zeigt jetzt schon die Bedeutung einer weitergehenden Analyse des Webvorgangs für die Lösung der wachsenden Probleme. Dabei werden auch bedeutungsvolle Empfehlungen für die Webmaschinenhersteller herauskommen.

Eine einfache Modellisierung des Webvorgangs bezieht sich auf das Eintragen von Schußgarnen in das Fach. Nebst der Führung der Schußgarne mit dem angepaßten Vektor ist ihr Hauptziel die Fachbildung. Das Fach soll während der benötigten Zeit der Schußführung geöffnet sein. Das Fach wird dann geschlossen. Der Anschlag erfolgt in der Zeit, bevor das neue Fach gebildet wird. Eine Analyse der Abbildung 2 zeigt, daß während einer Zeit von etwa 1/10 bzw. sogar 1/20 des Zyklus die gehobenen Kettgarne gedehnt werden. Dann bleiben sie über die Hälfte der Zeit des Zyklus in diesem Zustand. Nach dem Schußeintrag müssen die gedehnten Kettgarne innerhalb von 1/10 bzw. 1/20 der Zyklusdauer ihre ursprüngliche Länge wieder annehmen. Dies muß das Garn elastisch gewährleisten, ohne zu flattern und ohne sich zu verhaken, was zu Fehlern oder Bruch führen könnte. Nehmen wir als Beispiel eine schnelle Hochleistungswebmaschine der Zukunft mit 1200 Schlägen pro Minute an, d. h. 20 Zyklen in der Sekunde, so erfolgt das Fachöffnen in 1/20 der Zyklusperiode, und die zur Fachbildung notwendige Kettgarndehnung entsteht innerhalb 1/400 Sekunde, also in 2,5 Millisekunden. Dementsprechend muß die *elastische Antwort* der Garne auch in diesen Zeitbereichen stattfinden.

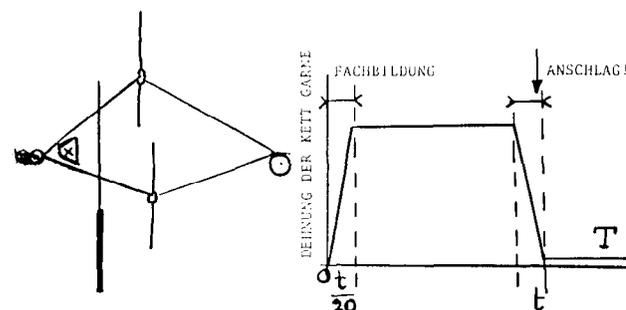


Abb. 2: Analyse gehobener Kettgarne über deren Dehnung

Nach der klassischen Mechanik wird das Hook'sche Verhalten als *sofortige* Elastizität (immediate elasticity) angesehen und die totale Reversibilität der im Hook'schen Bereich gedehnten Garne vorausgesetzt. Physikalisch kann jedoch nichts im Zeitraum *Null* passieren, und da man es mit einem viskoelastischen, nicht homogenen Material zu tun hat, ist auch eine nicht unendlich kleine Zeitspanne zwischen *Aufforderung* und tatsächlicher *elastischer Antwort* zu beobachten. Das rheologische Verhalten von Garnen im Bereich von Millisekunden wird bis zur heutigen Zeit in der Fachliteratur noch nicht beschrieben. Gute Kenntnisse hierüber würden aber sicher für den Entwurf moderner Webmaschinen und für die Herstellung geeigneter Garne nützlich sein. Deshalb wurden solche Untersuchungen in den Forschungslabors der Ecole Nationale Supérieure des Industries Textiles de Mulhouse (Textilengineering der Universität Oberelsaß) aufgenommen. Über die Ergebnisse kann jedoch erst später berichtet werden. Es ist anzunehmen, daß sie bei der zukünftigen Garnprüfung auch berücksichtigt werden müssen. Außerdem wird mit der Steigerung der Schußeintragungsgeschwindigkeiten die Bedeutung der Reibeigenschaften der Garne überproportional zunehmen. Die Anforderungen an die Grundcharakteristiken der Garne, die die Herstellung streifenfreier Flächengebilde gewährleisten, behalten nach wie vor ihre Bedeutung. Damit wären die *Funktionen* bestimmt.

3. 2. 1. Physikalische Größen zur Funktionsbestimmung

Dieser Funktionsbestimmung nach dürften die entsprechenden physikalischen Größen im allgemeinen dieselben sein, die schon weiter vorn (in 3. 1. 2.) beschrieben wurden. Es bleiben von Bedeutung:

- a) die Garncharakteristiken, wie
 - durchschnittlicher (Gewichts-)Titer mit Ungleichmäßigkeit und Periodenanalyse,
 - Drehung,
 - Struktur der Garne sowie
- b) die Eigenschaften, die bevorzugt die Verwebbarkeit beeinflussen, wie
 - das *Elastizitätsverhalten* in extrem kurzen Zeitspannen (Millisekunden),
 - das Arbeitsvermögen und das Reibverhalten.

3. 2. 2. Methodik und Gerät

Die Analyse zeigt, daß auch in der weiteren Zukunft das Prüfungskonzept, das für die nahe Zukunft beschrieben wurde, für die Ermittlung der Charakteristiken gültig bleibt. Was noch zu entwickeln ist, sind Methodik und Gerät zur Erfassung der Reversibilität der Garndeformationen unter schnell und kurz hintereinander aufgezwungenen Spannungen. Eine bessere Kenntnis über das Verhalten von Garnen unter diesen Bedingungen dürfte erlauben, die Höchstdeformationen und Spannungsbedingungen kennenzulernen, um die *gesuchte Reversibilität* zu gewährleisten. Dieser Hinweis verschiebt das Problem: der Webmaschinenhersteller sollte danach zuerst das Garn studieren und dann die gewonnenen Erkenntnisse in die neue Maschine einbauen.

Die Prüfung der übrigen Eigenschaften, die bevorzugt die Verwebbarkeit der Garne beeinflussen, läßt sich dann vielleicht sogar vereinfachen bzw. mit anderen Zielvorstellungen kombinieren.

4. Grundsätze und Schlußfolgerung

In der Zukunft werden wir es uns noch weniger als heute leisten können, unnötige und/oder nicht zuverlässige Prüfungen durchzuführen. Die Garnprüfung für die modernen Hochleistungswebmaschinen muß aussagekräftig und zuverlässig sein.

Die Prüfung soll vermeiden, daß:

- einerseits Fehler im Gewebe entstehen, wie Streifigkeit oder Webfehler, und
- andererseits Fäden brechen, was obligatorisch zum Webmaschinenstillstand führt.

Da nur die *Schwachstellen* zu Schäden führen, müssen diese ermittelt werden.

Eine 100%ige Prüfung erfaßt die Schwachstellen am besten. Sie erfolgt beim Umspulen. Dabei werden die Schwachstellen durch Spleiße ersetzt, die sich von den übrigen Garnmassen unterscheiden und auch noch etwas weniger fest sind als die Durchschnittsfestigkeit der Garne. Deshalb hat der Durchschnittswert (Mittelwert) allein nur eine beschränkte Aussagekraft, und die Festigkeitsverteilung bedarf der Beachtung. Wenn das geschieht, dürfte eine repräsentative Kontrolle genügen. (Gewichts-)Titer, Massenunregelmäßigkeit, Drehung sowie Strukturparameter sollten sehr zuverlässig bestimmt und statistisch ausgewertet werden, um die Verteilung, das heißt die Schwachstellenbereiche, miteinzubeziehen.

Um jeglichen menschlichen Eingriff bei der Einstellung der Geräte usw. zu vermeiden, kommen in der nahen und

späteren Zukunft nur echte Vollautomaten für die Prüfung in Betracht. Von dieser Überlegung ausgehend, wird die allgemeine Forschung des Labors (Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles) unserer Textilschule betrieben, und es wurde der beschriebene vollautomatische Garnprüfer in Zusammenarbeit mit der Firma Superba entwickelt. Die Resultate werden mit der statistischen Auswertung gedruckt und/oder für die Datensammlung des Betriebes gespeichert.

Das elastische Verhalten im Millisekundenbereich scheint uns ein wichtiges Garncharakteristikum für die Webmaschinenkonstrukteure zu sein, damit sie ihre neuen Maschinen konzipieren können.

Literatur

- 1) Hoffmann; CIBA-Hefte, 84, 12 (1959)
- 2) Schutz, R. A., Drean, J. Y.; Melliand Textilber., Okt. (1984), S. 647
- 3) Schutz, R. A., Renner, M., Drean, J. Y., Le Magnen, J. F.: Ungarische Konferenz über Textiltechnik (Juni 1985)

Vertrauen ist gut,

Vorsorge ist besser

Speziell wenn es um Themen wie Werterhaltung und Betriebsstörungen geht ist der Satz »hätten wir doch« zur Standardformulierung geworden. Korrosionsschutz gegen die Erscheinungsformen Kavitation, Erosion und Spannungsriß wird sehr oft mit fatalen Endfolgen vernachlässigt. Sprechen Sie doch schon vorher mit uns, wenn es darum geht, die Funktionssicherheit von Bauteilen zu erhöhen und das Risiko von Betriebsstörungen und Produktionsausfällen durch Korrosionsschutz entscheidend zu reduzieren. Unser Oberflächenschutz aus

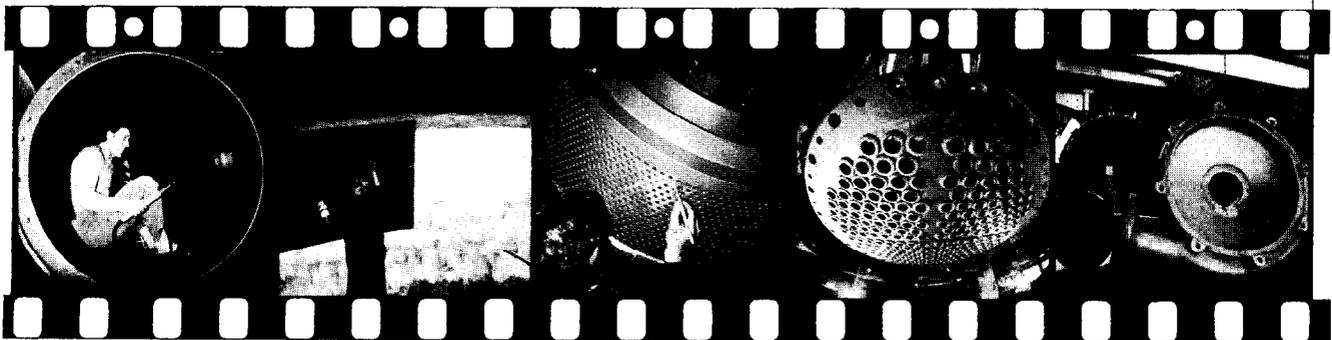
Kautschuk oder Kunststoff gibt Ihnen die Garantie, eine rentable Investition für die Zukunft gemacht zu haben. Beispiele, wo SKG-Oberflächenschutz eingesetzt wird: Kesselwagen/Filtertrommeln/ Spinnbadverdampfer/Beiztürme und -wannen/Galvano-wannen/Säure- und Laugenbehälter/Gewürz-autoklaven/Bleichtürme/Rohrleitungen/Rauchgasentschwefelungsanlagen.

Unser Oberflächenschutz kann sowohl im Werk als auch auf jeder Baustelle mit unseren mobilen Montagetrupps ausgeführt werden.

SKG Oberflächenschutz

Korrosionsschutz
mit Sicherheitsgarantie

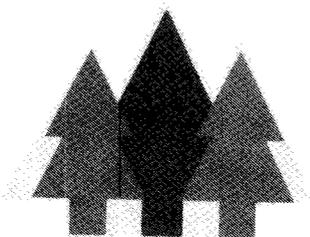
SKG-Schaumstoff- und Kunststoff Ges.m.b.H.
Abteilung Oberflächenschutz
Eduard-Suß-Strasse 19
A-420 LINZ-Wegscheid
Telefon: 0732/81011
Telex: 21485



Fasern und Rohgewebe aus Österreich

Wir weben für Sie!

Rohgewebe für Oberbekleidung, Heim/Haustextilien,
sowie technische Einsatzzecke auf der Basis der
LENZING Viscose - und Modalfasern.



REUTTENER TEXTILWERKE AG
Lindenstraße 31, A-6600 Reutte/Tirol
Teletex (0)61 3567200, Telefon 05672/2414

Fabrics as well as fibers from Austria

We are weaving for you!

Loomstate fabrics for clothing, household textiles
and technical uses on the basis of the famous
LENZING Viscose - and Modal fibers.

Moderne Spinnereimaschinen im Einsatz mit Chemiefasern – Erfahrungen und Wünsche aus der Textilindustrie

Dipl.-Ing. Dietfried Keller, G. Borckenstein & Sohn AG, Neudau/Österreich

Ausgehend von den besonderen Anforderungen, die einem Verkaufsspinner im Hinblick auf hohe Flexibilität und ein hohes, gesichertes Qualitätsniveau gestellt sind, wird über technische Neuerungen in der Garnproduktion nach dem 3-Zylinder-Ringspinnverfahren und dem Kurzstapel-Rotorspinnverfahren berichtet und über erfolgversprechende, noch in Entwicklung befindliche Neuerungen gesprochen.

Die Erfahrungen über die Inbetriebnahme und laufende Wartung moderner, automatisierter Hochleistungsmaschinen werden behandelt und Überlegungen über die Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller und Anwender einerseits sowie Faserlieferanten und Anwender bzw. Maschinenhersteller andererseits vorgebracht.

The speaker reports about technical innovations in the yarn production by means of the cotton spinning system and the short staple open end spinning system and talks about those innovations which are promising but yet in a state of development. He bases his considerations on the special requirements with regard to flexibility and a high, guaranteed quality standard which a sales spinner has to meet.

A further issue is the experience gained from operating and maintaining high performance machines. The speaker finally considers the cooperation among producers of machines and users on the one hand, suppliers of fibres and users or machine producers respectively on the other hand.

In den folgenden Ausführungen soll im wesentlichen die Entwicklung der Ringspinnerei und der Rotorspinnerei erfaßt werden. Die Bereiche der Faseraufbereitung und der Garnweiterverarbeitung in Spulerei und Zwirnerei (Abb. 1), sowie die Behandlung anderer Spinnverfahren werden im Rahmen dieses Vortrages nicht besprochen.

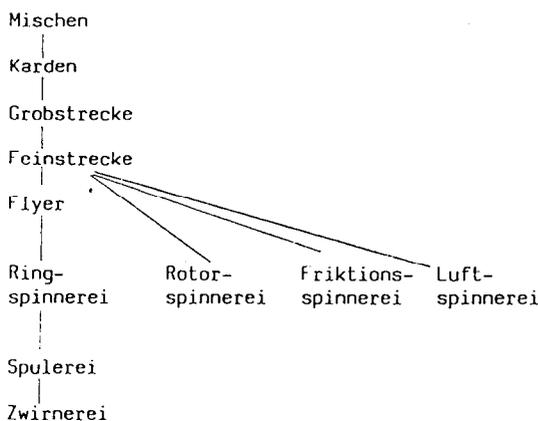


Abb. 1: Chemiefaserverarbeitung (Kurzstapelverfahren)

Um in der Ringspinnerei ein gutes Garn zu spinnen, braucht man ein einwandfreies Vorgarn. Heute wird die Qualität des Vorgarns nur mit kleinen Stichproben, die in

das Prüflabor geholt werden, kontrolliert. Es dauert dadurch sehr lange, bis kleinere Fehler des Vorgarns gefunden werden. In der Ringspinnerei hat man sich weitgehend mit den erhöhten Fadenbruchzahlen zufolge mangelhafter Vorgarne und anderer Störungsursachen abgefunden.

Mit den heute bereits bekannten und technisch erprobten Einrichtungen zur Qualitätsprüfung am laufenden Faden könnte man meiner Meinung nach auch sämtliche Spindeln der Flyer im Vorwerk ständig überwachen (Abb. 2). So wie im Prüflabor könnten damit laufend Qualitätsmängel, wie Dickstellen, Unegalitäten, Flusen und Nummernabweichungen, festgestellt werden. Diese Meßergebnisse würde ein zur Qualitätsüberwachung eingesetzter Prozeßrechner laufend überprüfen und zu Meldungen an den Vorwerkmeister und an das Prüflabor verarbeiten. Diese Stellen bekäme die festgestellten Qualitätsabweichungen mit genauen Angaben der Maschine und der Spindelnummer und die Art und Größe der festgestellten Qualitätsmängel unverzüglich und unmittelbar mitgeteilt (Abb. 3 u. 4). Diese sofortige und umfassende Information der zuständigen Leute müßte dazu führen, daß der Zustand und die Einstellung der Vorwerkmaschinen durchgehend und nachhaltig verbessert werden. Die Ringspinnerei bekäme ein weitgehend fehlerfreies Vorgarn (Abb. 5 u. 6).

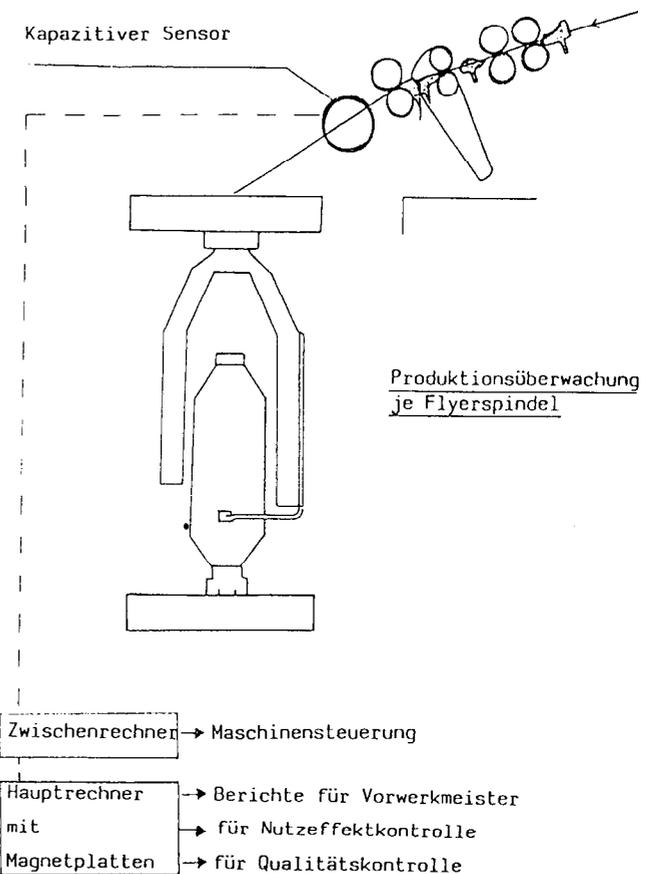


Abb. 2: Produktionsüberwachung je Flyerspindel

Unter dieser Voraussetzung wäre der Weg frei, auch in der Ringspinnerei Aktionen zur Verbesserung der Garnqualität und der Maschinenleistung einzuleiten. Auch in der Ringspinnerei wäre es ähnlich wie an den Vorwerkmaschinen von großem Vorteil, wenn wir die Produktion jeder einzelnen Spindel laufend überwachen könnten. Dazu genügt es, die Häufigkeit der Fadenbrüche je Spindel zu erfassen. Diese Idee ist nicht neu, und es gibt bereits verschiedene Fadenbrucherfassungssysteme. Leider sind diese Ein-

richtungen aber noch nicht so billig oder so gut, daß sie auch tatsächlich im größeren Umfang in den Spinnereien zum Einsatz kommen können.

über Bildschirm oder Drucker:

MASCHINENLEISTUNG

- Nutzeffekt
- Zahl der Stillstände, unterteilt nach Ursachen
- Drehzahl
- Spulenlänge der letzten Abzüge
- Produktion
- schlecht laufende Spindeln
- leer laufende Spindeln

QUALITÄTSKONTROLLE

- durchschnittliche Qualität
 - Ungleichmäßigkeit
 - periodische Schwankungen
 - evt. Fehlverzüge u. Noppigkeit
- Spindeln mit schlechten Qualitätswerten

Abb. 3: Elektronische Flyerüberwachung – Informationsausgabe (1)

Auf der letzten ITMA wurde unter anderem auch ein Prototyp einer Fadenbruchüberwachung (Abb. 7) gezeigt, die kombiniert war mit einer Luntentoppeinrichtung (Abb. 8 u. 9). Mit dieser Zusatzeinrichtung für Ringspinnstreckwerke wird die Einspeisung von Vorgarn in das Streckwerk bei Fadenbruch gestoppt und damit die Gefahr einer Wickelbildung vermindert (Abb. 10). Diese Einrichtung wird nunmehr zum Kauf angeboten. Der Hersteller rechnet glaubwürdig vor, daß die Investition in zwei bis drei Jahren amortisiert werden kann (Abb. 11 u. 12). Aus der Reihe der erzielbaren Einsparungen möchte ich folgende nennen:

- Die zentrale Betriebsdatenerfassungsanlage registriert alle Fadenbrüche und meldet alle Spindeln mit erhöhter Fadenbruchhäufigkeit. Dadurch können alle Fehler am Streckwerk und an den Spinnereinrichtungen vom Instandhaltungspersonal mit geringem Aufwand rasch und gezielt beseitigt werden.
- Da Wickel nicht mehr vorkommen, entfallen auch die Beschädigungen der Streckwerke bei der Beseitigung der Wickel.
- Die Spinnerinnen brauchen nicht mehr so oft um die Ringspinnmaschinen gehen, um Fadenbrüche und Wickel möglichst rasch zu beheben, weil während des Fadenbruches das unversponnene Vorgarn nicht mehr als Abfall in die Absauganlage läuft.

Auf lange Sicht erwartet man von der ständigen Überwachung der Fadenbrüche und auch der Qualität der Vorgarnspulen, daß die Ursachen für Fadenbrüche genau erkannt und beseitigt werden. Als Ergebnis dieser Maßnahmen zur Fadenbruchvermeidung müßten wir letztendlich zu einer Spinnerei fast ohne Fadenbrüche kommen. Das ist für die Textilindustrie heute noch eine utopische Vorstellung. In anderen Industriesparten ist es aber bereits gelungen, Produktionsstörungen praktisch auszuschalten.

Elektronische Geräte werden ständig leistungsfähiger, und trotzdem sinken die Preise jährlich um durchschnittlich

ungefähr 1/5 ab. Es werden immer wieder neue, oft überraschend raffinierte Meßmethoden gefunden, mit denen die benötigten Informationen zur Produktionsüberwachung auf einfache Weise und ohne Beeinträchtigung der Produktion gewonnen werden können. In den nächsten Jahren werden sicher noch weitere Systeme zur Fadenbrucherkennung an Ringspinnmaschinen mit Luntentoppeinrichtungen auf den Markt kommen, und diese Einrichtungen werden auch immer billiger zu haben sein.

am Flyer:

Anzeige der Stillstandsursache:

- Auslaufen einer Lunte
- Luntentoppeinrichtung
- Luntentoppeinrichtung am Flügel
- volle Spule

Anzeige der gestörten Spindel

Abb. 4: Elektronische Flyerüberwachung – Informationsausgabe (2)

über Bildschirm oder Drucker:

- Fadenbruchhäufigkeit
- Langzeitschwankungen der Fadenbruchhäufigkeit
- schlecht laufende Spindel
- leer laufende Spindel
- durchschnittl. Zahl der nicht arbeitenden Spindeln
- Copslaufängen
- Anspinnfadenbrüche
- Maschinenstillstände
- Absetzstillstände
- Nutzeffekt
- Produktion

Abb. 5: Fadenbruchüberwachung – Informationsausgabe (1)

Anzeigen an der Ringspinnmaschine:

- Zahl der Fadenbrüche
- Sektionen mit erhöhten Fadenbrüchen
- schlecht laufende Spindeln

Abb. 6: Fadenbruchüberwachung – Informationsausgabe (2)

Wenn Fadenbrüche nur noch ganz selten vorkommen, dann müßte auch der Weg frei werden für weitere Verbesserungen im Spinnprozeß. Viele Entwicklungen sind schon seit langem auf dieses Ziel gerichtet, wie etwa besonders konstruierte und gefertigte Spinnringe und Läufer, umlaufende Spinnringe, geschmierte Balloneinengungsringe oder Regelantriebe, mit denen die Spindeldrehzahl ständig

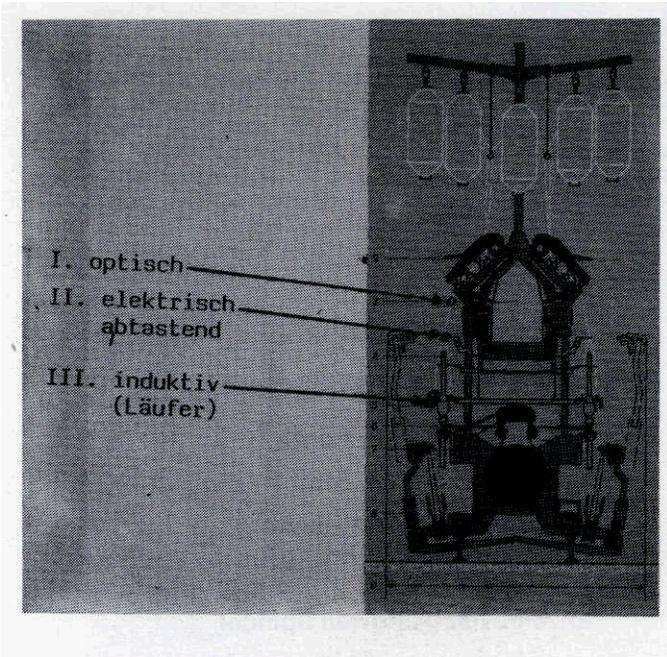


Abb 7: Fadenbrucherkennung an Ringspinnmaschinen (technische Möglichkeiten)

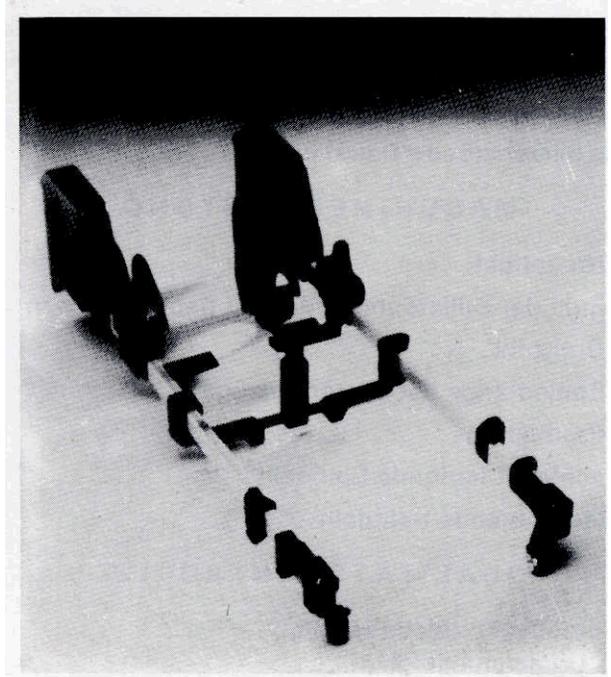


Abb. 9 Luntentopp RM von SKF
Luntentopp-Set: Ausführung links;
Ausführung rechts, Verbindungsteil

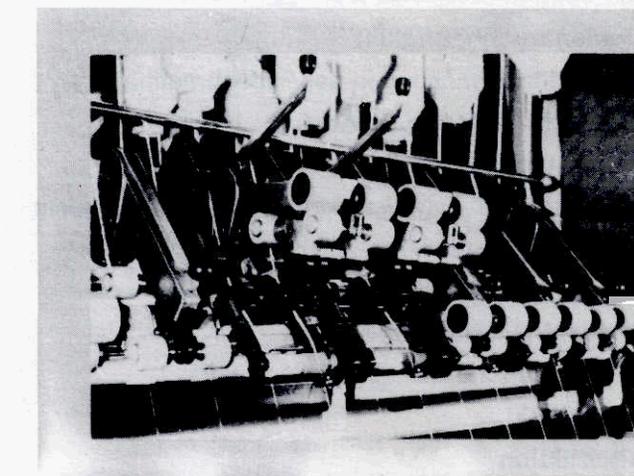


Abb. 8: Luntentopp RM von SKF

Vorteile:

- keine Wickel
- keine Beschädigung von
 - Rollen
 - Unterriemchen
 - Streckwerksarmen
- keine Absaugabfälle
- keine Kontrollrundgänge
- erleichtertes Anspinnen
- keine Fadenbruchabsauganlagen

Abb 10: Vorteile von Luntentopp

nachgeregelt werden kann. Solange der Zustand der Läufer und die Stellung der Ringbank günstig ist und auch die Fadenbruchhäufigkeit niedrig liegt, kann die Drehzahl vorübergehend erhöht werden. In jüngster Zeit werden Antriebsmotoren für Ringspinnmaschinen mit elektronischer Drehzahlregelung angeboten, die ohne Energieverluste und praktisch ohne Verschleiß arbeiten und auch nicht zu teuer sind. Die Steuerung der Drehzahl besorgt ein Mikroprozessor.

Neben diesen Bemühungen, die Fadenbrüche zu senken und die Maschinenleistung zu steigern, zielt eine dritte Entwicklungsrichtung auf die Senkung des Bedienungsaufwandes ab. In absehbarer Zeit werden wir auch von europäischen Maschinenherstellern ausfahrbare Ringspinn-gatter angeboten bekommen. Wenn die Flyerspulen leer-gelaufen sind, wird das abgearbeitete Gatter ausgefahren und ein Gatter mit vollen Flyerspulen eingefahren. Am Rande der Ringspinnerei wechselt dann ein Bestückungs-automat die leeren Flyerspulen in den ausgefahrenen Gat-tern gegen volle Spulen aus.

Auf der letzten ITMA wurde auch bereits gezeigt, daß das Reinigen der Flyerhülsen, der Rücktransport zum Flyer, der Spulenwechsel am Flyer und der Rücktransport der vollen Spulen zur Ringspinnerei vollautomatisierbar ist. Trotz des großen Interesses der Spinner für die Automatisierung und trotz der derzeit auch gegebenen Investitionsbereitschaft haben die neuen Flyer mit automati-scher Absetzeinrichtung und der automatische Transport der Flyerspulen bis in die Ringspinnmaschinen in den euro-päischen Spinnereien noch kaum Eingang gefunden. Die für japanische Verhältnisse entwickelten und dort —ro-boten Maschinen decken die in Europa gegebenen Anfor-derungen anscheinend nicht ganz ab. Europäische Entwick-lungen in dieser Richtung sind mir derzeit nicht bekannt.

Ein weiterer Schritt zur Rationalisierung der Arbeit in der Ringspinnerei wird durch den Zusammenbau je einer klei-nen Spulmaschine mit einer Ringspinnmaschine erreicht. Solche Verbundmaschinen werden derzeit auch bereits in Europa serienmäßig hergestellt (Abb. 13 u. 14).

Modellfall	Fadenbrüche pro 1000 Sph	Wickel		Arbeitsstdn pro Woche
		%	pro 1000 Sph	
I	30	8	2,4	120
II	30	25	7,5	120
III	50	25	12,5	120
IV	50	40	20	120
V	50	40	20	80+40 bedienfrei

Fadenbruchhäufigkeit: 20/1000 Spi-h
 Vorgarngewicht: 1600 g
 Rundenzeit: 30 min

Arbeitsstdn pro 100 kg 1 2

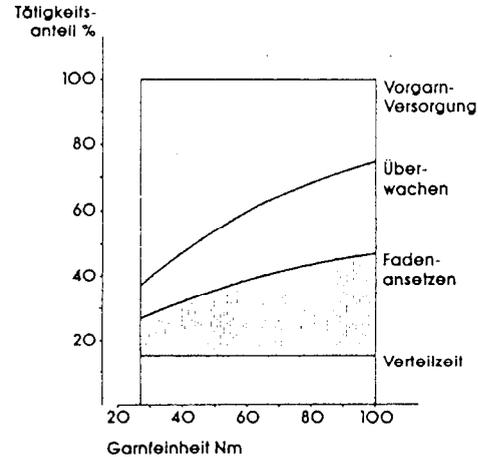
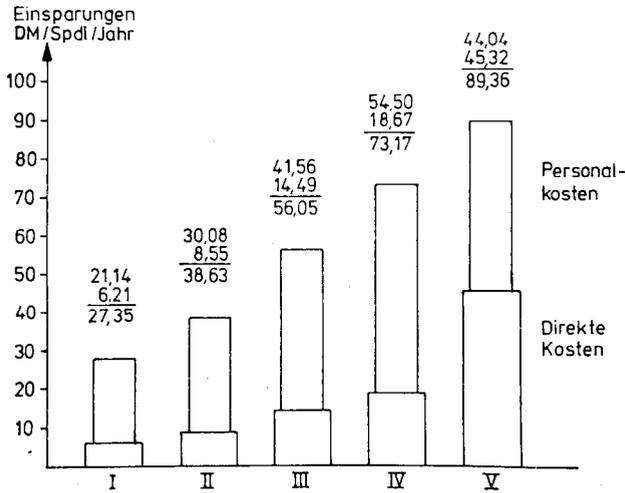


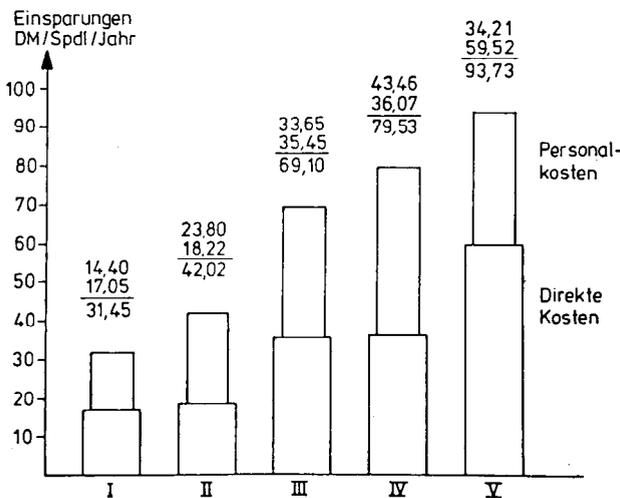
Abb. 13: Bedienungsaufwand an laufenden Ringspinnmaschinen



20 HM / 75 HM / Wickel
 Rohstoffpreis: DM 3,80 kg
 Abfallerlös: DM 0,50 kg

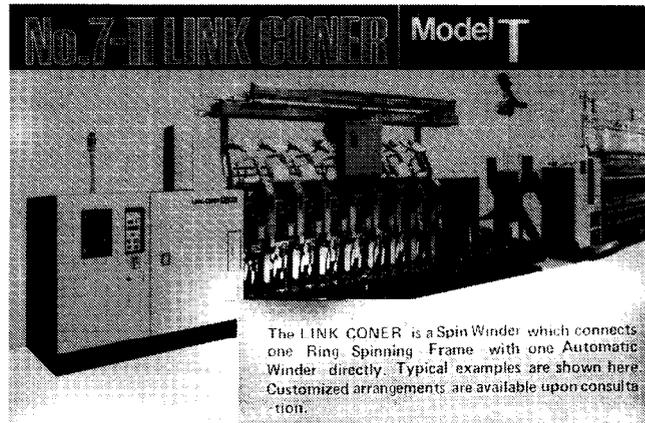
Abb. 11: Einsparungen durch Luntentopp (1)

Modellfall	Fadenbrüche pro 1000 Sph	Wickel		Arbeitsstdn. pro Woche
		%	pro 1000 Sph	
I	15	1	0,15	120
II	15	30	4,5	120
III	30	30	9	120
IV	30	50	15	120
V	30	50	15	80+40 bedienfrei



20 HM / FB; 75 HM / Wickel
 Rohstoffpreis: DM 10,00 / kg
 Abfallerlös: DM 0,50 / kg

Abb. 12: Einsparungen durch Luntentopp (2)



The LINK CONER is a Spin Winder which connects one Ring Spinning Frame with one Automatic Winder directly. Typical examples are shown here. Customized arrangements are available upon consultation.

Abb. 14: Japanische Verbundmaschine (Murato)

Die Gefahr von Garnverwechslungen beim Weg von der Ringspinnerei in die Spulerei fällt ganz weg. Fehler im Garn und im Kopsaufbau, die zu Fadenbrüchen in der Spulerei führen, können von einem Prozeßrechner an der Spulmaschine sofort erkannt und gemeldet werden. Es müßte sogar möglich werden, daß der Rechner angibt, an welcher Ringsspindel der Fehler gesucht werden muß.

Diese Vorteile und die Arbeitseinsparung sind so hoch, daß man ausgediente, ältere Ringspinn- und Spulmaschinen künftig meistens durch Verbundmaschinen ersetzen wird.

Aber auch mit diesen neuen Verbundmaschinen bleiben den Spinnerinnen noch eine Reihe von Arbeiten, die vorerst noch nicht vorteilhaft automatisiert werden können (Abb. 15). Beim Vorgarnwechsel müssen die Luntten von Hand aus angedreht werden. Wir werden nie ganz vermeiden können, daß es beim Anspinnen nach dem Kopswechsel und während des Spinnens mit hohen Drehzahlen Fadenbrüche gibt. Sie werden auch weiterhin besser noch von Hand aus behoben werden. Die Endkontrolle des fertiggespulten Garnes auf Spulfehler kann ebenfalls noch kein Automat übernehmen. Dagegen bestehen gute Aussichten, daß spezielle Maschinen die fertigen Kreuzspulen für den

Abtransport ins Lager und weiter zu den Webern und Strickern auf Paletten automatisch abstellen werden. Seit der letzten ITMA hat die Roboterindustrie, insbesondere auch in Europa, gewaltige Fortschritte gemacht. Es werden heute schon zahlreiche, sehr rasch arbeitende, sehr wendige und leicht programmierbare Handhabungsgeräte angeboten. Auch geht die Entwicklung dahin, daß diese Geräte im begrenzten Umfang mit speziellen Sensoren „sehen“ können und damit ihre Arbeit selbst überwachen.

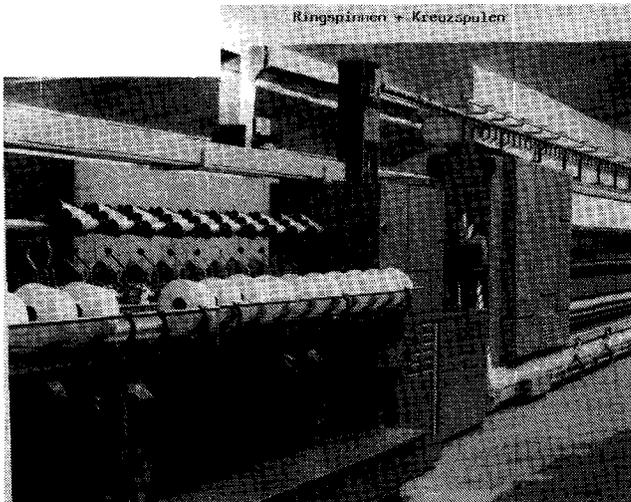


Abb. 15: Deutsche Verbundmaschine (Schlafhorst)

Die voraussehbare Entwicklung der Ringspinnerei kann mit einer allgemeinen Bemerkung abgeschlossen werden. Alles deutet darauf hin, daß sich das Ringspinnverfahren auch weiterhin gegen die einfacheren Spinnprozesse, wie Rotorspinnen und Friktionsspinnen, in Teilbereichen des Garnmarktes behaupten wird. Ringgarne haben wegen der weitgehend parallelisierten Fasern besondere Eigenschaften, die einen höheren Preis rechtfertigen.

Trotzdem werden die Ringspinner aber voraussichtlich sehr bald gezwungen sein, ihre Produktionskosten durch Modernisierung und Rationalisierung stark abzusenken, um nicht zu viele Marktanteile an das Rotorspinnen und vielleicht auch an das Friktionsspinnen und das Luftspinnen zu verlieren.

Während in der Entwicklung der Ringspinnerei noch ein weiter Weg vor uns liegt, ist das relativ junge Rotorspinnverfahren in bezug auf die elektronische Überwachung der Produktion und der Garnqualität bereits ausgereift. Die weitgehend automatisierten Rotorspinnmaschinen verschiedener Hersteller erzeugen mit geringstem Arbeitsaufwand im Dauerbetrieb verlässlich erstklassige Garne. Die aktuellen Probleme der Rotorspinnerei sind ganz andere. Die extrem hohen Spinnengeschwindigkeiten und die hohe Garnproduktion je Spinnstelle führen zu einem bisher noch nicht gekannten hohen Verschleiß an Arbeitsorganen und Antriebsselementen. Ersatzteilkosten von über 5 % des Maschinenwertes pro Jahr – allerdings bezogen auf einen Vierschichtbetrieb – belasten die Garnkalkulation spürbar. Speziell bei der Verarbeitung von Chemiefasern kommt es manchmal zu außerordentlich raschem Verschleiß von Auflösewalzen, Spinndüsen und Rotoren, Rotorlagerungen sowie diversen Antriebsriemen. Vermutlich spielen chemische Einflüsse und höhere Reibungswerte eine wichtige Rolle.

Manchmal ist es auch schwierig, die Anspinnautomaten oder andere Einrichtungen so einzustellen, daß sie einwandfrei arbeiten. Durch die hohen Spinnengeschwindigkeiten kann es zu Vibrationen kommen, die Umbauten, z. B. an den Spulenbehältern, erforderlich machen.

Die Maschinenfabriken reagieren im allgemeinen auf solche Schwierigkeiten rasch und erfolgreich. Sie entsenden

gut ausgebildete Fachmonteure und tauschen schlecht arbeitende Teile gegen verbesserte Konstruktionen aus. Vielfach erhält der Spinner diese Serviceleistungen gratis oder zu stark reduzierten Preisen. Diese neue Form des Kundendienstes und der Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller und Anwender hat große Vorteile. Ihr ist es sicher mit zu verdanken, daß der Siegeszug der Rotorspinnmaschinen bisher so rasch vorangeht. Die Maschinenfabriken stehen dadurch vor dem Problem, ihre Serviceabteilungen ständig zu vergrößern und sich immer mehr mit diffizilen Sonderproblemen der Anwender zu befassen. Da kann es leider auch vorkommen, daß die Beseitigung von Störungen oder technischen Mängeln viele Monate dauert.

Chemiefaserspinnereien müssen von neuen Textilmaschinen verlangen, daß sie auch für die Verarbeitung von Chemiefasern bestens geeignet sind. Chemisch hergestellte Fasern haben hinsichtlich ihrer Verspinnbarkeit trotz aller bisher erreichten Verbesserungen häufig einige Eigenschaften, die sie deutlich von Baumwolle unterscheiden, wie

- elektrostatische Aufladung,
- Neigung zum Anlegen an Kardengarnituren,
- höherer Verzugswiderstand,
- Anscheuern der Garne,
- schwieriger Spulenaufbau wegen verrutschender Garnlagen, Empfindlichkeit gegen Raumklima,
- starke Abnutzung von Maschinenteilen.

Für die Spinner ist es entscheidend wichtig, daß die Chemiefasern in einer verlässlich gleichbleibenden und guten Faserqualität angeliefert werden.

In den komplizierten Prozessen zur Herstellung der verschiedenartigen Chemiefasern gibt es eine Unzahl von Störungsmöglichkeiten. Störungen in der Faserproduktion bewirken aber häufig Veränderungen der Fasern oder der Faserpräparation, die im Faserwerk mit den verfügbaren technischen Mitteln gar nicht erkannt werden können. In der Spinnerei führen aber solche, oft nur geringfügig erscheinende Veränderungen, zu großen Schwierigkeiten:

- Wenn sich die Flocken schlecht öffnen lassen, werden die Fasern zerrissen, und es bildet sich zusätzlicher Abfall und Faserflug.
- Wenn die Fasern die Garnituren der Karden verlegen, muß die Produktion stark heruntergesetzt werden. Außerdem können an Karden Vlies- und Bandbrüche den Nutzeffekt und die Garnqualität stark beeinträchtigen.
- Wenn die Fasern zum Wickeln an Zylindern und Rollern neigen, gibt es an den verschiedenen Streckwerken, insbesondere an den Grob- und Feinstrecken, unangenehme Produktionsstörungen.
- Fasermaterial, das im Vorwerk nur mit Schwierigkeiten verarbeitet werden kann, ist meistens so geschädigt, daß es auch in der Spinnerei zu höheren Fadenbrüchen führt. Die Garne werden ruppig, noppig, haarig und sehr unegal, die Festigkeit sinkt ab. Der erhöhte Spinnflug zwingt zu bedeutenden zusätzlichen Reinigungsarbeiten.
- Schlecht verziehbare Fasern führen zu Verzugsstörungen und zwingen zur Produktionsverringerung im Vorwerk und in der Ringspinnerei.

Auch die Rotorspinnerei ist sehr empfindlich gegen verschiedene Qualitätsschwankungen. Auch hier können sich die Auflösewalzen mit Fasern anlegen und die Fadenbruchzahlen durch Faserverklebungen auf ein Vielfaches ansteigen.

Nach dem heutigen Stand der Technik der Faserherstellung kann sich der Garnspinner nicht darauf verlassen, immer Flocken mit völlig gleichbleibender, einwandfreier Qualität angeliefert zu bekommen (Abb. 16). Er ist daher gezwungen, zum Schutz vor einem totalen Zusammenbruch der Produktion wegen Fasermängeln zusätzliches Personal zu ständiger Qualitäts- und Produktionsüberwa-

chung und für Spinnversuche zu halten. Auch Produktionsstörungen müssen mit zusätzlichem Personal abgefangen werden. Darüber hinaus muß er bei Verarbeitungsschwierigkeiten den Spinnplan ändern, die Maschinengeschwindigkeiten heruntersetzen und einen schlechteren Nutzeffekt in Kauf nehmen. Die Vorkehrungen gegen allfällige Schwierigkeiten kosten Geld und werden in der Kalkulation dem Faserpreis zugerechnet (Abb. 17). Darüber hinaus lastet der Garnerzeuger dem Faserlieferanten auch noch das Risiko allfälliger Schadenersatzforderungen seitens seiner Garnkunden an, wenn die Ursache der Reklamation auf abweichende Fasereigenschaften zurückgeführt werden muß.

Aufgabe	verbleibende Handarbeit
Fadenbrüche beheben	ca. 15% Streckwerksreinigung Läuferkontrolle Fehler des Automaten
Vorgarnspulen wechseln	ca. 15% Luntten ansetzen
Copse absetzen	ca. 15% Überwachung der Dofferarb. Anspinnfadenbrüche
Läuferwechsel	ca. 80% alte Läufer entfernen, neue einsetzen
Maschinenreinigung	ca. 10% Gestell reinigen, aufkehren
Instandhaltung	ca. 90% Roller schleifen Maschine justieren, Teile austauschen
Material Transporte	ca. 10% Geräte steuern u. überwachen

Abb. 16: Handarbeit an automatischen Ringspinnmaschinen

kungen der Chemiefasern so weit einzugrenzen, daß schwerere Produktionsstörungen in den Spinnereien verläßlich nicht mehr vorkommen.

Damit wurde leider zu viel von Wünschen eines Spinners und von gelegentlichen Schwierigkeiten erzählt. Die ganz großen Fortschritte, die der Maschinenbau und die Fasererzeugung in den letzten Jahren gemacht haben, blieben zu wenig beachtet und wurden zu wenig gewürdigt. Sie sind allgemein schon so bekannt, und wir haben uns daran schon so gewöhnt, daß wir sie als etwas Selbstverständliches hinnehmen. Die hohe Leistung der Vorlieferanten läßt

- Ständige Qualitätskontrolle in allen Verarbeitungsstufen
mit genauen Aufzeichnungen
- Ständige Maschinenbeobachtung
auf Störungen und Faserflug
- Personalreserven für
Unterbrechen schlechter Partien
- Getrennthalten verschiedener Anspinnungen
zusätzliche Reinigungsarbeiten
(Garnituren, Streckwerksteile)
- Anpassung der Einstellungen von
Maschinen und Klimaanlage
- Senkung der Maschinengeschwindigkeiten
- Änderung der Spinnpläne
- Kundendienst

Abb. 17: Vorkehrungen gegen unzulässige Qualitätsschwankungen in Spinnfasern

Die rasche Reaktion auf Reklamationen und die gute entgegenkommende Zusammenarbeit beim Aufsuchen und bei der Behebung der Ursachen von technischen Schwierigkeiten sind ganz wesentlich für den weiteren technischen Fortschritt. Wünschenswert wäre, daß die Faserhersteller auch dem Garnspinner und dem Maschinenhersteller mehr Einblick in die technischen Probleme und Schwierigkeiten auf ihrer Seite geben würden.

Das Ziel dieser Zusammenarbeit müßte es sein, die Verarbeitbarkeit der Chemiefasern auf Spinnereimaschinen ohne Beeinträchtigung der Garneigenschaften noch wesentlich zu verbessern und insbesondere die Qualitätsschwankungen

sich aber daran ablesen, daß die Qualität der Garne ständig besser wird und die Preissteigerung für Garne deutlich hinter den Lohnerhöhungen zurückbleiben.

Meine Ausführungen beanspruchen keine allgemeine Gültigkeit, sie beziehen sich auf meine derzeitigen Erfahrungen in einem engen Bereich der Textilindustrie. Ich habe mich von der Aufforderung des Veranstalters dieser Tagung leiten lassen, meine Gedanken zu den gestellten Fragen offen auszusprechen, ohne sie gegen mögliche Irrtümer abzusichern. Ich bin daher auch bereit, meine Ansichten zu korrigieren und andere Erfahrungen gelten zu lassen.

Auswirkungen von Fadenbrüchen beim Ring- und OE-Rotorspinnen auf die Garn-eigenschaften und das Laufverhalten in Webereivorbereitung und Weberei

Dipl.-Ing. Stefan Schlichter, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen, Bundesrepublik Deutschland
Prof. Dr. Ing. Joachim Lünenschloß

Durch Fadenbrüche und ihre Beseitigung wird die Wirtschaftlichkeit in der Spinnerei und den weiteren Verarbeitungsstufen sowie die Qualität der produzierten Ware beeinträchtigt. Von dort kommt der Frage des Einflusses der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen auf das Laufverhalten in der Weiterverarbeitung eine entscheidende Bedeutung zu.

In Industrierversuchen wurden für Ring- und OE-Rotorgarne (mit Ausnahme der Schlichterei) für die Weiterverarbeitungsstufen Webereivorbereitung (Spulerei, Zettlerei) sowie Weberei (Kette und Schuß) Unterschiede im Laufverhalten zu Ungunsten der fadenbruchbehafteten Spulen im Vergleich zu den fadenbruchfreien Spulen der gleichen Partie festgestellt.

Ergänzende Laboruntersuchungen an Ring- (Kurzstapel- und Kammgarne) und OE-Rotorgarnen zeigten, daß die Garneigenschaften sich insgesamt in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit verschlechterten. Als Indikator für die fadenbruchabhängigen Unterschiede zwischen den Spulen sind besonders die Garnfehlerwerte aus der Classimat-Prüfung, die Schwachstellenzahlen der Dehnkraftprüfung am Autometer sowie bei einigen Garnen die Dick- und Dünnstellenzahlen und die Masscnungleichmäßigkeit anzusehen, während alle anderen Garneigenschaften zwischen den Gruppen unverändert blieben.

Durch die Beimischung von Polyesterfasern werden, abweichend von der Baumwollverspinnung, die Unterschiede zwischen den Garnen mit und ohne Spinnfadenbrüche verkleinert.

Due to yarn breaks and their elimination the efficiency in spinning and the following steps of processing as well as the quality of produced goods are diminished. Therefore the question of the influence of yarn breaks in spinning on the running behavior in subsequent treatment is of major importance.

In mill trials with ring- and OE-rotor yarns (with exception of sizing) for the processing steps weaving preparation (winding, beaming) as well as weaving (warp and weft) differences in the running behavior in disfavour of the cones with yarn breaks compared with cones without yarn breaks of the same consistent quality have been found.

Additional laboratory tests with ring yarns (short stapel, combed) and OE-rotor yarns revealed, that the yarn properties on the whole worsened in dependence of the frequency of yarn breaks. As an indicator for the differences dependent on the frequency of yarn breaks mainly the values of yarn faults from Classimat-testing, the number of weak spots in strain testing at the Autometer as well as for some of the yarns the thin and thick spots and the coefficient of mass variation can be considered, whereas the other yarn characteristics between the groups were unchanged.

By adding polyester fibers – in contrast to cotton spinning – the differences between yarn with and without yarn breaks were reduced.

1. Einleitung

Neben der Steigerung der Produktionsleistung der Maschinen in allen textilen Verarbeitungsstufen gilt das Interesse der Textilindustrie und des Textilmaschinenbaues in den letzten Jahren verstärkt qualitäts- und nutzeffektsteigernden Maßnahmen. Eine bedeutende Rolle spielt in diesem

Zusammenhang die Vermeidung bzw. Minimierung von Stillstandszeiten (Außerproduktionszeiten) der Fertigungsmaschinen. Zu nennen sind hier Stillstände durch Umrüstung, Beschickung, Entsorgung, Wartung, Instandsetzung und aufgrund von Produktionsstörungen. Während für die erstgenannten Stillstandsursachen Maßnahmen zur Erhöhung der Fertigungsqualität der Maschinen sowie Optimierungen der Organisation und der Steuerung des Materialflusses drastische Verkürzungen der Stillstandszeiten bewirken können, gilt es, die Stillstandszeiten aufgrund von Produktionsstörungen nicht nur in ihrer zeitlichen Auswirkung (z. B. durch Automatisierung), sondern auch in ihren Ursachen zu bekämpfen.

Für das Auftreten von Fadenbrüchen, die den bedeutendsten Anteil an den Produktionsstörungen haben, wurden daher für alle Verarbeitungsstufen umfassende Analysen der Ursachen durchgeführt. Obwohl durch diese Arbeiten viele maschinen-, material- und verfahrensbedingte Einflüsse auf die Fadenbruchart, -dauer und -häufigkeit festgestellt werden konnten, lassen sich fadenbruchfreie Prozesse nach wie vor nicht realisieren.

Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, daß der Fadenbruch nicht nur als eine Störung des betroffenen Prozeßablaufs angesehen wird, sondern auch in seiner Auswirkung auf die nachfolgenden Verarbeitungsstufen untersucht wird. Diese Auswirkungen können nämlich – durch die unterschiedlichen Kosten von Fadenbrüchen in den verschiedenen Verarbeitungsstufen bedingt – größer sein als der Schaden durch die Unterbrechung des Prozesses, in dem sich der Fadenbruch ereignete. Die Abbildung 1, in der die Anteile der einzelnen Fertigungsbereiche an den Gesamtfadenbruchkosten aufgetragen sind, verdeutlicht, daß besonders die Auswirkungen der Spinnerei auf das Laufverhalten in den weiteren Verarbeitungsstufen, und hier besonders in der Weberei, von Interesse sind, da dort besonders hohe durch einen Fadenbruch verursachte Kosten entstehen.

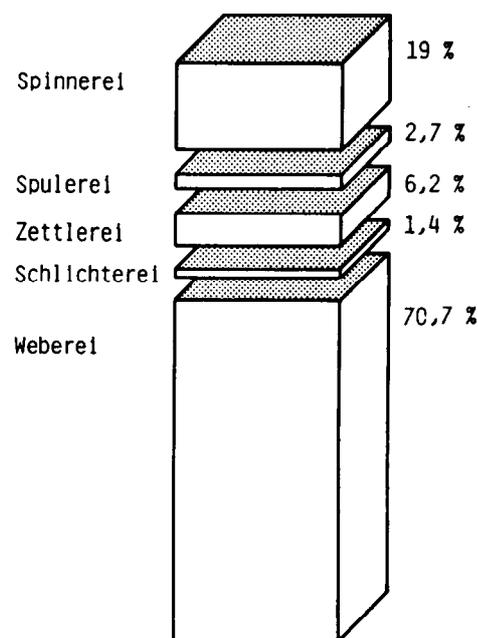


Abb. 1: Anteil der einzelnen Fertigungsbereiche an den Gesamtfadenbruchkosten (nach G. Egbers, 1979)

Für die Einflußgrößen Material und Maschine im Spinnprozeß wurden schon einige Untersuchungen zur Auswirkung auf das Prozeßverhalten in der Weiterverarbeitung

durchgeführt^{1, 2}. Offen blieb jedoch bisher die Frage nach dem direkten Einfluß fadenbruchbehafteter Garnspulen, die trotz Optimierung aller Einflußgrößen in der Spinnerei nach wie vor anfallen, auf die Laufeigenschaften in den folgenden Prozeßstufen im Vergleich zu den fadenbruchfreien Spulen der gleichen Spinnpartie.

Untersuchungen von Felix und Harzenmoser^{3, 4} gaben hier erste Hinweise auf schlechtere Garneigenschaften fadenbruchbehafteter Spulen. Das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen führte hierdurch, angeregt in Zusammenarbeit mit vollstufig aufgebauten Betrieben, im Ring- und OE-Rotorgarnsektor Versuche durch, in denen fadenbruchbehaftete und fadenbruchfreie Spulen aus der Spinnerei getrennt weiterverarbeitet und bezüglich ihres Laufverhaltens in der Weiterverarbeitung beobachtet wurden. Das Ergebnis dieser Untersuchungen soll im folgenden nur kurz zusammenfassend dargestellt werden (siehe Lit. 5 u. 6), während der Schwerpunkt der Ausführungen auf die Klärung der Ursachen für das Laufverhalten der fadenbruchfreien und fadenbruchbehafteten Garne in der Weiterverarbeitung gelegt wird. Zur Beantwortung dieser Frage wurden weitergehende Untersuchungen durchgeführt, die sich mit den Auswirkungen des Anspinners auf das Prozeßverhalten in der Weiterverarbeitung sowie den garntechnologischen Untersuchungen beschäftigen.

2. Untersuchungen des Laufverhaltens ring- und OE-rotorgespinnener Garne in Webereivorbereitung und Weberei

Für die Versuche in der Ring- und OE-Rotorspinnerei wurde eine Weiterverarbeitungsfolge über Zettlerei und Schlichterei zur Kette gewählt, während Versuche zur Verarbeitung der Garne im Schuß nur für OE-Rotorgarne durchgeführt wurden. In Abbildung 2 sind die weiteren Versuchsdaten für die Betriebsversuche aufgeführt. An der Ringspinnmaschine wurden je 55 kg fadenbruchfreies und fadenbruchbehaftetes Garn aussortiert, wobei der Fadenbruchgrenzwert zur Aussortierung fadenbruchbehafteter Spulen bei einem Fadenbruch pro Cops festgelegt wurde. Der Versuchsumfang für die Rotorgarnuntersuchung war dagegen mit je 3,65 t für die Kettuntersuchungen und 0,75 t für die Schlußuntersuchungen weitaus größer als im Ringspinnbereich. Der Fadenbruchgrenzwert wurde bei drei Fadenbrüchen pro Spule festgelegt. Die Ringgarne wurden auf einer Luftdüsenwebmaschine Rütli L 5000, die OE-Rotorgarne auf verschiedenen Projektionwebmaschinen der Typen Sulzer PU und Sulzer PS verarbeitet. Es wurde ein Ringgarn der Feinheit 12,5 tex (Nm 80) aus einer gekämmten Baumwollqualität gesponnen sowie ein Rotorgarn der Garnfeinheit 35,7 tex (Nm 28) aus kardierter Baumwolle.

In Abbildung 3 ist das Prozeßverhalten der Ringgarne in Spulerei, Zettlerei, Schlichterei und Weberei in einer Übersicht zusammengestellt. Die Anzahl der Garnfehlerschnitte beim Spulen ist beim fadenbruchbehafteten Garn etwa dreimal größer als bei den fadenbruchfreien Copsen, d. h., daß das fadenbruchbehaftete Garn um den Faktor 3 mehr Garnfehler aufwies, die über der gewählten Reinigereinstellung lagen.

In der Zettlerei wurden Zettelbäume hergestellt, die zur einen Hälfte aus fadenbruchfreiem und zur anderen Hälfte aus fadenbruchbehaftetem Garn bestanden. Für jede Hälfte wurden die Zettelfadenbrüche getrennt aufgenommen. Obwohl das Niveau der Fadenbruchzahlen bei der relativ gering gewählten Zettelgeschwindigkeit nicht sehr hoch war und keine eindeutige Absicherung des Unterschiedes gegeben ist, wiesen auch hier die Spulen mit Fadenbruch ein um den Faktor 3 bis 4 schlechteres Fadenbruchverhalten auf. In der Schlichterei traten keine Störungen auf, die auf einen Unterschied im Laufverhalten zwischen den beiden Kethälften schließen lassen.

	RINGSPINNEREI	OE - ROTORSPINNEREI
Garn	Baumwolle, gekämmt 12,5 tex (Nm 80)	Baumwolle, kardiert 35,7 tex (Nm 28)
Versuchsmenge	Je 55 kg fadenbruchfreies und fadenbruchbehaftetes Garn	Je 4,35 t fadenbruchfreies und fadenbruchbehaftetes Garn (0,75 t für Schuß- und 3,6 t für Kettversuche)
Fadenbruchgrenze	≥ 1 Fdb / Cops	≥ 3 Fdb / Spule
Verarbeitungsfolge	<pre> Spinnerei Spulerei Zettlerei Schlichterei Weberei (Kette) </pre>	<pre> Spinnerei / \ Zettlerei Weberei (Schuß) Schlichterei Weberei (Kette) </pre>
Webmaschine	Luftwebmaschine (Rütli L 5000)	Projektionwebmaschine (4 Sulzer PU 3 Sulzer PS)

Abb. 2: Versuchsdaten für die Betriebsversuche

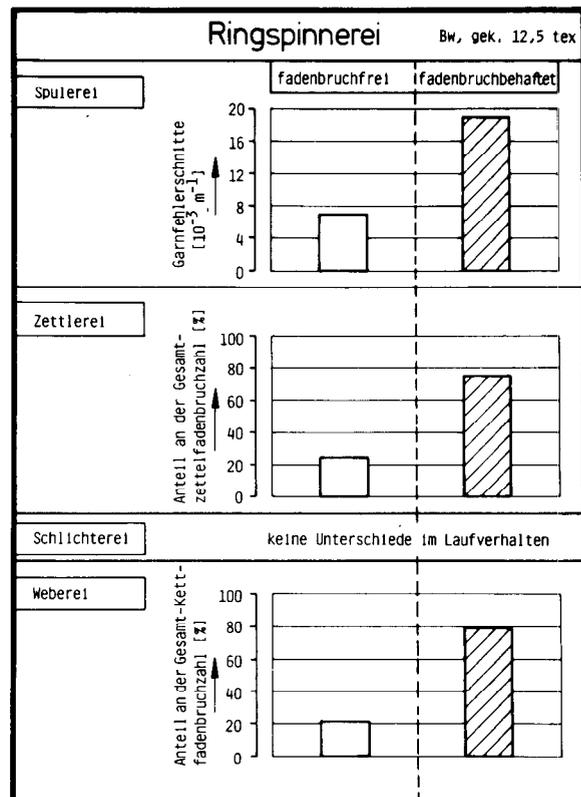


Abb. 3: Laufverhalten fadenbruchfreier und fadenbruchbehafteter Garne in der Weiterverarbeitung

Die Versuchskette wurde mit einer Eintragsfrequenz von 450 min^{-1} auf einer Luftdüsenwebmaschine verarbeitet, wobei die Anknotkettfäden farbig markiert wurden, um in der Rohgewebeschau die Anzahl der Kettfadenbrüche in der Ware, getrennt nach beiden Kethälften und somit getrennt nach fadenbruchfreiem und fadenbruchbehaftetem Garn, aufzunehmen. Auch hier konnte wiederum eine etwa viermal höhere Kettfadenbruchzahl der fadenbruchbehafteten Kethälfte festgestellt werden, womit bei der Ringgarnverarbeitung in allen Weiterverarbeitungsstufen mit Ausnahme der Schlichterei eine Verschlechterung des Laufverhaltens in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen festgestellt wurde.

Für OE-Rotorgarne konnten in der Tendenz gleiche Ergebnisse festgestellt werden (Abb. 4). So lagen die Zettelfadenbrüche im fadenbruchbehafteten Garn gesichert höher, während in der Schlichterei wie bei den Ringgarnen keine Unterschiede im Laufverhalten in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen auftraten. Für die Weberei wurden auch hier Testketten hergestellt, die je zur Hälfte aus Garnen mit Fadenbrüchen und ohne Fadenbrüche bestanden. Auf den Projektilewebmaschinen ließen sich die Kettfadenbrüche nach schußwerk- und fangwerkseitiger Kethälfte getrennt mit Hilfe einer EDV-Anlage erfassen. Ferner war es hier möglich, vor und nach der Verarbeitung der Testketten Vergleichsketten mit zufällig über der Breite verteiltem fadenbruchbehaftetem Garn zu untersuchen. Diese Vergleichsketten zeigten aus bisher nicht geklärten Ursachen leichte Unterschiede in der Verteilung der Kettfadenbrüche zu Ungunsten der schußwerkseitigen Kethälfte. Aber auch bei Berücksichtigung dieses Unterschiedes war insgesamt ein schlechteres Laufverhalten der fadenbruchbehafteten Kethälfte festzustellen.

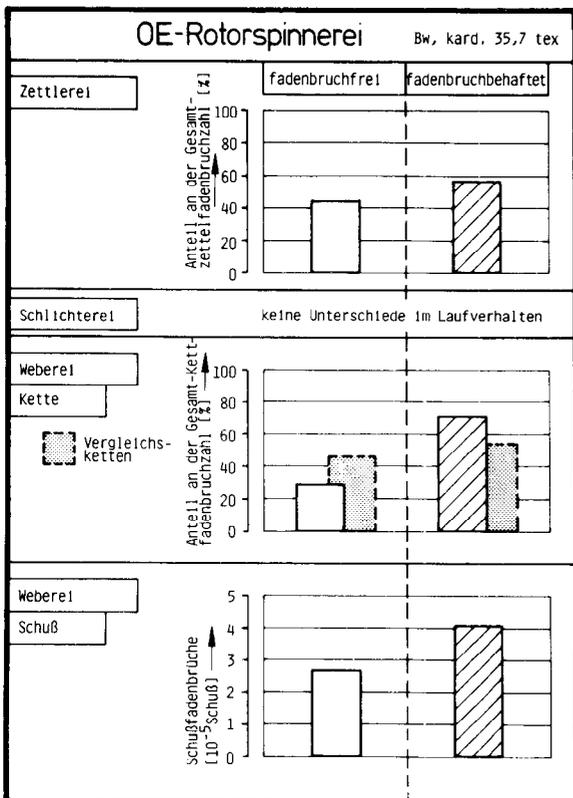


Abb. 4: Laufverhalten fadenbruchfreier und fadenbruchbehafteter Garne in der Weiterverarbeitung

Auch die Direktverarbeitung der Spinnspulen im Schuß der Webmaschine ließ eine eineinhalb- bis zweifach höhere

Schußfadenbruchhäufigkeit für die fadenbruchbehafteten Spulen erkennen. Aus der Abbildung 5 wird jedoch auch deutlich, daß der Unterschied im Laufverhalten zwischen den verwendeten Webmaschinen zum Teil den durch die Fadenbrüche bedingten Unterschied überwiegt.

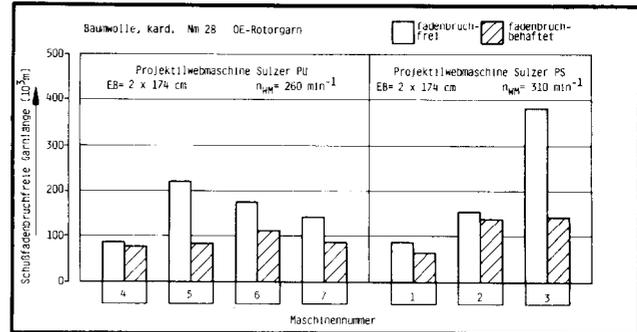


Abb. 5: Schußfadenbruchfreie Garmlänge in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit

3. Auswirkungen des Anspinner beim OE-Rotorspinnen auf das Laufverhalten in der Weiterverarbeitung

Da für die untersuchten Garne ein mit Ausnahme der Schlichterei durchwegs schlechteres Laufverhalten in Webereivorbereitung und Weberei mit Fadenbrüchen beim Spinnen festgestellt werden konnte, erhob sich die Frage nach den Ursachen dieses Unterschiedes. In diesem Zusammenhang erscheint es wichtig zu untersuchen, ob die Stelle, an der der Fadenbruch auftritt und die durch einen Anspinner gekennzeichnet ist, eine ausreichende Festigkeit und Dehnung aufweist, um die nachfolgenden Prozessstufen überstehen zu können, oder ob diese Anspinnstellen bevorzugt in den Folgeprozessen brechen und deshalb das fadenbruchbehaftete Garn mit seinem mehr oder weniger häufig auftretenden Anspinnern aus diesem Grunde ein schlechteres Laufverhalten in der Weiterverarbeitung aufweist.

An den im Betriebsversuch gesponnenen OE-Rotorgarnen aus kardierter Baumwolle wurde in einer weiteren Arbeit untersucht, wie sich die von einem OE-Rotorspinnautomaten produzierten Anspinner in der Weiterverarbeitung in Webereivorwerk und Weberei verhalten. Der Schwerpunkt der Aufgabenstellung für diese Versuche lag deshalb auf der Frage, zu welchem Anteil Anspinner an den Gesamtfadenbrüchen in der Weiterverarbeitung beteiligt sind bzw. wieviel Prozent der Anspinner in der Weiterverarbeitung problemlos sind.

Verwendet wurden, wie in dem vorangegangenen Betriebsversuch, vollautomatisch arbeitende OE-Rotorspinnmaschinen vom Typ Schlafhorst Autocoro, die bei einer Rotordrehzahl von $n_R = 80000 \text{ min}^{-1}$ und mit 105 m min^{-1} ein Garn der Garnfeinheit 35,7 tex (Nm 28) aus kardierter Baumwolle erfannen.

Alle Anspinner wurden durch eine Stempelvorrichtung mit einem Farbstoff markiert, um sie in allen Weiterverarbeitungsstufen beobachten zu können. Zu diesem Zweck wurde am Anspinnwagen eine zusätzliche Stempelvorrichtung angebracht, die in der Abbildung 6 schematisch dargestellt ist. Die Vorrichtung besteht aus einem mit Farbstoff getränkten Kissen sowie einem darunterliegenden, durch einen Elektromagneten bewegten Stempel, zwischen denen das Garn während des Anspinnvorgangs hindurchläuft. Kurz bevor das Garn angesponnen wird, wird eine rd. 10 mm lange Markierung aufgebracht, die sich in Spinnrichtung rd. 0,5 m vor dem Anspinner befindet.

Die Anspinner wurden während des Versuchszeitraumes stichprobenartig auf Festigkeit und Dehnung überprüft. Es zeigte sich (Abb. 7), daß die mittlere Feinheitfestigkeit bei rd. 90 % der Garnfestigkeitswerte und die Höchstkraftdehnung bei rd. 140 % der Garndehnung lagen. Die minimalen Anspinnerfestigkeiten, in der Abbildung durch einen Punkt gekennzeichnet, lagen jedoch zum Teil tiefer, aber noch über dem Bereich, in dem die Festigkeit nicht ausreichend gesichert für die Weiterverarbeitung sein kann. Da jedoch nicht nur die Festigkeit und Dehnung eines Garnstücks für das Weiterverarbeitungsverhalten verantwortlich sind, gaben diese Laboruntersuchungen keinen Aufschluß über die zu erwartende Fadenbruchhäufigkeit in den Folgeprozessen.

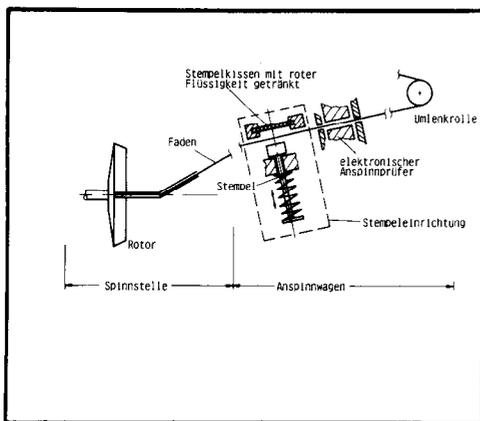


Abb. 6: Stempelvorrichtung am Anspinnwagen (Konstruktion: Schlafhorst)

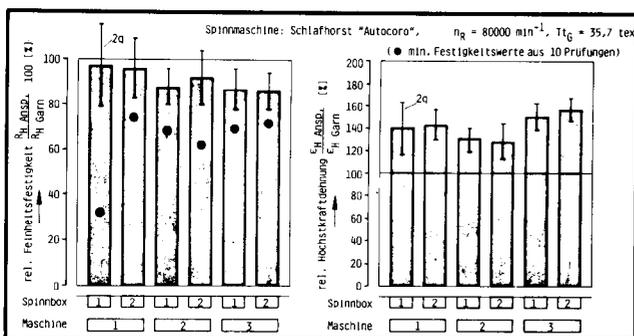


Abb. 7: Relative Feinheitfestigkeit und Höchstkraftdehnung von Anspinnern auf verschiedenen Boxen von OE-Rotorspinnmaschinen

Es wurden deshalb für einen Zettelsatz von acht Webketten alle Anspinner an der Rotorspinnmaschine markiert und in der Weiterverarbeitung bezüglich ihres Verhaltens analysiert. Zuerst mußte nachgeprüft werden, wie viele der im Garn vorhandenen 4074 Anspinner in den einzelnen Verarbeitungsstufen noch vorhanden waren. Wie in Abbildung 8 dargestellt, sind in der Weberei nur noch rd. 50 % der ursprünglich vorhandenen Anspinner im Garn vorzufinden. Dies ist damit zu erklären, daß in jeder Verarbeitungsstufe Garnabfall entsteht, der je nach seiner Art überproportional Anspinner enthalten kann. So sind bei Verwendung von Starterspulen an der Rotorspinnmaschine zu Beginn der Spule zwangsläufig Anspinner anzutreffen, da die Spulen im Zettelgatter nicht leerlaufen, nur ausnahmsweise in die Webkette gelangen. Im untersuchten Fall gelangten von 1890 Spulenwechsellanspinnern nur zwei in die Webkette; 1880 gingen in die Garnresteverwertung.

Die Versuchsergebnisse, die im rechten Teil der Abbildung 8 dargestellt sind, zeigen, daß in der Zettlerei und Schlichterei keine der beobachteten Fadenbrüche auf einen Anspinner zurückzuführen waren. In der Weberei wurden durch die Betriebsdatenerfassung 703 Kettfadenbrüche in den acht untersuchten Ketten, die auf Projektelwebmaschinen verarbeitet wurden, ermittelt. Wenn man einen Erfahrungswert von etwa 10 % zusätzlicher Kettfadenbrüche aufgrund von Mehrfachbrüchen und Folgebrüchen dazu rechnet, waren 773 Kettfadenbrüche im Versuchsgewebe vorhanden. Stellt man dies den 2152 im Garn befindlichen Anspinnern gegenüber, so kann man ohne weitere Untersuchungen davon ausgehen, daß mindestens 64 % aller Anspinner in der Weberei unproblematisch sind.

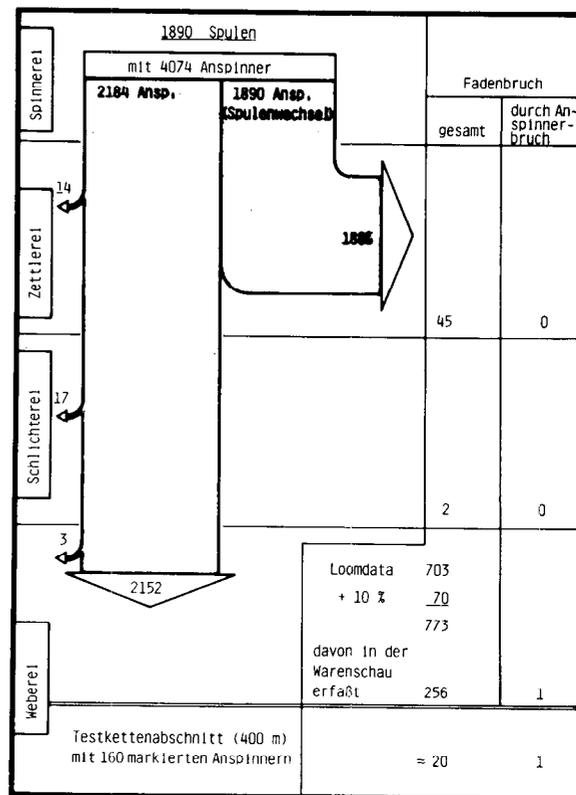


Abb. 8: Versuchsdaten zur Untersuchung des Anspinnverhaltens in der Weiterverarbeitung (Kette)

Es wurden jedoch in der Warenschau von zwei Personen an einem langsam laufenden Gewebe auch alle Kettfadenbrüche im Versuchsgewebe nachgezählt, die durch farbig markiertes Anknotgarn deutlich zu erkennen waren. Bei jedem Kettfadenbruch wurde untersucht, ob sich innerhalb des vorgegebenen Abstandes eine Anspinnermarkierung befand und somit ein Anspinner für den Fadenbruch verantwortlich war. Es zeigte sich, daß nur etwa ein Drittel der von der Datenerfassungsanlage registrierten Kettfadenbrüche mit dieser Methode erfaßt werden konnten. Die Hauptursachen für diese Differenz zwischen Datenerfassung und visueller Prüfung liegen darin, daß – wie auch weiteren Fadenbruchstudien jener Webereien zu entnehmen ist, in denen die Versuche durchgeführt worden sind – zum einen etwa 30 % aller Kettfadenbrüche bei diesem Artikel in den Kantenbereichen entstanden, die unmittelbar an der Maschine in den Abfall gehen und nicht so sehr kontrolliert wurden, und daß bei einigen der verwendeten Webmaschinen im Testzeitraum verstärkt Dreherfadenbrüche registriert wurden, die optisch nicht markiert waren. Handabstellungen und Selbstabsteller scheiden aufgrund der Seltenheit ihres Auftretens als Ursache für die

Differenz aus. Das Übersehen einer Knotgarnstelle ist aufgrund des gewählten Versuchsaufbaus zwar unwahrscheinlich, kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden. Auch ist ein Anweben nach einem Kettfadenbruch, ohne daß ein markierter Anknotkettfaden verwendet wurde, in Ausnahmefällen möglich. Von den 256 in der Warenschau erfaßten Kettfadenbrüchen ist jedoch nur einer auf einen Anspinner zurückzuführen gewesen, und es ist unwahrscheinlich, daß sich dieses Verhältnis durch die eventuell übersehenen Kettfadenbrüche ändern könnte.

An einem kurzen Testkettenabschnitt von 400 m wurden definiert 160 an der Rotormaschine provozierte Anspinner in den Kantenbereich der Kette eingebracht und in der Warenschau aller Anspinner überprüft. Lediglich bei einem Anspinner konnte ein Fadenbruch bei etwa 20 aufgetretenen Kettfadenbrüchen in diesem Gewebeabschnitt festgestellt werden.

Während bei den Kettversuchen eine nachträgliche Kontrolle der Kettfadenbrüche im Rohgewebe möglich war, schied diese Möglichkeit bei den Schußversuchen aus, da der gebrochene Schußfaden in der Regel entfernt wird und Schußfadenbrüche nachträglich im Gewebe nicht zu kontrollieren sind. Eine Untersuchung war daher nur direkt an der Webmaschine möglich. Um den Versuchsumfang dennoch zeitlich vertretbar zu halten, wurden 40 Spulen mit je 20 gewollt erzeugten, gleichmäßig über die Spule verteilten Anspinnern untersucht. Berücksichtigt man zusätzlich die durchschnittlich 1,1 Fadenbrüche pro Spule, so wurden 844 Anspinner im Schuß von vier Projektilwebmaschinen Sulzer PS untersucht, von denen, wie Abbildung 9 zeigt, alle den Schußeintrag fadenbruchfrei überstanden, da von den 53 beobachteten Schußfadenbrüchen keiner auf einen Anspinner zurückzuführen war.

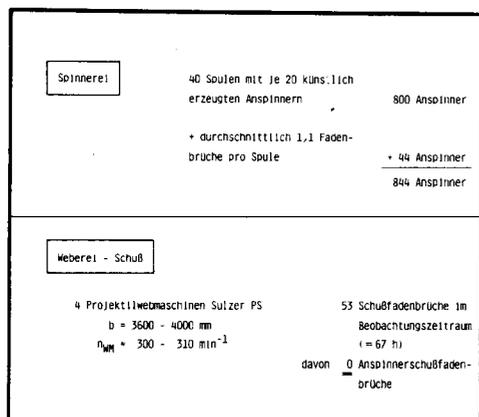


Abb. 9: Versuchsdaten zur Untersuchung des Anspinnverhaltens in der Weiterverarbeitung (Schuß)

4. Untersuchungen von Garneigenschaften als Indikator für Fadenbrüche

Nachdem der Anspinner – und ähnliches gilt wahrscheinlich auch für die Spleißstellen in Ringgarnen –, wie durch die obigen Untersuchungen nachgewiesen wurde, als Ursache für das schlechtere Laufverhalten fadenbruchbehafteter Garne in der Weiterverarbeitung ausscheidet, wurden Garnuntersuchungen an diversen Ring- und OE-Rotorgarnen aus Baumwolle und Baumwollmischungen sowie Wolle und Wollmischungen durchgeführt (Abb. 10). Die fadenbruchfreien und fadenbruchbehafteten Garne, die direkt an der Spinnmaschine stichprobenartig entnommen wurden, wurden auf folgende Eigenschaften im Labor des Institutes für Textiltechnik der RWTH Aachen untersucht: Höchstzugkraft, Höchstkraftdehnung – im statischen Zugversuch und am laufenden Faden über die gesamte Spulen-

länge (Reißkraftprüfung), – Garndrehung, Längenvariation, Garnfeinheit, Garnhaarigkeit, Massenungleichmäßigkeit, Imperfections, Kringleineigung, Garnfehler (Classimat) und Schwachstellen (Dehnkraftprüfung).

Nr.	Material	Garnfeinheit	Spinnverfahren	Spulenanz. pro Gruppe	Fadenbruchgrenzwert
1	Bw. gekämmt	12,5 tex (Nm 80)	Ringspinnen	20	≥ 1
2	Bw. gekämmt	29,4 tex (Nm 34)	Ringspinnen	31/24	≥ 1
3	PES/Bw (gekämmt) (67/33)	20 tex (Nm 50)	Ringspinnen	40	≥ 1
4	PES/Bw (gekämmt) (67/33)	16,7 tex (Nm 60)	Ringspinnen	40	≥ 1
5	PES/Bw (gekämmt) (67/33)	14,3 tex (Nm 70)	Ringspinnen	40	≥ 1
6	Bw. kardiert	35,7 tex (Nm 28)	OE-Rotorspinnen	21	≥ 3
7	Wolle	17,9 tex (Nm 56)	Ringspinnen	30	≥ 1
8	Wolle/PAC (60/40)	45,5 tex (Nm 22)	Ringspinnen	5	≥ 1
9	Wolle	25 tex (Nm 40)	Ringspinnen	5	≥ 1
10	PES/Wolle/Mohair (55/25/20)	35,7 tex (Nm 28)	Ringspinnen	5	≥ 1

⊙ Laufverhalten in der Weiterverarbeitung untersucht

Abb. 10: Übersicht über die zu Garnuntersuchungen herangezogenen Garne

Die Reihenfolge zerstörungsfreier und zerstörender Prüfungen wurde so gewählt, daß mehrere Prüfungen an demselben Garnstück durchgeführt werden konnten. Für die Reißkraft- und Dehnkraftprüfung am Autometer wurde im Institut für Textiltechnik zur Vereinfachung der Prüfungsauswertung eine rechnergestützte Steuerung und Auswertung entwickelt⁷. Außerdem wurden die Labordaten eingehend statistisch analysiert und die statistische Sicherheit des Unterschiedes zwischen den Gruppen mit Hilfe des F- und t-Tests ermittelt (Abb. 11).

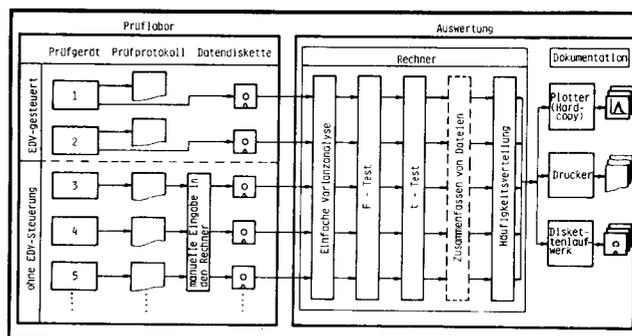


Abb. 11: Labordatenerfassung und -auswertung

Für die untersuchten Kurzstapelringgarne aus gekämmter Baumwolle der Garnfeinheit 12,5 tex und 29,4 tex konnten Unterschiede in den Garnfehlerzahlen in der Classimat-Prüfung zu Ungunsten des fadenbruchbehafteten Garnes festgestellt werden (Abb. 12), was sich in der Tendenz mit dem im Betriebsversuch in der Spulerei gefundenen höheren Zahlen an Garnfehlerschnitten im fadenbruchbehafteten Garn deckt. Feinheitestufigkeit und Höchstkraftdehnung aus dem statischen Zugversuch zeigten keine Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen (Abb. 13), während die Massenungleichmäßigkeit der Spulen mit Fadenbruch gesichert (durch Rasterung hervorgehoben) höher lag als die der Spulen ohne Fadenbruch. Bei den fadenbruchbehafteten Spulen wurde auch ein Anstieg der Dick- und Dünnstellenzahlen (Abb. 14) beobachtet, während die Nissenzahlen ebenso wie die Garnhaarigkeit (ohne Abbildung) zwischen den Spulengruppen unverändert blieben. Auch durch eine Erhöhung des Prüfumfanges in der

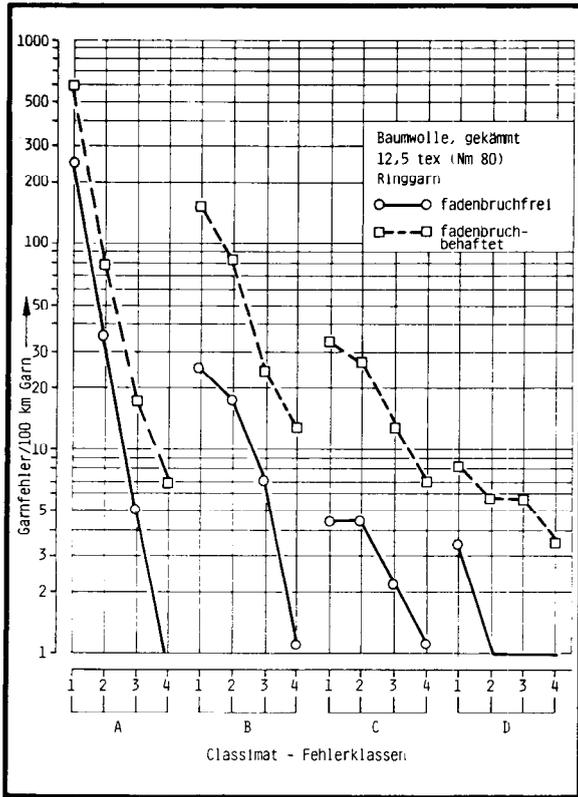


Abb. 12: Summenhäufigkeit der Garnfehler in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit

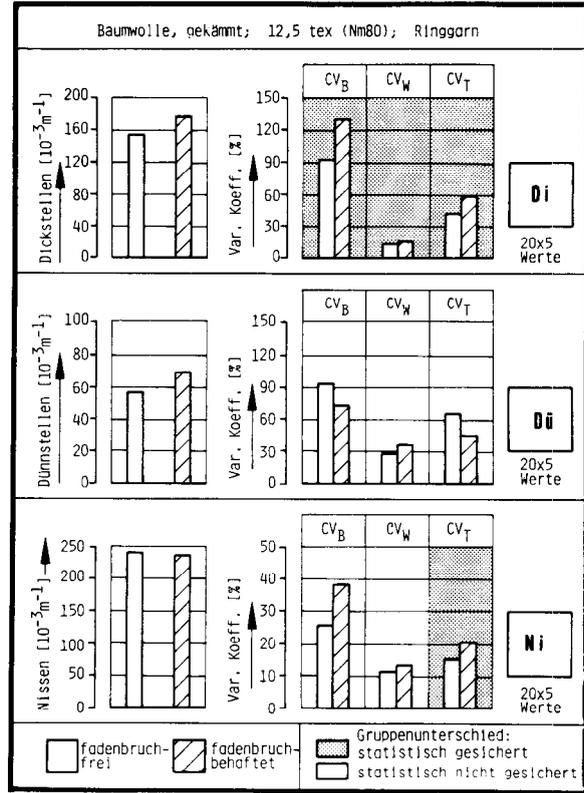


Abb. 14: Mittelwerte und Variationskoeffizienten von Dickstellen, Dünnstellen und Nissen in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit

Festigkeitsprüfung im Rahmen der Reißkraftprüfung am Autometerkräften keine Unterschiede zwischen faden-

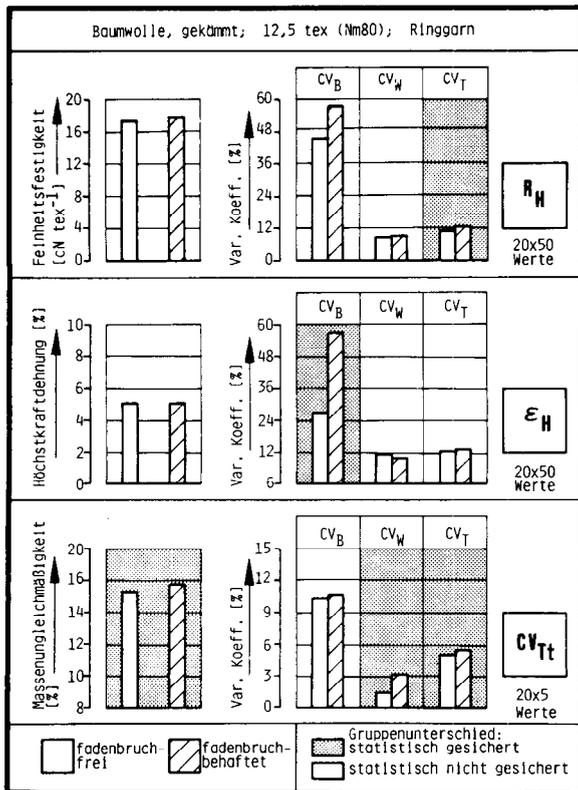


Abb. 13: Mittelwerte und Variationskoeffizienten von Festigkeit, Dehnung und Massenungleichmäßigkeit in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit

bruchfreien und fadenbruchbehafteten Garnen aufgedeckt werden (Abb. 15). Aufschlußreichere Ergebnisse lieferte dagegen die Schwachstellenanalyse mit Hilfe der Dehnkraftprüfung am Autometer, die für die Spulen mit Fadenbruch eine gesicherte höhere Anzahl an Garnschwachstellen (DK-Fadenbrüche) sowie deren Variationen aufzeigte (Abb. 16).

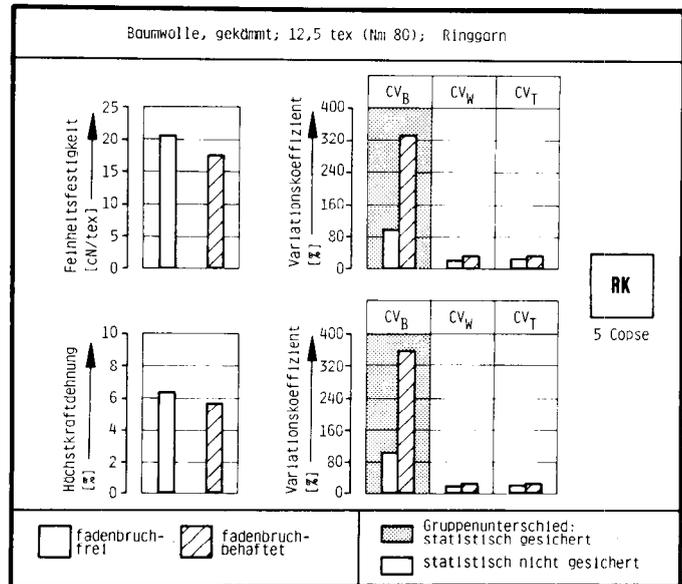


Abb. 15: Feinheitfestigkeit und Höchstkraftdehnung aus der Autometerreißkraftprüfung in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit

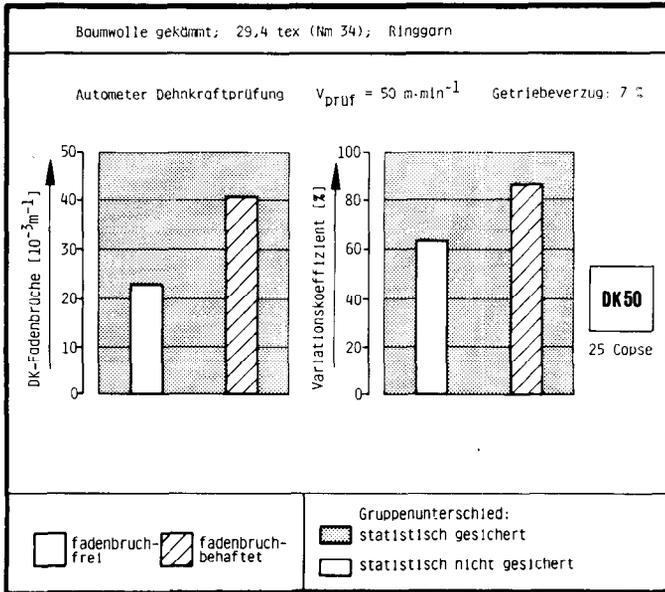


Abb. 16: Fadenbrüche bei der Dehnkraftprüfung sowie deren Variationskoeffizient in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen

Für die drei untersuchten Baumwoll-Polyester-Mischgarnen der Garnfeinheiten 14,3 tex, 16,7 tex und 20 tex (Nm 70, Nm 60 und Nm 50) fehlten die aus den vorherigen Untersuchungen bekannten Unterschiede in den Garnfehlerzahlen (Abb. 17). Auch in allen anderen Untersuchungen an diesen Garnen waren mit Ausnahme der DK-Schwachstellenanalyse, bei der gesichert höhere Schwachstellenzahlen und

Dehnkräfte bei vorgegebener Verdehnung des fadenbruch-behafteten Garnes zu beobachten waren (Abb. 18), keine Unterschiede zwischen den untersuchten Garnen festzustellen.

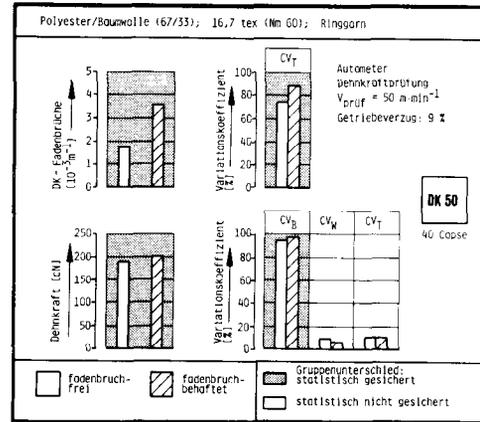


Abb. 18: Fadenbrüche und Dehnkraft bei der Dehnkraftprüfung sowie deren Variationskoeffizient in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen

Die garntechnologische Prüfung an Kammgarnen aus Wolle und Wolle-Mischgarnen zeigte jedoch im wesentlichen wieder ähnliche Ergebnisse wie bei den Kurzstapelringgarnen. Die Unterschiede in den Garnfehlerzahlen zwischen den Spulen mit und ohne Fadenbruch beschränken sich auf die extremen Classimat-Fehlerklassen D1 bis D4 (Abb. 19). Während alle anderen Untersuchungen keine Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit zeigten, gaben auch hier wieder die Dehnkraftschwachstellenzahlen

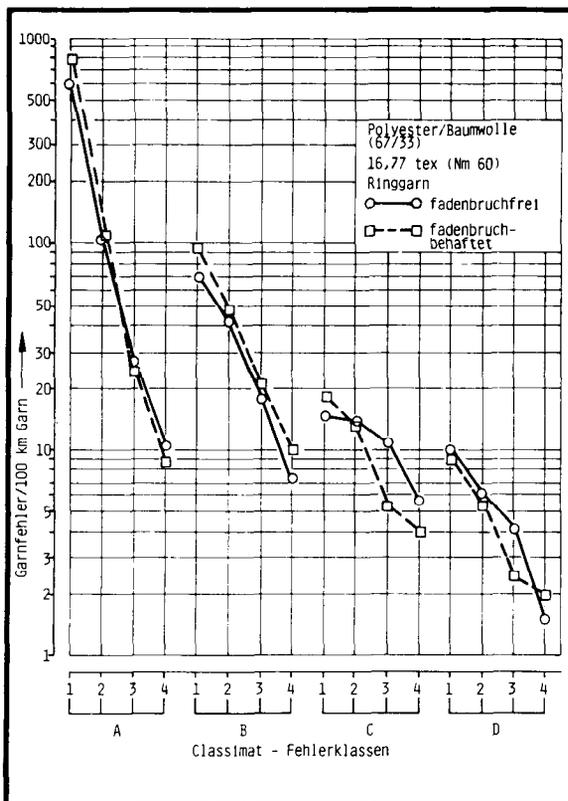


Abb. 17: Summenhäufigkeit der Garnfehler in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit

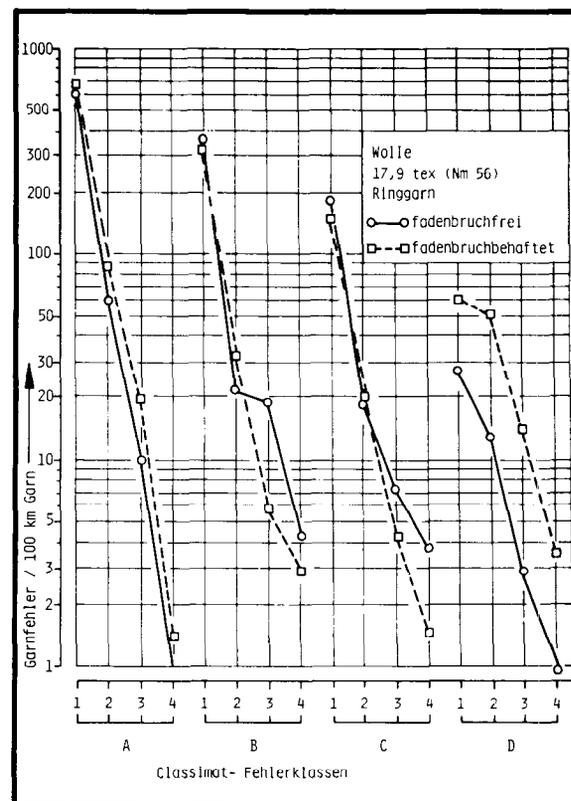


Abb. 19: Summenhäufigkeit der Garnfehler in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit

gesicherte Hinweise auf eine Verschlechterung bei fadenbruchbehaftetem Garn (Abb. 20).

auch hier im wesentlichen keine Differenzen in den Garn-eigenschaften aufzeigen.

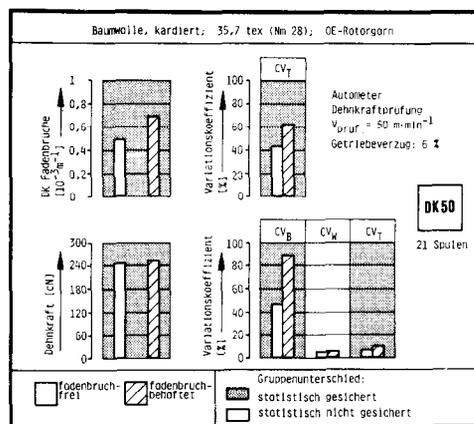
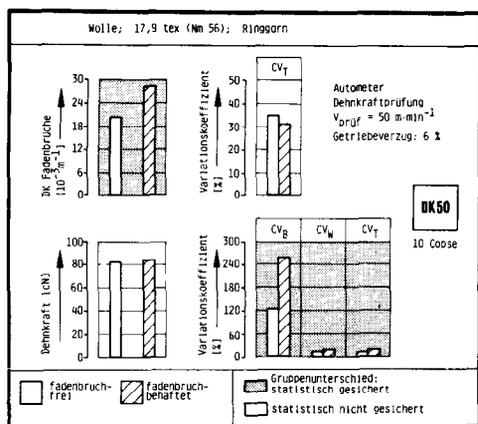


Abb. 20: Fadenbrüche und Dehnkraft bei der Dehnkraftprüfung sowie deren Variationskoeffizient in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen

Abb. 22: Fadenbrüche und Dehnkraft bei der Dehnkraftprüfung sowie deren Variationskoeffizient in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen

Eine ähnliche Tendenz war ebenfalls bei den OE-Rotorgarnen aus kardierter Baumwolle feststellbar. Neben einer Verschlechterung der Garnfehlerzahlen in den extremen Garrfehlerklassen D1 bis D4 (Abb. 21) und einer höheren Zahl von DK-Schwachstellen (Abb. 22) bei fadenbruchbehafteten Spulen zeigten sich beim OE-Rotorgarn auch Unterschiede in der Gleichmäßigkeitsprüfung am Uster-Tester. Massenungleichmäßigkeit, Dickstellen- und Dünnstellenzahlen lagen bei den untersuchten Spulen mit Fadenbrüchen gesichert höher als bei den Spulen ohne Fadenbrüche (Abb. 23). Weitere Garnprüfungen konnten

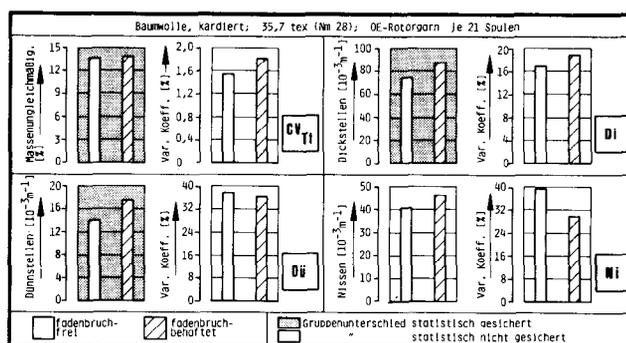


Abb. 23: Mittelwerte und Variationskoeffizienten von Massenungleichmäßigkeit, Dickstellen, Dünnstellen und Nissen in Abhängigkeit von der Fadenbruchhäufigkeit

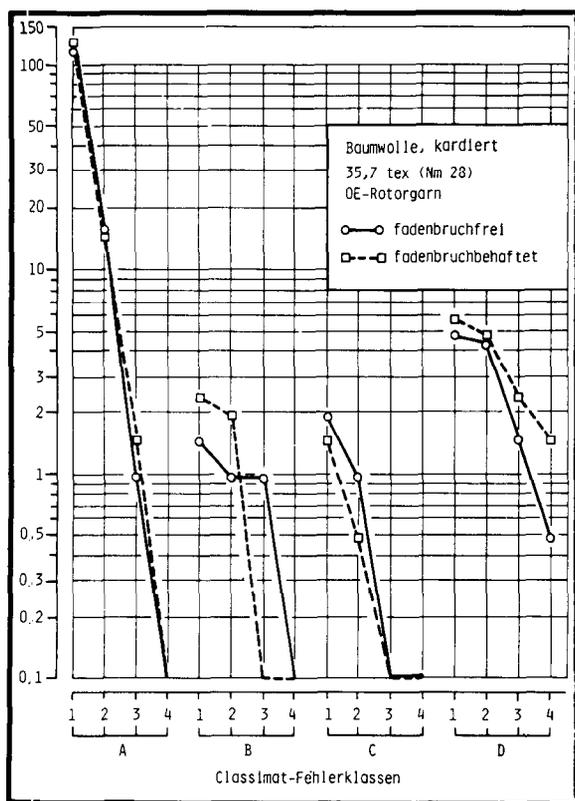


Abb. 21: Summenhäufigkeit der Garnfehler in Abhängigkeit der Fadenbruchhäufigkeit

5. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorgestellten Arbeit wurde vom Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit vollstufigen Betrieben für Ring- und OE-Rotorgarne die Frage nach dem Einfluß der Fadenbruchhäufigkeit beim Spinnen in ihrem Einfluß auf das Laufverhalten in der Weiterverarbeitung und die Garneigenschaften untersucht.

Die Garne wurden direkt an der Spinnmaschine in fadenbruchfreie und fadenbruchbehaftete Spulen bzw. Cope aufgeteilt, getrennt weiterverarbeitet und bezüglich ihres Prozeßverhaltens überwacht.

Mit Ausnahme der Schlichterei konnte in allen Weiterverarbeitungsstufen in Webereivorbereitung und Weberei ein schlechteres Laufverhalten der mit Fadenbrüchen gesponnenen Garne festgestellt werden.

Die Ursachen für die Unterschiede im Prozeßverhalten bei OE-Rotorgarnen sind nicht auf den Anspinner zurückzuführen, da dieser, wie weitere Untersuchungen zeigten, die Weiterverarbeitungsprozesse fadenbruchfrei übersteht (ähnliche Ergebnisse sind auch für den Einfluß des Spleißes in Ringgarnen zu erwarten).

Im Rahmen der garntechnologischen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß die Schwachstellenanalyse mittels der Dehnkraftprüfung am Autometer, die Classimat-Prüfung auf Garnfehler sowie bedingt die Massenungleichmäßigkeit als auch Dick- und Dünnstellenzahlen si-

chere Indikatoren zur Feststellung der schlechteren Garneigenschaften und des schlechteren Weiterverarbeitungsverhaltens der fadenbruchbehafteten Garne sind.

Die Beimischung fester, synthetischer Fasern (z.B. Polyester) in Mischgarnen verringerte die Unterschiede in den untersuchten Garneigenschaften zwischen fadenbruchfreiem und fadenbruchbehaftetem Garn.

Der Fadenbruch im Spinnprozeß ist also als eindeutiger Indikator für die Garnqualität sowie das Laufverhalten in der Weiterverarbeitung anzusehen und beeinflusst so die wirtschaftliche Herstellung und die Qualität textiler Flächengebilde.

6. Danksagung

Wir danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung dieses Forschungsvorhabens (AIF Nr. 5774), die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) erfolgte. Weiterhin danken wir den Firmen F. A. Kumpers, Rheine; Nino, Nordhorn; Germania, Epe; Schoeller, Düren; Kammgarnspinnerei Stöhr, Mönchengladbach; Wülfing, Remscheid-Lennep sowie Schlafhorst, Mönchengladbach, für

die Zusammenarbeit bei den Versuchen und die Zurverfügungstellung von Einrichtungen und Versuchsmaterialien.

- 1) Egbers, G.: „Maßnahmen zur Optimierung der Produktivität einer Weberei“; Vortrag anlässlich der Jahrestagung des Forschungskuratoriums Gesamttextil am 6. 11. 1981
- 2) Arzarschab, M., Murrweiß, H.; Text. Prax. Int., **37**, 1148 – 1152 (1982)
- 3) Felix, E., Harzenmoser, I.; Melliand Textilber. **65**, 386 – 392 (1984)
- 4) Schlichter, S.; Text. Prax. Int. **40**, 248 – 263 (1985)
- 5) Lünenschloß, J., Schlichter, S.: „Der Fadenbruch im Spinnprozeß als Indikator für die prozeßabhängigen Garneigenschaften beim Ring- und OE-Rotorspinnen; Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben AIF Nr. 5774, 1985
- 6) Schlichter, S., von Thenen, M.: „Die rechnergestützte Auswertung von Dehnkraft- und Reißkraftprüfungen am laufenden Faden (Veröffentlichung in Vorbereitung)

KORROSIONSSCHUTZ W. HÖHNEL KG.



neu:

**Jetzt auch Pulverkunststoff-
beschichtungen
im Flammgespritzverfahren**

A-4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5
Tel. 0732/72606 Serie, FS 02 1469
Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG.
Korrosionsschutzwerk: Linz, Zamenhofstr. 41

Die Verarbeitung von Chemiefasern nach dem OE-Frictionsspinnverfahren

Dipl.-Ing. Karl-Josef Brockmanns, Prof. Dr. Ing. J. Lünenschloß
 Institut für Textiltechnik der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen, Bundesrepublik Deutschland

Infolge ihrer Komplexität sind die Chancen der OE-Frictionsspinnverfahren nur schwer zu beurteilen. Dies liegt darin begründet, daß eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemvarianten bekannt und funktionsfähig ist und die Wirtschaftlichkeit sehr stark vom jeweils erforderlichen Energiebedarf abhängt. Die Vorteile des OE-Frictionsspinnens im Vergleich zum OE-Rotorspinnen sind in der ringgarnähnlichen äußeren Struktur der Garne und der höheren Produktion zu sehen. Ein weiterer Pluspunkt, besonders im Vergleich zum Luft-Falschdrahtspinnverfahren, ist die Breite des verarbeitbaren Faserspektrums. Infolge der komplexen Vorgänge bei der Faseranlage und Drehungsverfestigung stellen jedoch die bisher im allgemeinen erreichbaren garndynamometrischen Kennwerte das schwächste Glied in der Kette der Verfahrensparameter dar.

Im Rahmen des Referates erfolgt eine kurze Beschreibung des OE-Frictionsspinnverfahrens und der Einrichtungen, die für die Durchführung der Spinnversuche eingesetzt wurden. Anhand von neuen Erkenntnissen werden die prinzipiellen Mechanismen beim OE-Frictionsspinnen erläutert und die sich daraus ergebenden Probleme aufgezeigt. Die Ergebnisse eines mit Synthesefasern durchgeführten Versuchsprogrammes werden vorgestellt und diskutiert. Dabei sind neben dem Fasermaterial die durch Länge und Feinheit gekennzeichnete Fasergeometrie, die Faserpräparationen sowie die Kräuselung und Fixierung die materialeitigen Einflußgrößen. Als weitere Parameter wurden die Garnfeinheit, die Garndrehung und die Spinnengeschwindigkeit gewählt.

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß für die OE-Frictionsspinnverfahren handelsübliche Kurzstapel-Fasertypen eingesetzt werden können. Die derzeit erreichbaren Garnfestigkeitswerte werden zwar in bestimmten Anwendungsgebieten den Anforderungen standhalten, sind jedoch für eine breite Einführung im Sektor der Ring- und OE-Rotorgarne noch zu niedrig. Sie hängen zudem stärker vom Verfahren ab als von den Nuancen, die sich aus der Variation der verschiedenen Verfahrensparameter ergeben. Andere Garneigenschaften sowie die Struktur der gesponnenen Garne sind durchaus akzeptabel und werden den Praxisanforderungen genügen. Ebenso wie bei der Verspinnung von reiner Baumwolle im Sektor der Naturfaserverarbeitung sind auch bei Verwendung von Synthesefasern weitere Entwicklungs- und Optimierungsarbeiten erforderlich, um die OE-Frictionsspinnverfahren praxistauglich zu machen.

Due to its complexity it is difficult to judge the chances of the OE-friction spinning systems. The cause is that a large number of different varieties of these systems is known and functioning and the economy depends very strongly on the individual energy consumption. The advantages of the OE-friction spinning systems compared to OE-rotor spinning are the yarn's outer structures similar to ring yarn and the higher production. A further plus especially compared to air-false twist spinning is the width of the fibre spectrum to be processed. Due to the complex processes concerning the fibre formation and the strengthening the so far generally attained dynamometrical values represent the weakest link in the chain of this spinning system's parameters.

In the scope of the report a short description of the OE-friction spinning method is given as well as of the installations used for the spinning tests. By the help of new findings the fundamental mechanisms of the OE-friction spinning are explained and the resulting problems are shown. The results of a testing programme with man made fibres are presented and discussed. Here besides the fibre material, the fibre geometry characterized by length and fineness, the fibre finish as well as crimp and

setting treatment are the limiting quantities with regard to the material. As further parameters the yarn fineness, the yarn twist and the spinning speed were chosen.

The results show that for the OE-friction spinning method short staple fibres of commercial quality can be used. The actual attainable yarn strength values can stand the requirement in certain application fields, however, they are too low for a general introduction in the ring and OE-rotor yarn field. The fact is that they depend stronger on the nuances resulting from the variation of the different system parameters. Other yarn characteristics as well as the structure of the spun yarns are quite acceptable and came up to the requirements in practice. Just as it is regarding the spinning of pure cotton in the field of natural fibres also the use of synthetic fibres requires further development and optimizing work in order to make the OE-friction spinning system serviceable.

1. Einleitung

Natürliche Fasern, sieht man von der Seide ab, sind stets von begrenzter Länge und müssen zur Garnerzeugung in geeigneter Weise formiert und verfestigt werden. Chemiefasern, die als Filamentgarne in beliebiger Länge herstellbar sind, lassen sich durch Zusammenfassen einer definierten Anzahl von Filamenten unmittelbar zu einem Garnverband formieren.

Als Maßnahmen zur Struktur- bzw. Eigenschaftsbeeinflussung bieten sich bei ihnen bekanntermaßen Texturierung, Filamentverwirbelung, Drehen u. a. m. an. Jedoch vermögen auch die so modifizierten Filamentgarne die Spinnfasergarne trotz wirtschaftlicher Vorteile bisher nicht zu ersetzen, da in vielen Anwendungsgebieten der geforderte Ausfall der textilen Flächengebilde nur durch den Einsatz von Spinnfasergarnen realisiert werden kann.

Neben der bedeutenden Aufgabe der Faserbedarfsdeckung durch Chemiefasern bieten diese aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften und ihrer Anpaßbarkeit an produktionspezifische Anforderungen Vorteile im textilen Verarbeitungsprozeß. Außer der Substitution und Ergänzung der natürlichen Fasern hat der Einsatz von Chemiefasern in Mischung mit natürlichen Fasern eine überragende Bedeutung. Neben den anwendungsorientierten Vorteilen in beispielsweise Bekleidungs-, Heim- und Wäschetextilien sind die Verbesserungen bezüglich der Ausspinnbarkeit, der Spinnstabilität, der Spinnengeschwindigkeiten usw. zu nennen.

Die Verarbeitbarkeit von Chemiefasern nach neuen Spinnverfahren stellt so eine wesentliche Forderung an diese dar und soll in diesem Rahmen im Hinblick auf die Anwendung der OE-Frictionsspinnentechnologie behandelt werden.

2. Grundsätzliches zum OE-Frictionsspinnen

In der Nutzung der Garntorsion mittels an der Garnoberfläche angreifender Reibkräfte kann für die Zukunft eine große Chance gesehen werden, die Produktion und Wirtschaftlichkeit der Spinnereien weiter zu verbessern. Der Fortfall der mit Garnwinkelgeschwindigkeit rotierenden Maschinenelemente und die Ermöglichung einer ringgarnähnlichen äußeren Struktur der Garne machen das Frictionprinzip für den Maschinenbauer und Anwender interessant.

Das Frictionprinzip kann in sehr vielfältigen Formen genutzt werden, um Faserverbände durch Drehung zu verfestigen. Dabei haben für eine breite Einführung dieser Technologie aus heutiger Sicht die Systeme Aussicht auf Erfolg, die nach dem Offen-End-Prinzip arbeiten. Hieraus ergibt sich die Forderung nach einer völlig neuartigen Garnformation im Spinnaggregat. Da die Fasern im Gegensatz zum OE-Rotorspinnen während der Spinnphase nicht kontinuierlich beschleunigt und dabei gerichtet werden, sondern mit hoher Geschwindigkeit auf das rotierende Garnende auftreffen (Abb. 1), sind Mittel und Wege zu wählen, die eine möglichst gute Faserlage der vereinzelt und durch einen Faserleitkanal transportierten Fasern im Garn ge-

währleiten (Abb. 2 u. 3). Vom Prinzip her kann der gesamte Bereich der Bandauflösung und des Fasertransportes mit den vom OE-Rotorspinnen her bekannten Systemen verglichen werden, d. h., es wird mit Einzugswalzen, Auflösewalzen und Faserleitkanal gearbeitet. Die wesentlichen Abweichungen sind bei den Systemen für das OE-Frictionsspinnen in den Ausführungsformen der Faserleitelemente und in den Maßnahmen zur Beeinflussung der Faserausrichtung etc. zu finden. So kann mit mechanischen oder pneumatischen Mitteln, wie z. B. mit Druckluftinjektion, By-pass-Systemen im Faserzufuhrbereich oder Saugluftstrom in der Faseranlagerungszone, gearbeitet werden (Abb. 4), um die Ausrichtung und Orientierung der Fasern zu verbessern.

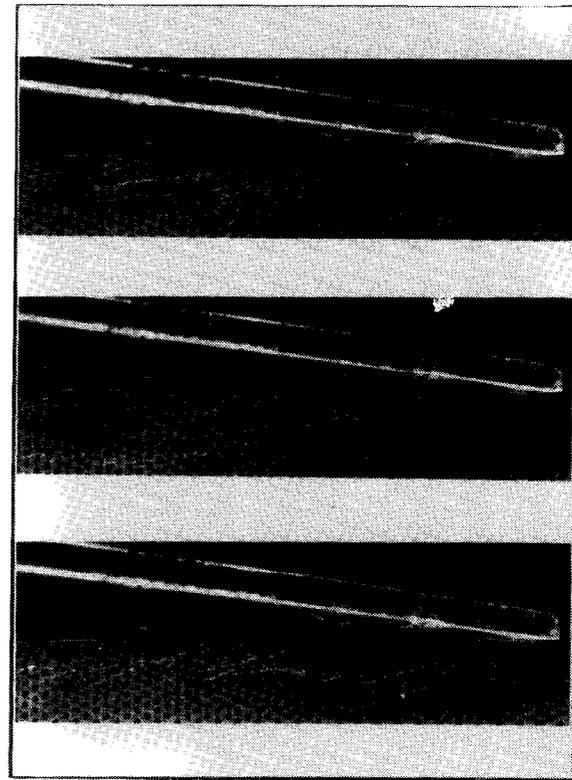
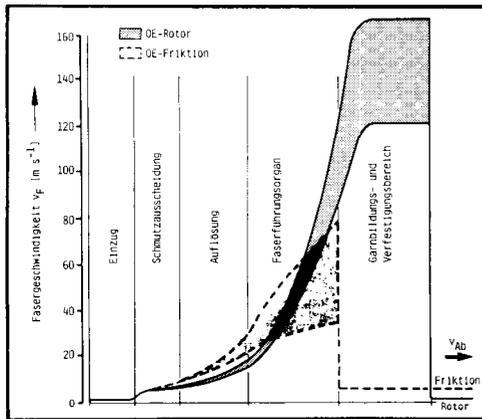


Abb. 1: Fasergeschwindigkeitsverlauf beim OE-Rotor- und OE-Frictionsspinnen

Abb. 3: Kurzzeit-fotografische Aufnahmen der Fasern im Kanalaustrittsbereich

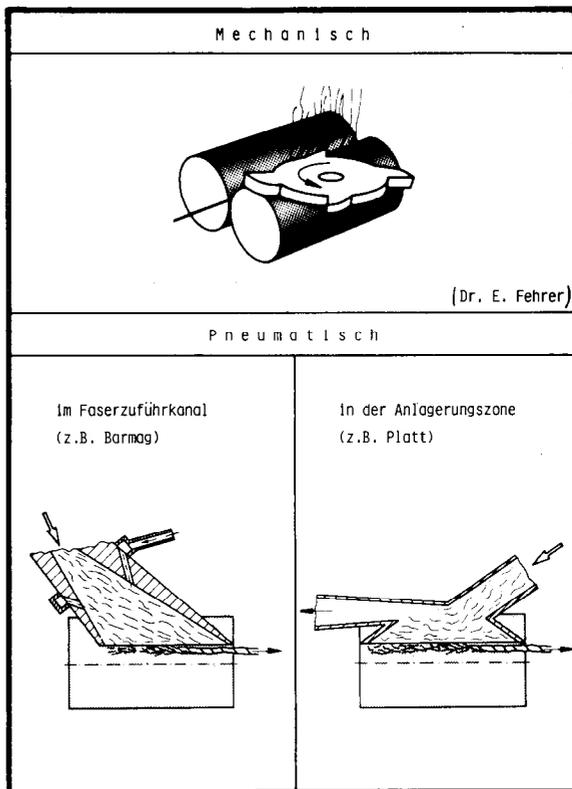
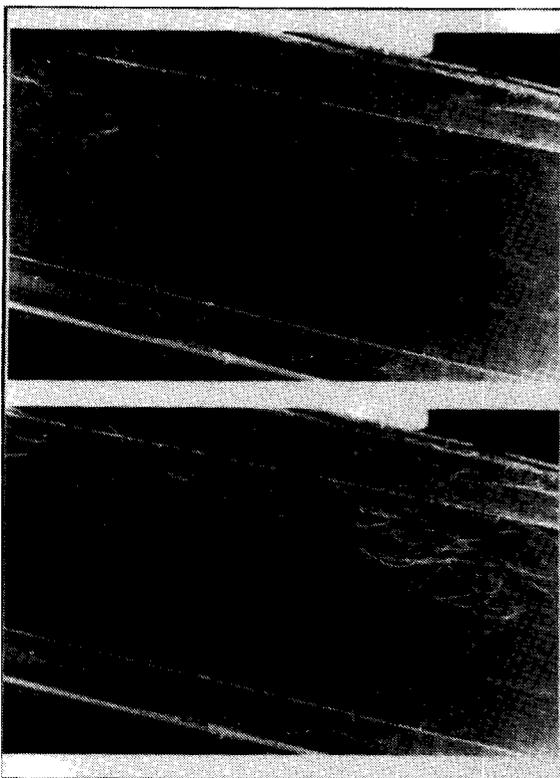


Abb. 2: Kurzzeit-fotografische Aufnahmen der Faserströmung im Faserleitkanal

Abb. 4: Möglichkeiten zur Verbesserung der Faserausrichtung

Beeinflussen die Faserleitorgane die Lage und damit die Substanzausnutzung der Fasern im Garn sowie die Garn-einsatzmöglichkeiten in großem Maße, so ist das Drehungs-erteilungsorgan für die Drehungsverteilung im Garnquer-schnitt für den erforderlichen Energieaufwand des Spinnaggregates verantwortlich.

Bezüglich des Einflusses der geometrischen Gestaltung und Ausführungsform der Friktionselemente (Abb. 5) kann zur Zeit keine endgültige Wertung vorgenommen werden, da die Unterschiede zwischen den Verfahren und in den Ausführungsdetails keinen objektiven Vergleich gestatten.

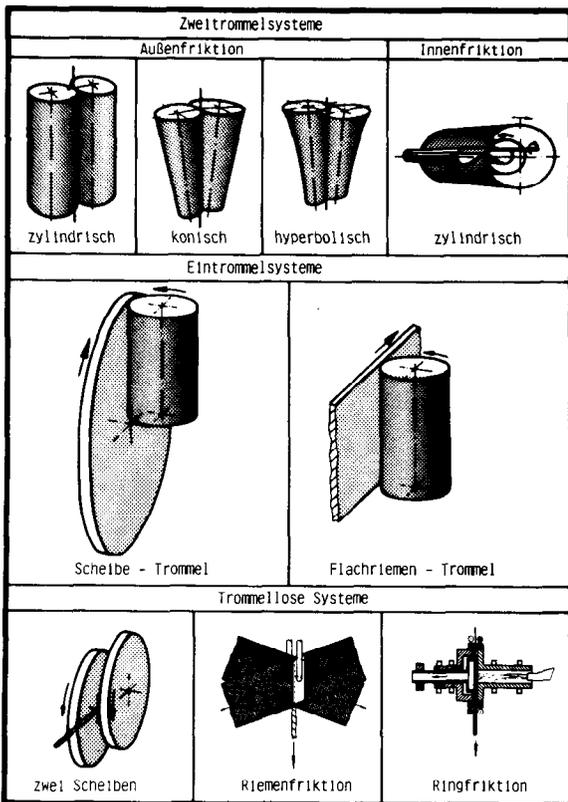


Abb. 5: Auf dem Friktionprinzip basierende Drehungser-teilungssysteme

Wirken Zweitrommelsysteme mit konstantem Durchmesser an jeder Stelle der Garnbildungslinie mit gleicher Friktion-geschwindigkeit, so führt die Verwendung von nicht-zylindrischen Friktionselementen zu unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten der Friktionselemente und somit auch zu anderen Drehungsstrukturen der Garne. Hyperbolische Friktionselemente haben aufgrund ihrer Schränkung eine Förderkomponente in Transportrichtung, die nach unseren Erfahrungen positiven Einfluß auf den Spinnprozeß und auf die Garneigenschaften ausübt. Als Nachteil dieser speziellen Elemente muß der hohe fertigungstechnische Aufwand gesehen werden. Alternativen mit Förderwirkung können durch Scheiben-Trommel-, Riemen-Trommel- oder trommellose Systeme realisiert werden. Die Beschäftigung mit einem selbstentwickelten Scheiben-Trommelaggregat (Abb. 6) führte insbesondere auch unter dem Aspekt des Energiebedarfs zu guten Spinnresultaten. Ein technologischer Vorteil dieser Ausführung ist darin zu sehen, daß durch Variation der Position der Friktionselemente zueinander die Förder- und Umfangsgeschwindigkeiten dem jeweiligen Fasermaterial bzw. der geforderten Garnstruktur entsprechend definiert eingestellt werden können (Abb. 7).

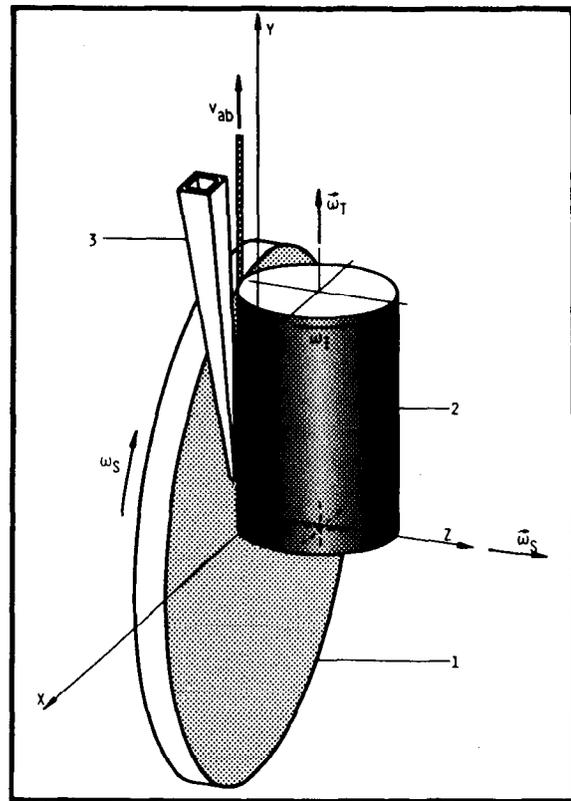


Abb. 6: Perspektivische Darstellung des Scheiben-Trommel-Systems

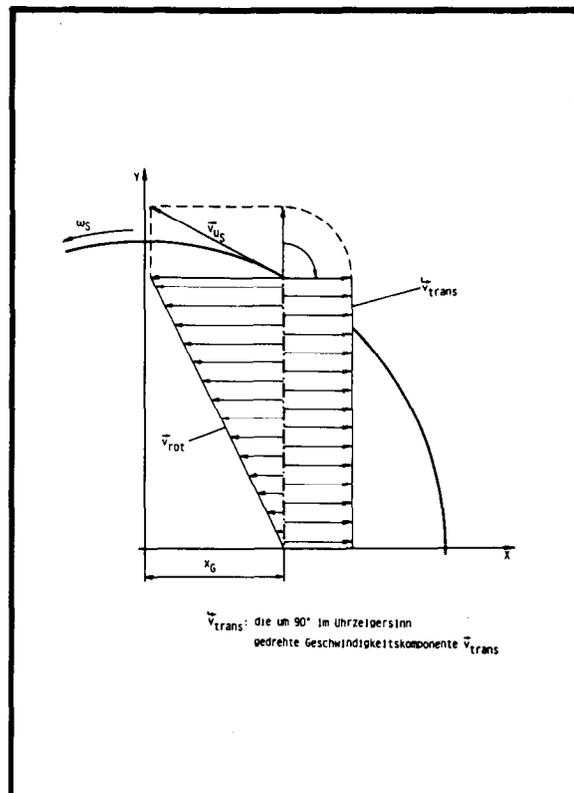


Abb. 7: Auf das Garn einwirkende Rotations- bzw. Transportgeschwindigkeitskomponenten entlang einer Garnbildungslinie im ersten Quadranten des Achsenkreuzes

3. Betrachtungen zum OE-Friktionsspinnmechanismus

Infolge der spezifischen Garnbildungsmechanismen stellen sich beim OE-Friktionsspinnen deutlich niedrigere Fadenzugkräfte als beim Ring- und OE-Rotorspinnen ein (Abb. 8). Der wesentliche Grund hierfür liegt in dem Fehlen von Zentrifugalkräften beim OE-Friktionsspinnen, die sowohl beim Ring- als auch beim OE-Rotorspinnen relativ hohe Belastungen zur Folge haben. Die Fadenzugkraft wird beim OE-Friktionsspinnen weniger durch die Spinneschwindigkeit und die Art des Friktionsaggregates beeinflusst, da diese unterschiedliche Klemm- und Reibwirkung auf das Garn ausüben. Die Abbildung 9 stellt die bei Verwendung verschiedener OE-Friktionssysteme ermittelten Fadenzugkräfte gegenüber. Selbstverständlich hängt die Fadenzugkraft beim OE-Friktionsspinnen vom Reibwert der Fasermaterialien ab (Abb. 10). Ebenso wirkt sich die Oberflächenbeschaffenheit der Friktionselemente aus, wie aus Abbildung 11 für die Variation der Scheibenoberfläche bei einem Scheiben-Trommelaggregat hervorgeht. Auf die garnfeinheitsbezogenen Fadenzugkräfte, die bei der Verspinnung der verschiedenen Synthesefasern auftreten, wird in einer späteren Diskussion eingegangen.

Mit Hilfe des von uns entwickelten Scheiben-Trommelaggregats ist es bei Verwendung einer durchsichtigen Friktionsscheibe möglich (Abb. 12), den Spinnvorgang sichtbar zu machen und Rückschlüsse auf die wirkenden Friktionsmechanismen zu ziehen. Sowohl kurzzeitfotografische Aufnahmen als auch Hochgeschwindigkeitsfilme bestätigen die theoretischen Vorstellungen der Drehungsverteilung der Garne durch die Friktionselemente. Es konnte innerhalb der Friktionszone ein Ort mit maximaler Garnwinkelgeschwindigkeit nachgewiesen werden. Aus den Garnsteigungswinkel- und -durchmesserprofilen, die aus Kurzaufnahmen, wie beispielhaft in Abbildung 13 dargestellt, bestimmbar sind, lassen sich das Garnwinkelgeschwindig-

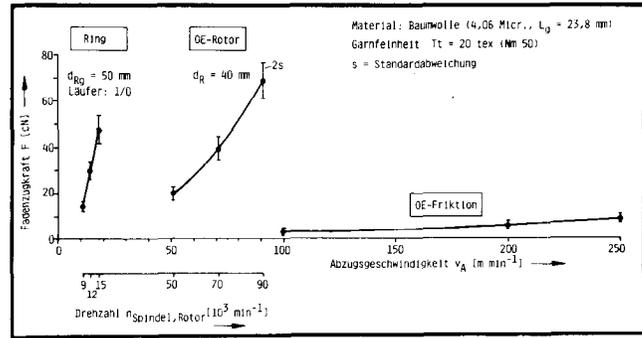


Abb. 8b: Fadenzugkraft in Abhängigkeit des Spinnverfahrens und der Abzugsgeschwindigkeit v_A

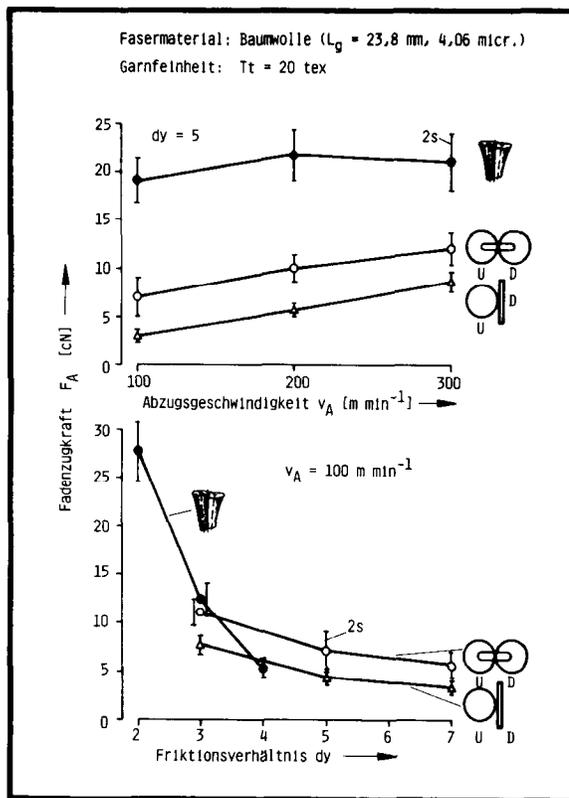


Abb. 9: Abhängigkeit verschiedener Friktionsaggregate auf die Fadenzugkraft F_A bei Variation der Abzugsgeschwindigkeit v_A und des Friktionsverhältnisses dy

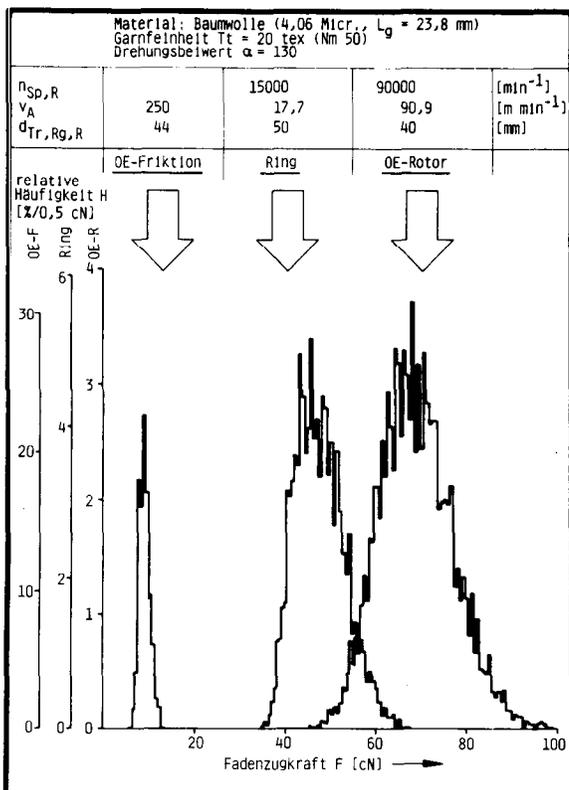


Abb. 8a: Häufigkeitsverteilung H der Fadenzugkraft F verschiedener Spinnverfahren

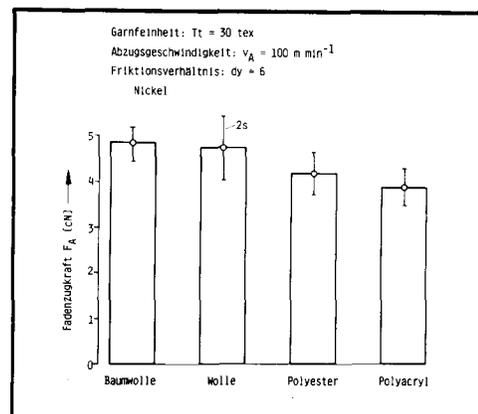


Abb. 10: Abhängigkeit der Fadenzugkraft F_A vom Faserrohstoff

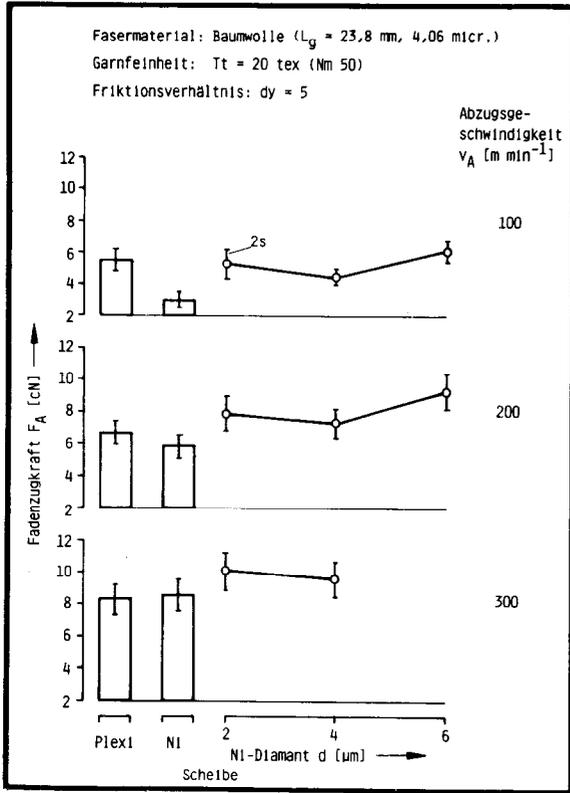


Abb. 11: Fadenzugkraft F_A in Abhängigkeit der Scheibenausführung und der Abzugsgeschwindigkeit v_A

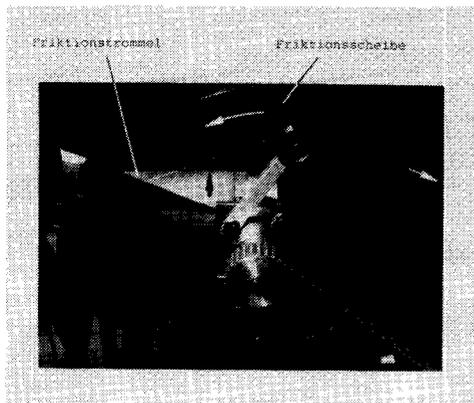


Abb. 12: Scheiben-Trommel-Friktionsspinnsystem (Scheibe: Plexiglas)

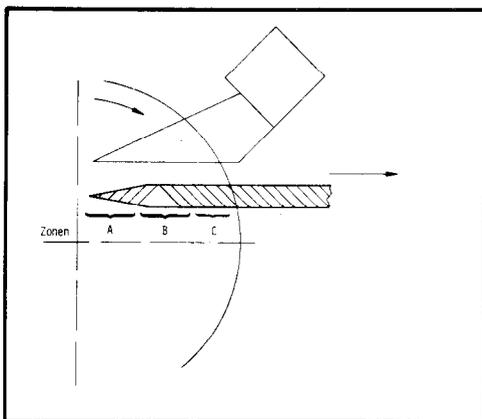


Abb. 13a: Zonen für die fotografischen Aufnahmen der Garnentstehung und -verfestigung

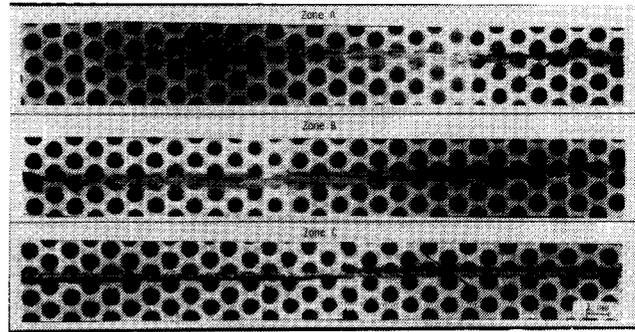


Abb. 13b: Kurzzeit-fotografische Aufnahmen der Garnentstehung und -verfestigung (Scheiben-Trommel-System)

$v_A = 100 \text{ m min}^{-1}$; $T_t = 25 \text{ tex}$; 100 % PES (1,7 dtex/40 mm)

keitsprofil und das Schlupfprofil (Abb. 14) berechnen. Der nicht konstante Verlauf der Garnwinkelgeschwindigkeit führt zu unterschiedlichen Garnsteigungen vor und hinter der Stelle mit der maximalen Garnwinkelgeschwindigkeit (Abb. 15). Der Endbereich des Garnes, d. h. der Teil von der Garnspitze bis zur Stelle mit der maximalen Winkelgeschwindigkeit, erfährt also während des Spinnprozesses eine stetige Umformierung des gebildeten Garnverbandes. Nach Passieren des *Antriebspunktes* erhält das Garn seinen Echtdraht, der für die Verfestigung verantwortlich ist. Aus diesen hier nur kurz angedeuteten Zusammenhängen wird die Problematik der Struktur von OE-Friktionsspinnern deutlich. Infolge der genannten Probleme in der Faseranlagerungszone und der Vorgänge während der Spinnphase ist zu erwarten, daß es äußerst schwierig ist, Garne mit ring- oder OE-rotorgarnähnlichen dynamometrischen Eigenschaften herzustellen, was grundsätzlich auch für OE-Friktionsgarne aus synthetischen Fasern gilt. Die Einführung der OE-Friktionsspinnentechnologie läßt sich somit nur ermöglichen, wenn neben den wirtschaftlichen und

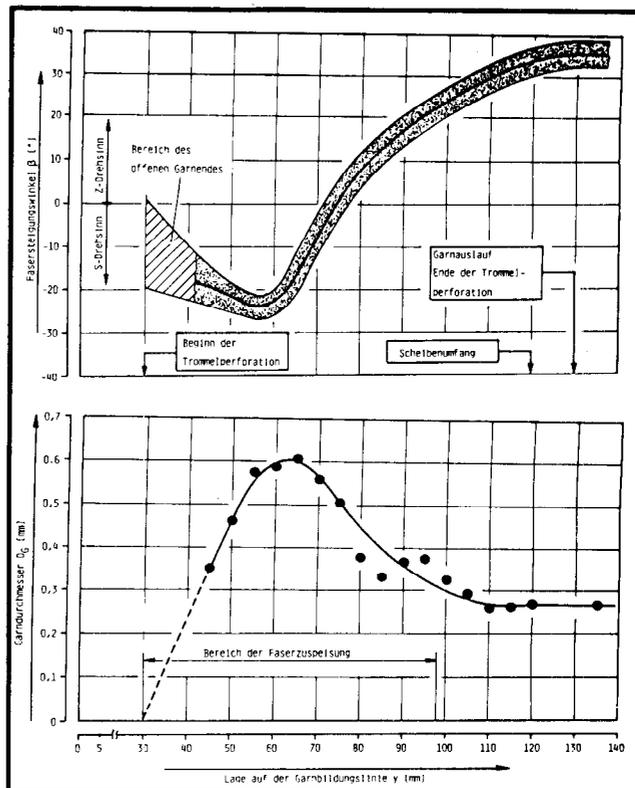


Abb. 14: Fasersteigungswinkel β und Garnradius entlang der Garnbildungslinie

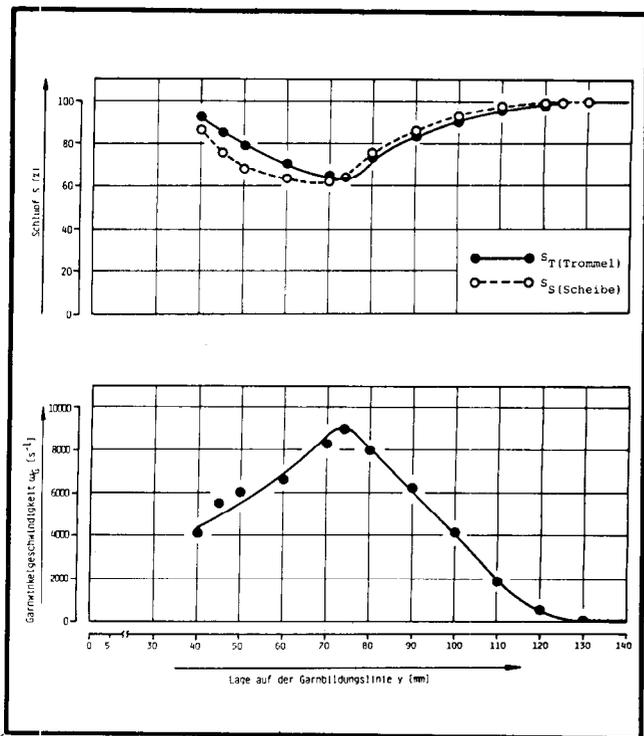


Abb. 15: Schlupf für die Friktionsscheibe s_S , Friktionstrommel s_T und Garnwinkelschwindigkeit ω_g entlang der Garnbildungslinie

technologischen Vorteilen des Verfahrens, die aus der Garnstruktur resultieren, auch die verfahrensbedingten garndynamometrischen Eigenschaften akzeptiert werden können.

4. Versuchsbeschreibung

Um die Einflüsse systematisch veränderter Faserparameter beschreiben zu können, wurden verschiedene Versuchsprogramme durchgeführt. In einem ersten Abschnitt kamen neun verschiedene Fasern der Polyesterfaserprovenienz A und 7 der Provenienz B zum Einsatz. Von beiden Herstellern wurden unterschiedlich feine und lange Fasern zur Verfügung gestellt. Aus der Abbildung 16 geht hervor, daß die Provenienz A zusätzlich die Variation der Avivage nach Art und Auftragsmenge sowie der Kräuselung und Fixierung einschloß. Die Fasern der Provenienz B lagen mit unterschiedlichem Faser-Faser-Reibwert vor, der ebenfalls durch verschiedene Avivagequalitäten erzielt wurde; ferner stand eine Low-modulus-Type für die Versuche zur Verfügung.

Faserprovenienz	A									B								
Bezeichnung	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7		
Faserfeinheit (dtex)	0,6	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,67	1,39	1,30	1,17	1,39	1,39	1,39		
Faserlänge (mm)	32	32	40	32	40	40	40	40	40	38	38	38	38	38	52	38		
Avivage qualitativ	A1				A2					A1								
Avivage quantitativ	normal				hoch (AL/70)			normal										
Kräuselung	fein			grob			fein			grob								
Fixierung	ja									nein								
Faser Faser-Reibung										normal			hoch				normal	
Dehnung										normal							hoch	

Abb. 16: Faserparameter der untersuchten PES-Fasern

Die Fasern wurden im wesentlichen auf einem Spinnaggregat mit hyperbolischen Friktionselementen hergestellt (Abb. 17), da mit dieser Einrichtung die bisher günstigsten Garnwerte bei gleichzeitig hoher Spinnengeschwindigkeit erzielt werden konnten. Die Spinnengeschwindigkeit wurde dabei zwischen 200 und 400 $m\ min^{-1}$ und die Garnfeinheit zwischen 15 und 25 tex variiert (Abb. 18). Bei Provenienz B erfolgte zusätzlich eine Ausspinnung von Garnen auf einem Dref 3-Aggregat. Jedoch konnte als maximale Geschwindigkeit nur 300 $m\ min^{-1}$ gefahren und verfahrensbedingt konnten nur 30, 40 bzw. 50-tex-Garne, d. h. gröbere Garne, gesponnen werden.

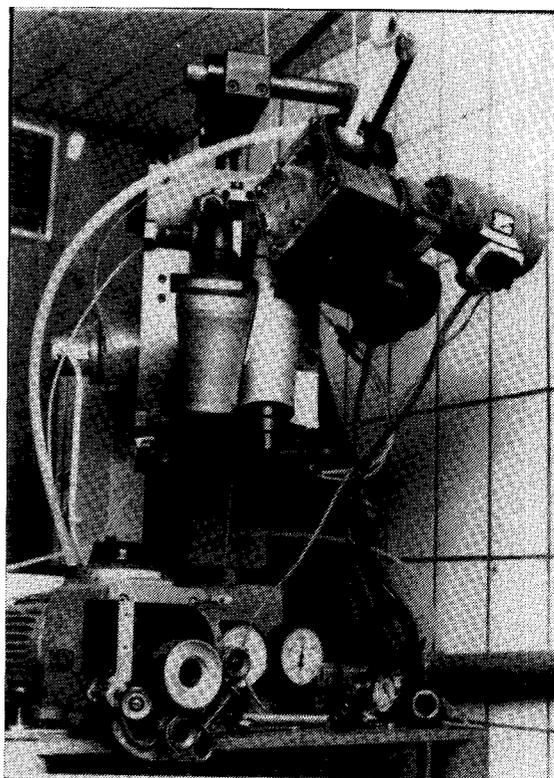


Abb. 17: Friktionsaggregat mit hyperbolischen Friktionselementen (System Barnag)

	Versuch	Spinnengeschwindigkeit [$m\ min^{-1}$]	Garnfeinheit [tex]	Friktionsverhältnis [1]	sonstiges	
Provenienz B	1	200	40	2,5	70 % Kern 30 % Mantel	
	2	250	40			
	3	300	40			
	4	200	50			
	5	200	50			
Provenienz A und B auf Aggregat mit hyperbolischen Friktionselementen	1	200	20	2,0		
	2			2,2		
	3			2,4		
	4			2,6		
	5			2,8		
	6			15	2,4	
	7			25		
	8			300	20	
	9			400	20	

Abb. 18: Versuchsdaten für die Untersuchung des Einflusses verschiedener Fasereigenschaften auf das OE-Friktionsspinnen

5. Versuchsdurchführung und -ergebnisse

Die Garn Drehung kann beim OE-Friktionsspinnen – anders als beim Ring- und OE-Rotorspinnen – nur indirekt, d. h. nicht unmittelbar, eingestellt werden, da in Abhängigkeit der verschiedenen Verfahrens- und Maschinenparameter das Garn an seiner Oberfläche unterschiedlich stark angetrieben wird. So liegt der Schlupf zwischen Garn- und Friktionselementendrehzahl, entsprechend der geforderten Drehungshöhe im Garn, anzupassen ist. Als sinnvolle Charakterisierung der Maschinengröße kann hier das sogenannte Friktionsverhältnis dy , wie es uns beim Friktionstexturieren geläufig ist, angesehen werden, das durch den Quotienten der Umfangsgeschwindigkeit der Friktionselemente und der Abzugsgeschwindigkeit gebildet wird (Abb. 19). Das erforderliche Friktionsverhältnis ist nicht

der genannten Gründe sehr stark tordiert sind, liegen alle anderen Fasertypen auf einem niedrigeren Drehungsni-veau, das dem bei Ring- oder OE-Rotorgarnen entspricht.

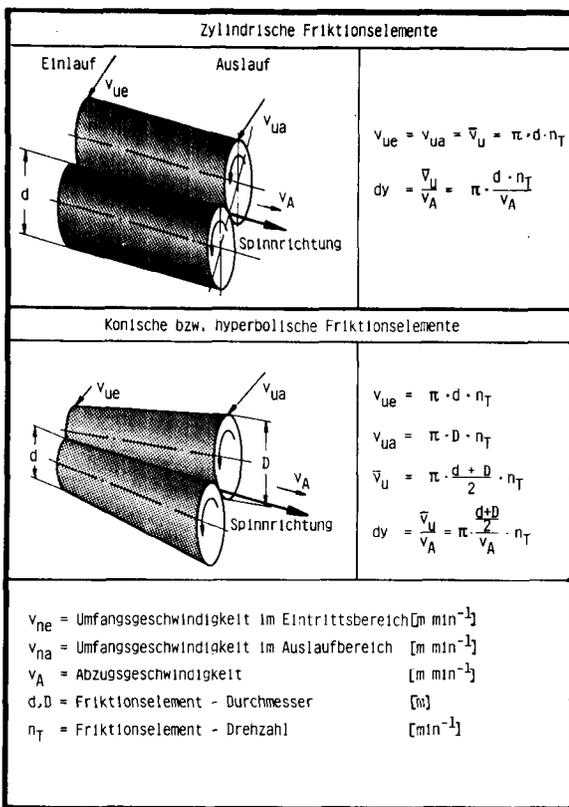


Abb. 19: Definition des Friktionsverhältnisses dy beim Friktions- bzw. OE-Friktionsspinnen

nur von Verfahrens- und Maschinenparametern, sondern auch von der Faserfeinheit abhängig. Das kraftschlüssig auf den Garnverband übertragene Drehmoment verursacht bei den feinen Fasern, die nur einen geringen Torsionswiderstand aufweisen, eine sehr starke Drehungsverformung. Aus der hohen, bereits im überkritischen Bereich liegenden Drehung resultiert die geringe Festigkeit der Garne aus der 0,6 dtex-Polyesterfaser (Abb. 20). Normalkraft und Drehungsverhältnis dy müssen bei der Verspinnung der leicht tordierbaren Feinstfaser reduziert werden, um eine Überdrehung des Garnverbandes und eine starke Festigkeitsminderung zu vermeiden. Bei den größeren Fasern liegt das erreichbare Festigkeitsmaximum bei einem Friktionsverhältnis von $dy = 2,0$ bis $2,8$.

Der Drehungsbeiwert (Abb. 21) ist ein Maß für die vom Garn aufgenommene Drehung und weist den Einfluß des Friktionsverhältnisses dy auf die Drehungshöhe nach. Abgesehen von den Garnen aus 0,6 dtex-Fasern, die in Folge

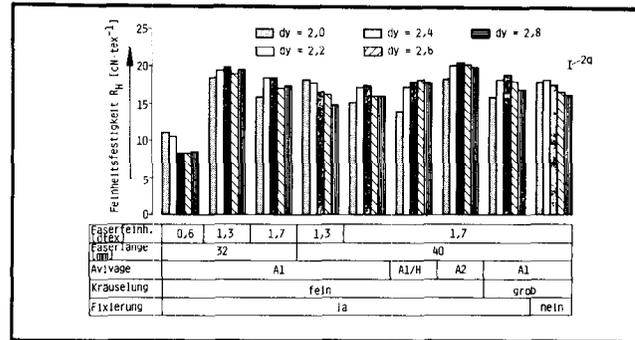


Abb. 20: Feinheitsfestigkeit in Abhängigkeit des Fasermaterials und des Friktionsverhältnisses

$v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $T_t = 20 \text{ tex}$; Material: PES (Provenienz A)

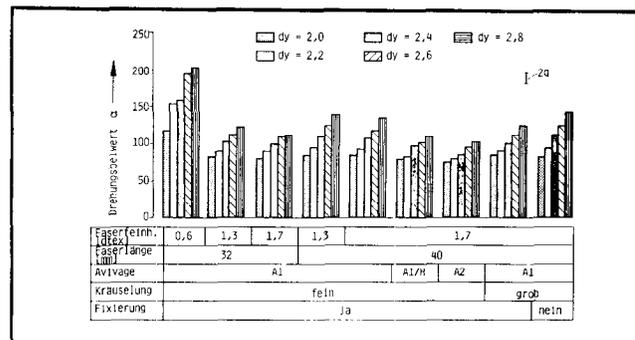


Abb. 21: Drehungsbeiwert in Abhängigkeit des Fasermaterials und des Friktionsverhältnisses

$v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $T_t = 20 \text{ tex}$; Material: PES (Provenienz A)

Für die Untersuchung des Einflusses der Geschwindigkeit bzw. Garnfeinheit wurde, basierend auf den zuvor beschriebenen Versuchen, ein dy -Verhältnis von $dy = 2,4$ einheitlich für alle Versuche gewählt, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Die Prozeßoptimierung jeder einzelnen Fasertypen läßt jedoch durchaus günstigere Garnkennwerte im Einzelfall erwarten.

Das OE-Friktionsspinnprinzip bietet sich aus den verschiedenen genannten Gründen für die Realisierung hoher Spinnengeschwindigkeiten an. Erwartungsgemäß verschlechtern sich jedoch bei Steigerung der Spinngeschwindigkeit die Dublierverhältnisse in der Spinnzone, so daß eine Verschlechterung der Garneigenschaften mit zunehmender Spinngeschwindigkeit eintritt. Wie eigene Untersuchungen zeigten, wird die Abhängigkeit der Garneigenschaften von der Spinngeschwindigkeit sehr stark von der Ausführung des Spinnaggregates beeinflusst. Für das im Rahmen dieser Versuche eingesetzte Spinnaggregat sind die Feinheitsfestigkeitswerte in Abhängigkeit der Spinngeschwindigkeit für die verarbeiteten Fasern dargestellt (Abb. 22 u. 23). Bei Steigerung der Abzugsgeschwindigkeit nimmt der Schlupf im Spinnbereich zu, so daß sich in Folge der abnehmenden Drehung niedrigere Drehungswerte, wie in Abbildung 24 für die Provenienz A dargestellt, einstellen. Die Massenungleichmäßigkeit (Abb. 25 u. 26) verstärkt sich mit Zunahme der Spinngeschwindigkeit unabhängig vom Fasermaterial in gleicher Weise. Besonders schlecht schneidet die 0,6 dtex-Faser ab, die unter den gegebenen Bedingungen nicht sauber aufgelöst und gleichmäßig angelagert werden konnte. Auf eine Diskussion der Imperfektionenzahlen soll verzichtet werden, da aus den nur gering abweichenden Ergebnissen keine eindeutigen Schlüsse zu ziehen sind.

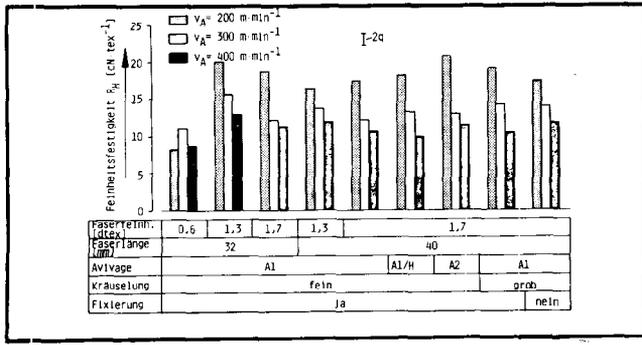


Abb. 22: Feinheitsfestigkeit in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Spinnengeschwindigkeit v_A
 $T_t = 20 \text{ tex}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

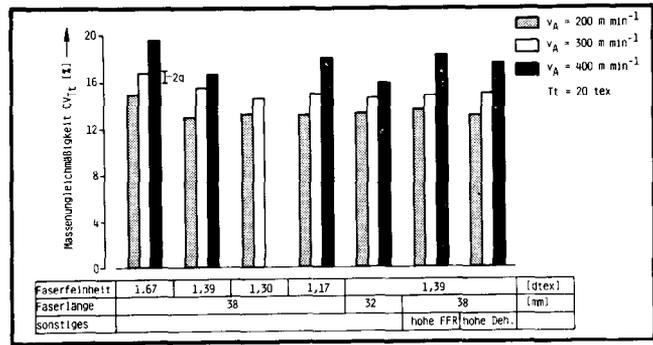


Abb. 26: Massengleichmäßigkeit CV_{T_t} in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Abzugsgeschwindigkeit v_A

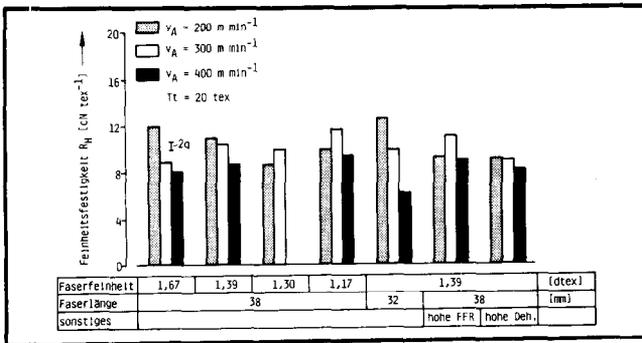


Abb. 23: Feinheitsfestigkeit R_H in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Abzugsgeschwindigkeit v_A ; Material: PES (Provenienz B)

Bei 200 m min^{-1} Spinnengeschwindigkeit und einem dy -Verhältnis von 2,4 wurden aus allen Fasern 15, 20 bzw. 25 tex-Garne gesponnen. Auch hier hat die Fasergeometrie, wie Faserlänge, -feinheit und -kräuselung, wenig Einfluß auf das Spinnergebnis (Abb. 27 u. 28), wenn man auch hier wieder von den stark abweichenden Werten der 0,6 dtex-Fasern absieht. Eine Verspinnung größerer Garne reduziert den Schlupf, so daß die Friktionsintensität und damit die Garndrehung zunehmen (Abb. 29). Hieraus resultiert eine Zunahme der Garndehnung (Abb. 30). Ebenfalls wirken sich die übrigen Faserparameter nur wenig auf die Massengleichmäßigkeit der OE-Friktionsspinnarne aus, wie aus den Abbildungen 31 und 32 hervorgeht. Bei der Verarbeitung der Provenienz B auf dem Dref 3-Aggregat ergaben sich jedoch größere Einflüsse der Faserbeschaffenheit auf die Feinheitsfestigkeit als bei den zuvor beschriebenen Versuchen. Die höchste Festigkeit wird hierbei mit der 1,39 dtex 33 mm-Type mit hoher Faser-Faser-Reibung erzielt (Abb. 33). Es ist zu vermuten, daß die erhöhte Haftung zwischen den Fasern zu einem besseren Reibschluß und somit zu einer höheren Festigkeitsausnutzung führt.

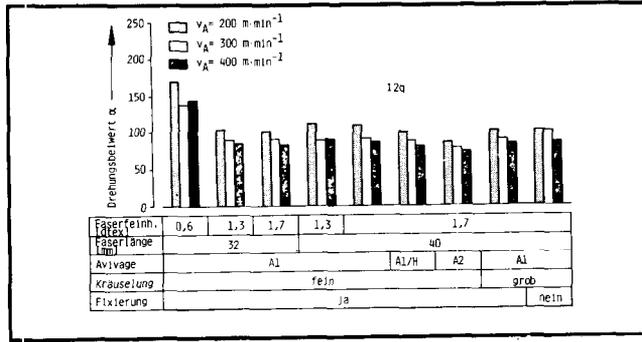


Abb. 24: Drehungsbeiwert in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Spinnengeschwindigkeit v_A

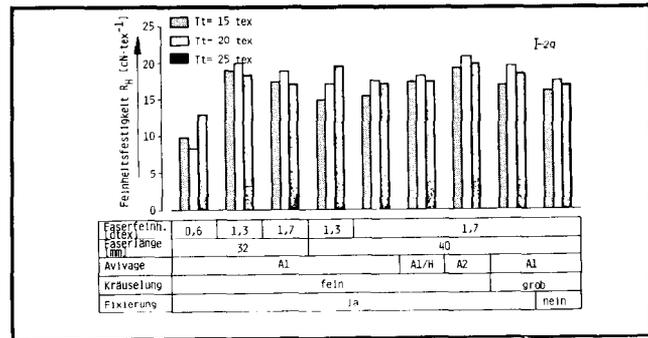


Abb. 27: Feinheitsfestigkeit in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit T_t
 $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

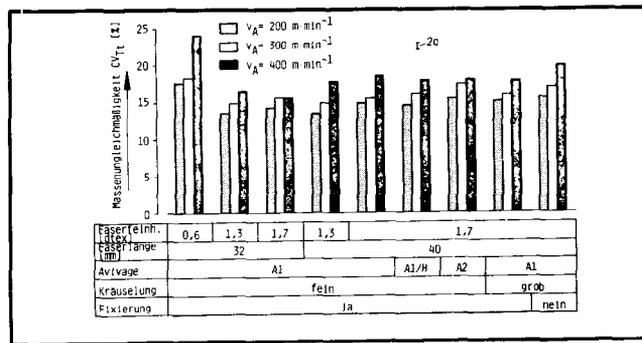


Abb. 25: Massengleichmäßigkeit in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Spinnengeschwindigkeit v_A
 $T_t = 20 \text{ tex}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

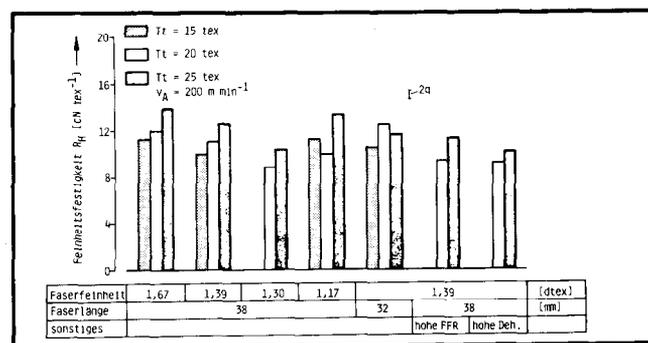


Abb. 28: Feinheitsfestigkeit R_H in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit T_t
 Material: PES (Provenienz B)

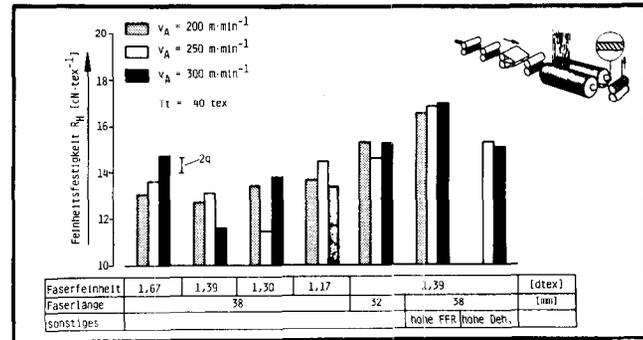
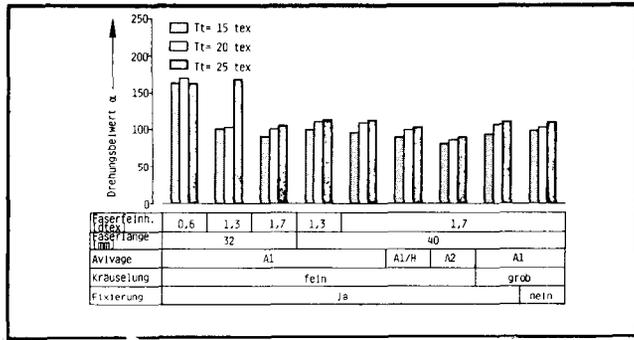
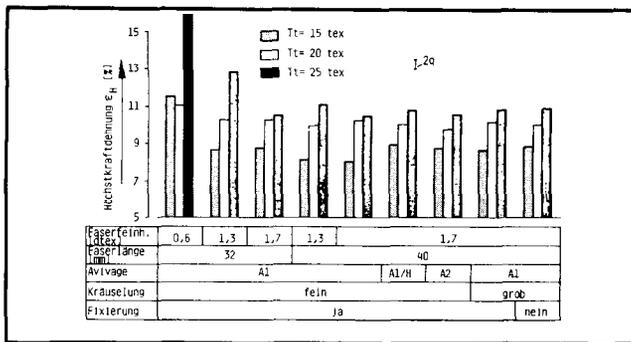


Abb. 29: Drehungsbeiwert in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit Tt
 $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

Abb. 33: Feinheitsfestigkeit RH in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Abzugsgeschwindigkeit v_A ;
 Material: PES (Provenienz B)



Die Tendenz zeigt sich sowohl bei der Untersuchung des Geschwindigkeits- als auch des Garnfeinheitseinflusses. Eine Reduzierung der Faserfeinheit wirkt sich bei Anwendung des Dref 3-Systems stärker als bei dem zuvor beschriebenen OE-Friktionsspinnverfahren aus. Die Erhöhung der Faseranzahl im Garnquerschnitt durch Einsatz feinerer Fasern führt zu einer deutlichen Verbesserung der Massengleichmäßigkeit der Garne aus 1,39 bzw. 1,30 dtex-Fasern im Vergleich zu solchen aus 1,67 dtex (Abb. 34), jedoch nimmt die Massengleichmäßigkeit bei stärkerer Faserfeinheitsreduzierung wieder leicht zu, was, wie schon für die 0,6 dtex-Faser beschrieben, auf Probleme bei der Faserauflösung bzw. -anlagerung von sehr feinen Fasern zurückzuführen ist.

Abb. 30: Höchstkraftdehnung in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit Tt
 $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

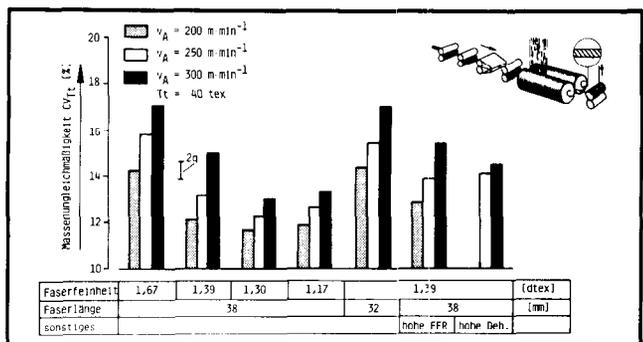
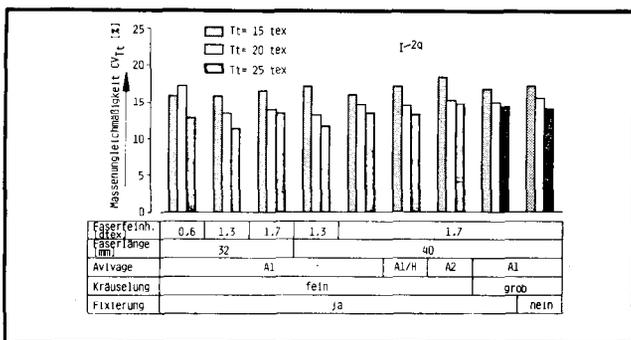
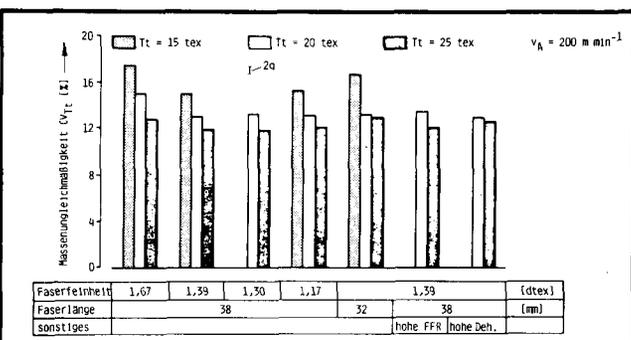


Abb. 31: Massengleichmäßigkeit in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit Tt
 $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

Abb. 34: Massengleichmäßigkeit CVTt in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Abzugsgeschwindigkeit v_A
 Material: PES (Provenienz B)



Im Anschluß an die behandelten Versuche wurde ein Versuchsprogramm mit fünf verschiedenen PES-Typen der Provenienz A durchgeführt, die sich in Faserlänge und -feinheit unterscheiden. Die Drehzahl der Friktionselemente wurde dabei so gewählt, daß alle Garne einen Drehungsbeiwert von 115 aufwiesen. Es werden so ähnliche Voraussetzungen für den Drehungsaufbau der Garne geschaffen. Trotz Optimierung der Faserauflöse- und Faserzufuhrbedingungen konnten die garndynamometrischen Kennwerte der 0,6 dtex/32 mm-Fasern nicht wesentlich gegenüber den zuvor beschriebenen Versuchen gesteigert werden.

Abb. 32: Massengleichmäßigkeit CVTt in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit Tt;
 Material: PES (Provenienz B)

Bei diesen Versuchen ergeben die kürzeren Fasern mit 32 mm Länge und Feinheiten von 1,3 bzw. 1,7 dtex gesichert bessere Ergebnisse als die längeren Fasern gleicher Feinheit (Abb. 35), die auch tendenzmäßig ungleichmäßigere Garne erbringen.

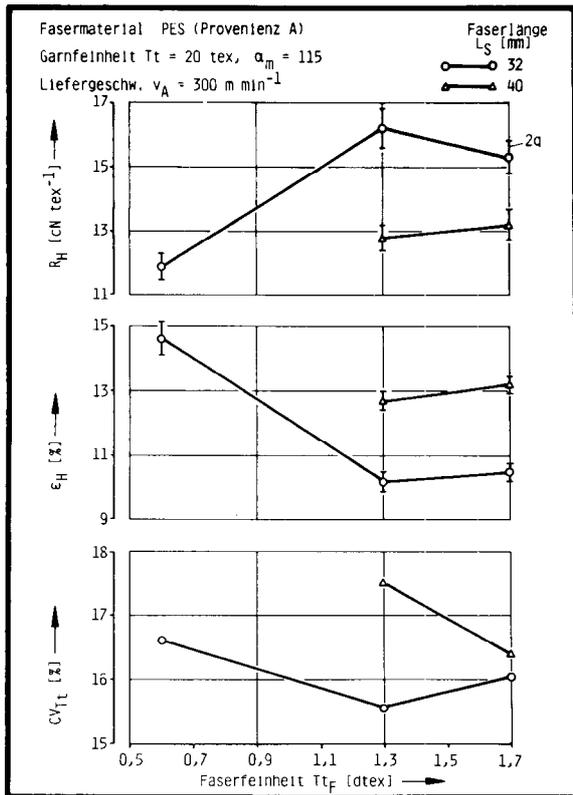


Abb. 35: Feinheitsfestigkeit R_H , Höchstkraftdehnung ϵ_H und Massenungleichmäßigkeit CV_{Tt} in Abhängigkeit der Faserfeinheit und -länge

6. Einfluß der Fasereigenschaften und Spinnparameter auf die Fadenzugkraft

Verfahrensbedingt treten beim OE-Friktionsspinnverfahren in Folge fehlender Zentrifugalkräfte wesentlich geringere Fadenzugkräfte als beim Ring- oder OE-Rotor-spinnverfahren auf (Abb. 9). Hier liegen einerseits Gründe für die hohen realisierbaren Spinngeschwindigkeiten, andererseits können die den Spinnprozeß überlebenden Schwachstellen den Verarbeitungsablauf in den Folgeprozessen gefährden und kostenträchtige Stillstände verursachen. Die Abbildung 36 gibt die Fadenzugkraft für die PES-Fasern der Provenienz A in Abhängigkeit des Friktionsverhältnisses dy wieder. Es wird sichtbar, daß die hyperbolischen Friktionselemente mit Steigerung des Friktionsverhältnisses, d. h. der Zunahme der Förderwirkung, eine Reduzierung der Fadenzugkraft bewirken. Die Abbildung 37, in der die Fadenzugkraft in Abhängigkeit des Fa-

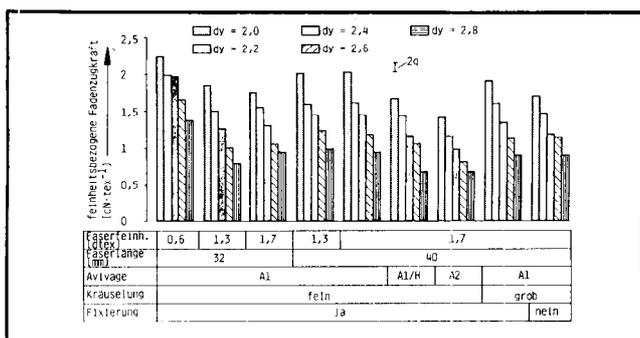


Abb. 36: Feinheitsbezogene Fadenzugkraft in Abhängigkeit des Fasermaterials und des Friktionsverhältnisses $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $T_t = 20 \text{ tex}$; Material: PES (Provenienz A)

sermaterials und der Garnfeinheit aufgetragen ist, läßt höhere Fadenzugkräfte für die 15 und 20 tex-Garne aus 0,6 dtex-Fasern erkennen.

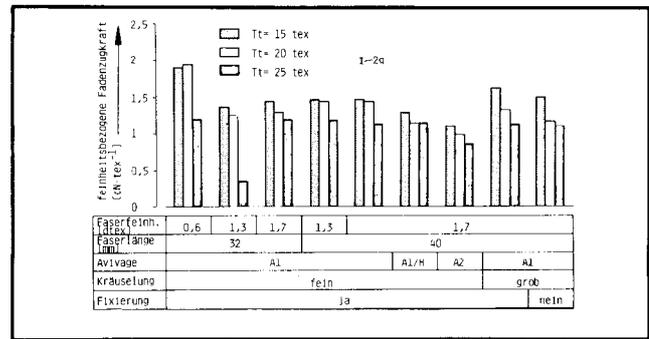


Abb. 37: Feinheitsbezogene Fadenzugkraft in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Garnfeinheit T_t $v_A = 200 \text{ m min}^{-1}$; $dy = 2,4$; Material: PES (Provenienz A)

Der Einfluß der Avivage kommt deutlich bei einem Vergleich der unterschiedlich behandelten 1,7 dtex/40 mm-Fasern zum Ausdruck. Sowohl bei der Garnfeinheits- als auch bei der Spinngeschwindigkeitsvariation (Abb. 38) zeigt die avivagemäßig modifizierte 1,7 dtex/40 mm-Faser die niedrigsten Fadenzugkräfte, ohne daß die Garneigenschaften stark dadurch beeinflusst werden.

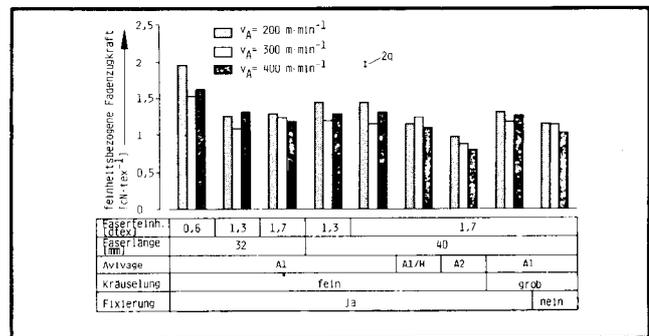


Abb. 38: Feinheitsbezogene Fadenzugkraft in Abhängigkeit des Fasermaterials und der Spinngeschwindigkeit v_A Material: PES (Provenienz A)

7. Zusammenfassung

Im Rahmen des Vortrages wurde auf die Vielfältigkeit der OE-Friktionsspinnverfahren hinsichtlich der Faseranlage und der Drehungsverteilung eingegangen. Anhand von Untersuchungsergebnissen erfolgte eine kurze Beschreibung der OE-Friktionsspinnmechanismen, die die Problematik deutlich machen sollten, die aus der zeitlich und räumlich überlagerten Garnformation und Drehungsverfestigung bei diesem Spinnverfahren resultiert.

Die vorgestellten Ergebnisse von Spinnversuchen mit zwei verschiedenen PES-Provenienzen in jeweils unterschiedlichen Fasereigenschaften liefern als wichtigstes Ergebnis für Faserhersteller und -spinner, daß nach dem bisherigen Kenntnisstand keine besonderen Behandlungen für Fasern notwendig sind, die nach einem OE-Friktionsspinnverfahren verarbeitet werden sollen. Mit der sehr feinen 0,6 dtex/32 mm-Faser wurden nicht die günstigsten Werte erreicht, die man aufgrund der sonstigen Erfahrungen mit Feinstfasern erwarten könnte. Offensichtlich wirken sich hier die Vorgänge in der Luftströmung der Faserzufuhrorgane sehr stark auf die sehr feinen und wenig biegesteifen Fasern aus, so daß spezielle Maßnahmen zu entwickeln bzw. weiter zu optimieren sind. Die unterschiedli-

chen Dublier- und Anlagerungsverhältnisse der eingesetzten Spinnaggregate führten zu einer stärkeren Begünstigung der Massengleichmäßigkeit bei feineren Fasern auf dem Dref 3-Aggregat als auf dem für die Hauptversuche eingesetzten Spinnaggregat.

Fadenzugkraftuntersuchungen belegen die geringe Belastung des Garnes während des Spinnprozesses, wobei Garnfeinheits- oder Spinngeschwindigkeitsvariationen und das Friktionsverhältnis von stärkerem Einfluß als die veränderten Fasereigenschaften sind.

8. Danksagung

Wir danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung der Forschungsarbeiten (AIF-Nr. 6101), die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) erfolgte. Insbesondere möchten wir den Firmen Du Pont und Enka für die großzügige Zurverfügungstellung von Fasermaterialien und den beteiligten Textilmaschinenfirmen für die intensive Unterstützung bei der Durchführung der Arbeiten danken.



TRIEIRA

AUSTRIA-FASERWERKE GESELLSCHAFT M.B.H.

Herstellung - und Vertrieb von Polyester- Stapelfasern
sowie - Konverterkabeln und Konverterzügen.

Friction Spinning: The Effect of Fibre Delivery Parameters on the Geometry of Fibre Deposition in the Yarn

Dr. Y.A.M. Susutoglu, Dr. G.E. Cusick, UMIST – University of Manchester, Institute of Science & Technology, Manchester, England

Consideration is given to the analysis of the geometry of the deposition of fibres onto friction spinning surfaces and in particular to the effect of the interaction of the fibre orientation during delivery and the delivery angle on the extent of the fibre in the yarn.

Der Artikel behandelt die geometrische Analyse der Faserablage auf Friktionsspinnoberflächen und im besonderen die Auswirkung der Wechselbeziehung der Faserorientierung während der Abnahme und des Abnahmewinkels auf die Lage der Fasern im Garn.

1. Introduction

The Dref 2 method of making staple fibre yarn by the insertion of twist between friction drums rotating in the same direction has been described by Mitteregger¹.

In this method the fibres are delivered to the nip of the rollers by air movement in a direction at 90° to the nip. Other workers^{2,3} have described methods in which the fibres are delivered to the nip at an angle either greater or smaller than 90° to the direction in which the yarn is withdrawn from the nip. Lünenschloß⁴ has given consideration on the direction and velocity of a fibre as it enters the yarn.

In this paper the effect of the orientation of the fibre during delivery, the delivery angle, the delivery velocity and the yarn velocity are related to the extent of the fibre in the yarn.

2. Theory

A fibre during delivery may not be straight, therefore the orientation relative to the direction of the yarn may be considered for part of the fibre as that of the line joining two points on the fibre. Figure 1 shows the line joining points A and B on the fibre and this line is at an angle θ to the direction in which the yarn is produced, which is shown as horizontal. The fibre angle θ , may have a value between 0° and 180°. The delivery angle α , is illustrated in figure 2 and its value may be between 0° and 180° to the direction of the yarn.

Let the velocity of the yarn be v and the velocity of the fibre be w . The ratio of the yarn velocity to the delivery velocity v/w would be expected to be much less than unity.

Consider the distance between the points A and B when the fibre is in flight to be d_1 and when the fibre is in the yarn to be d_2 . The distance ratio d_2/d_1 is a measure of the possible effect of the fibre angle θ , the delivery angle α , the yarn velocity v and the fibre velocity w on increasing or decreasing the distance between A and B when the fibre is in the yarn, relative to this distance when the fibre is in flight.

It is assumed that the fibres are delivered in the same plane as the nip and the effects of twist have been ignored.

It is also assumed as shown in figure 3 that the parts of the fibre which have not reached the yarn retain the delivery direction and the delivery velocity and that the parts of the fibre that have joined the yarn assume the direction and velocity of the yarn. The distance ratio d_2/d_1 may then be calculated from:

$$\text{Distance ratio} = \frac{v}{w} \frac{\sin \theta}{\sin \alpha} + \frac{\sin \theta}{\tan \alpha} = \cos \theta$$

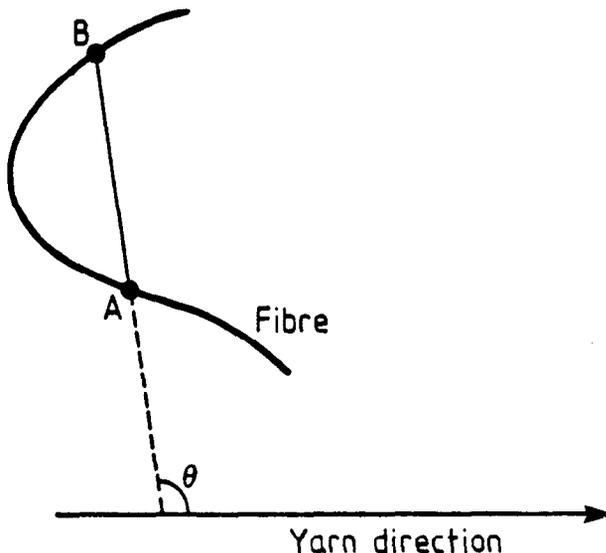


Figure 1

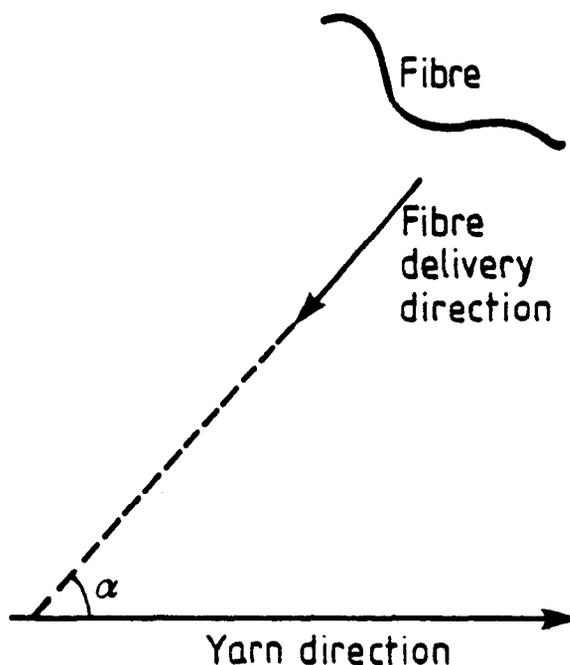


Figure 2

3. Conclusions

Figure 4 shows the distance ratio plotted against the fibre angle θ , for values of the delivery angle of 30°, 60°, 90°.

120° and 150° when the value of v/w is equal to 0.1. The following observations may be made:

- 1) When the distance ratio is positive the first point of the fibre to enter the yarn leads in the yarn as illustrated in figure 5.
- 2) When the distance ratio, is negative the first point of the fibre to enter the yarn trails in the yarn as illustrated in figure 6.
- 3) The distance ratio may be greater than +1 or less than -1 as shown in figures 5 and 6, and to obtain this in practice there must be straightening of a buckled fibre. If the distance ratio is between these values as shown in figure 7, there must be buckling or further buckling of the fibre. It is theoretically possible to obtain a distance ratio of zero.
- 4) When the fibre angle θ , is equal to the delivery angle then the distance ratio is equal to v/w , the ratio of the yarn velocity to the delivery velocity.
- 5) Distance ratios are least for delivery angles of 90°. In this case the distance ratio is in practice between -1 and +1 for all values of fibre angle θ .
- 6) For the conditions shown in figure 4, when the delivery angle is low the distance ratio has the highest value when the fibre angle is about 120°. For high delivery angles high negative values of distance ratio are obtained with a fibre angle of about 60°.

$v/w = 0.1$
 Fibre angle = 150°
 Delivery angle = 30°
 Distance ratio = 1.83

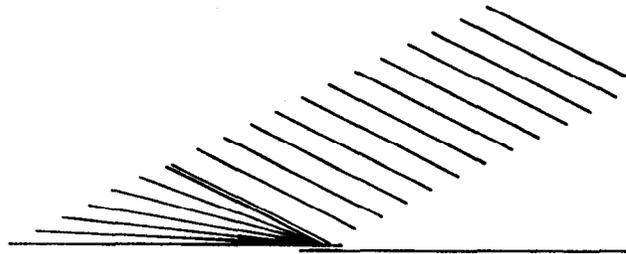


Figure 5

$v/w = 0.1$
 Fibre angle = 70°
 Delivery angle = 150°
 Distance ratio = -1.78

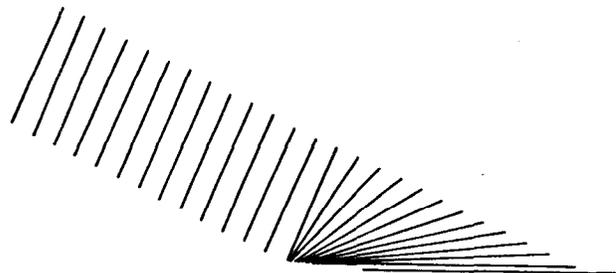


Figure 6

$v/w = 0.1$
 Fibre angle = 45°
 Delivery angle = 30°
 Distance ratio = 0.66

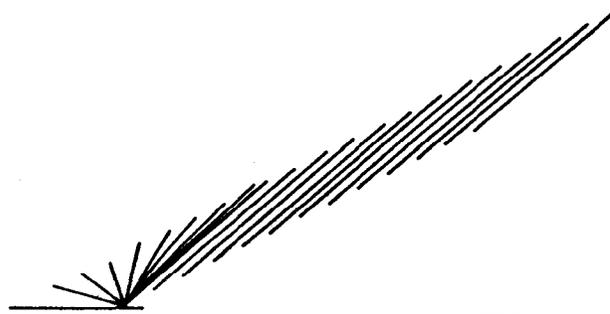


Figure 7

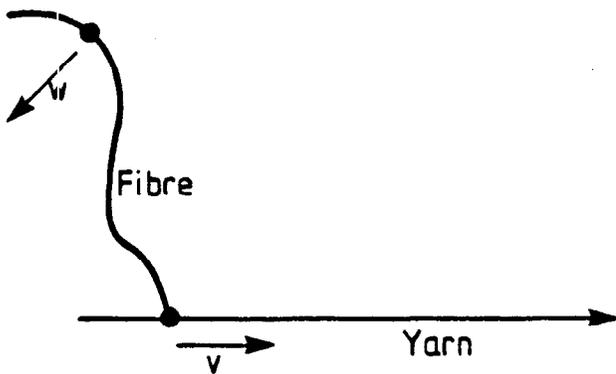


Figure 3

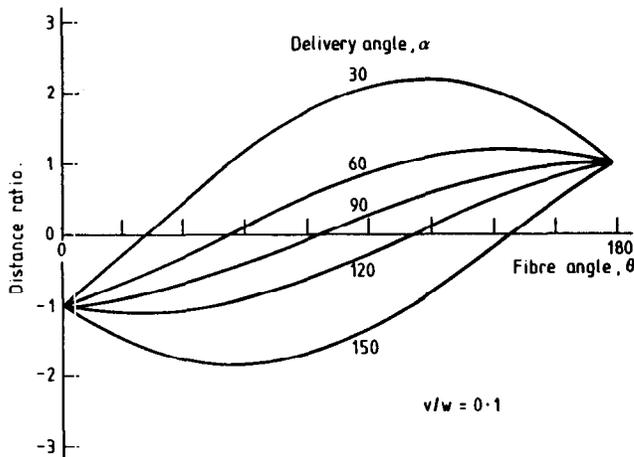


Figure 4

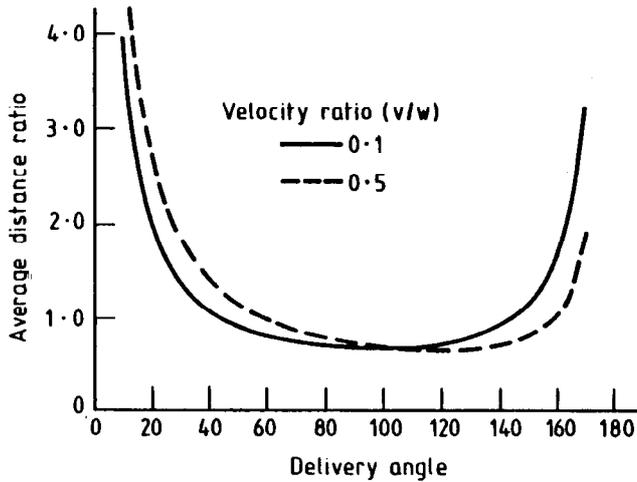


Figure 8

Figure 4 illustrates the case for individual fibres for a given value of fibre angle and delivery angle at a value of v/w of

0.1. It is possible to calculate an average distance ratio for a particular distribution of fibre angles. Figure 8 shows the average distance ratio (neglecting the sign) plotted against the delivery angle for a rectangular distribution of fibre angles. Velocity ratios v/w of 0.1 and 0.5 have been considered. It is shown that low and high values of delivery angle give the highest average distance ratios and that as the velocity ratio is increased the low delivery angles produce higher values of average distance ratio than the high delivery angles.

References

- 1) Mitteregger, A.; *Chemiefasern Text.Ind.*, 27/79, 1005 (1977)
- 2) Turk, H., et al; Pat. U.S. 4, 202, 163
- 3) Parker, A., Farnhill, W.M.; Pat. Brit. 2062023.
- 4) Lünenschloß, J., Brockmanns, K.J.; *Chemiefasern Text. Ind.*, 33/85, 570 (1983)



INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO.
MAYREDER KEIL, LIST U. CO.
BAUGESELLSCHAFTEN M. B. H.
LINZ / WIEN / INNSBRUCK / GRAZ

INDUSTRIEBAU
FERTIGTEILBAU
KRAFTWERKE
TALSPERREN
BRÜCKENBAU
WASSERBAU
STRASSENBAU
HOCHBAU

FASSADEN-
RENOVIERUNGEN
TUNNELBAU
TOTALUNTER-
NEHMERSCHAFT
DRUCKLUFT-
GRÜNDUNGEN
PROJEKTIERUNGEN

Mitglieder der Vereinigung industrieller Bauunternehmungen Österreichs



Die Masterspinner-Friktionsspinnmaschine und ihre Arbeitsweise

I. K e r n o n M. Sc., Platt Saco Lowell Ltd., Accrington, England

Die Abhandlung vermittelt eine kurze Übersicht über das Friktionsspinnen und beschreibt die Masterspinner-Friktionsspinnmaschine und deren Arbeitsweise.

Es werden die Auswirkungen von Fasermerkmalen auf die Eigenschaften des Garns und die Verarbeitungsverhältnisse behandelt sowie eine Reihe erfolgreicher Anwendungsgebiete für Garne beschrieben, die mit einer Masterspinner-Friktionsspinnmaschine hergestellt wurden.

Es werden sodann die wirtschaftlichen Vorteile des Friktionsspinnens diskutiert und Vergleiche zwischen Ring- und Rotor-spinnverfahren angestellt.

The paper gives a brief history of the development of friction spinning and describes the Masterspinner friction machine and progress.

The effect of fibre characteristics on yarn properties and processing conditions are discussed and a number of successful applications for *Masterspun* yarns are outlined.

The economic advantages of friction spinning are discussed and comparisons are made with the ring-and rotor-spinning system.

Einführung

Auf der 21. Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn wurde das von uns entwickelte Prinzip des Friktionsspinnens vorgestellt und dabei ein Vergleich mit anderen, neuen Spinnverfahren angestellt. Fast alle Entwicklungen in dieser Hinsicht haben das Ziel, die Produktivität zu steigern, die Garnqualität zu verbessern oder zumindest auf dem gleichen Stand zu halten und bei der weiteren Verarbeitung eine Steigerung der Leistungsfähigkeit zu erreichen.

Bei der Entwicklung unseres *Masterspinner*-Friktionsspinnverfahrens hatten wir eine Reihe von Zielsetzungen:

- Wir wollten ein Spinnverfahren entwickeln, bei dem die Verarbeitungsgeschwindigkeit höher ist als bei den bereits vorhandenen Verfahren.
- Die Gesamtverarbeitungskosten des Spinnverfahrens sollten reduziert werden.
- Es sollte 100%iges Fasergarn produziert werden, ohne dabei Filamentkern oder Wickelgarn zu verwenden.
- Als Hersteller von Maschinen zum Kurzstapelspinnen waren wir ganz besonders daran interessiert sowohl 100 % Baumwollgarn als auch 100 % Synthefaser und Mischungen von Baumwolle und Synthese zu verarbeiten.

Heute haben wir diese Ziele im großen und ganzen verwirklicht, und das Friktionsspinnverfahren wird ein Bestandteil unserer Industriebranche.

Ich möchte vorerst kurz das Prinzip unseres Spinnverfahrens zusammenfassen und die sich zur Zeit in Produktion befindliche Maschine beschreiben.

Im Jahre 1967 wurde von uns das erste Patent angemeldet, das sich auf ein Spinnverfahren nach dem Friktionprinzip bezieht.

In Abbildung 1 sehen wir, wie einzelne Offenend-Fasern in einem Einzugskanal eingeführt werden. Die von der Scheibe ausgehende Saugkraft zieht diese auf eine perforierte

Scheibe. Durch das Rotieren der Scheibe werden die Fasern nach vorne auf eine glatte Walze befördert. Diese Walze ist so justiert, daß zwischen ihr und der Scheibe ein enger Zwischenraum verbleibt.

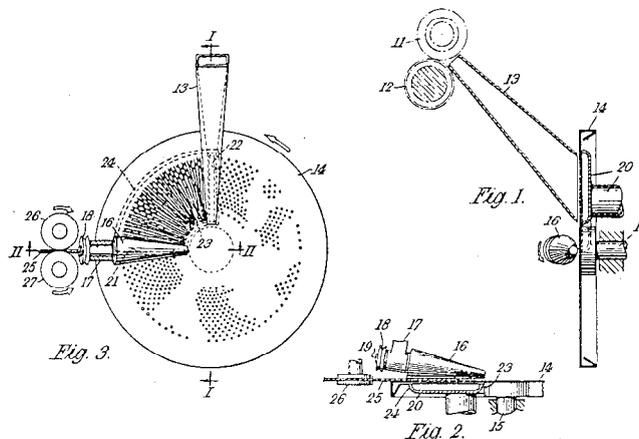


Abb. 1: Patent aus dem Jahre 1967

Scheibe und Walze laufen in entgegengesetzter Richtung. Auf diese Weise werden die einlaufenden Fasern nicht durch den Spalt eingezogen, sondern als Garnende gerollt, durch die Rollbewegung gedreht und am Spalt entlang abgezogen. Anstelle der Scheibe lassen sich auch andere Flächen verwenden. Auf diesem Prinzip ist unser Friktionsspinnverfahren aufgebaut.

Die Abbildung 2 zeigt eine *Masterspinner*-Friktionsspinnmaschine. Die PSL-Friktionsspinnmaschine hat im Gegensatz zu konventionellen Offenend-Rotor-spinnmaschinen keine Maschinenteile mit hoher Geschwindigkeit, und somit werden auch die verschiedenen Probleme und Einschränkungen, die sich oft aufgrund der hohen mechanischen Geschwindigkeiten ergeben, umgangen (Abb. 3).

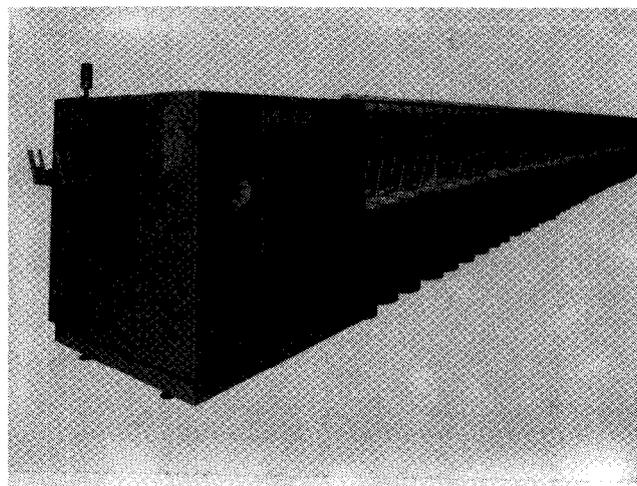


Abb. 2: Allgemeine Ansicht des Masterspinner

Der Kern dieses Spinnverfahrens sind die beiden Walzen, die die Fasern zu Garn drehen. Es wird mit nur einem Fadenlauf gearbeitet. Unter jeder Spinnstelle steht eine Luntentanne. Von dort läuft das Vorgarn in den Boden der

Spinneinheit ein, wird von der Speisewalze übernommen und dem gefederten, pedalgesteuerten System weitergeleitet. Die Speisewalze wird durch eine elektromagnetische Kupplung von einer gemeinsamen Antriebswelle aus betrieben. Die Kupplung ist ein wesentlicher Bestandteil der individuellen Fadenbruch-Abschaltmechanik und des Anspinnverlaufs. Faserfransen aus der Mündung der Pedalaufgabe werden vor der Weitergabe zum Friktionsspinnen von einem mit Nadeln versehenen Auflöser geöffnet. Der dabei entstehende Abfall wird durch einen Luftstrom entfernt. Dieses Spinnverfahren zeichnet sich speziell durch die Sauberkeit und hohe Qualität des produzierten Garns aus. Anschließend laufen die geöffneten Fasern durch ein Transferrohrchen zwischen Auflöser und Friktionsswalze und werden einerseits von der Luftströmung durch die perforierte Walze und andererseits von einer zusätzlichen Saugwirkung im Transferkanal der Garnbildungszone zugeführt.

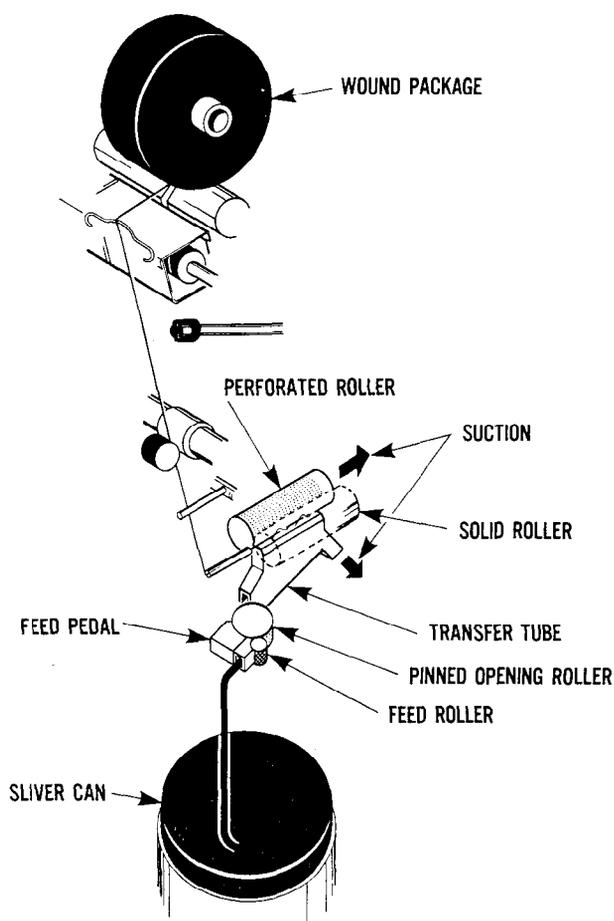


Abb. 3: Fadenlauf in der Spinnposition

Diese Luftströmungen haben eine ausgleichende Wirkung und richten die Fasern parallel zur Achse der Friktionsswalzen, d. h. der Garnachse, aus. Durch die rollende Bewegung der beiden Walzen entsteht das gedrehte Garn. Dieses gedrehte Garn wird sodann vom Friktionsspunkt weg und durch eine Abnehmerhülse entgegengesetzt zum Eingang der losen Fasern gerichtet, wobei sich laufend weitere Fasern um das Garnende wickeln und dabei mehr und mehr Garn gebildet wird.

Nach dem Austritt aus der Abnehmerhülse führt der Fadenlauf über Ablaufwalzen, Fadendetektor und Endenverlauf zur Changierungsführung. Die den Garnkörper bildende Einheit (Changierungskasten) hat individuelle

Schneckenchangierungswellen mit Bildstörungsvorrichtung, so daß parallel verlaufende oder konische Spulenpackungen entstehen.

Wie man sieht, handelt es sich um eine doppelseitige Maschinenauslegung mit dem gleichen Fadenverlauf wie an Labormodell 895. Die sich oben auf der Maschine befindlichen Förderbänder transportieren die abgenommenen Spulen zur Getriebeendseite.

Die Fadenbruch-Detektion befindet sich zwischen Spinnkopf und Ablaufwalzen. Eine Betätigung dieser Einrichtung beleuchtet die Anzeige neben dem Aufgabeknopf der betreffenden Spinnstelle. Zusätzlich ist jede Spinnstelle mit einer Walzwickel-Abschaltmechanik versehen, die von einem Wickel an der Ablaufwalze ausgelöst wird. Die Bedienung, auch nur eines dieser beiden Schalter, unterbricht die Vorgabe zur Spinneinheit.

Um eine Beschädigung der gesponnenen Spulenpackung zu vermeiden, hebt eine automatische Vorrichtung den Garnkörper von der Wickelwalze weg, sobald ein Fadenbruch auftritt. Bei Maschinen mit individuell abgemessener Länge tritt die automatische Spulenkörperanhebung in Aktion, wenn die gemessene Länge entsprechend erreicht wird.

Das Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit der Friktionsswalze und der Abnahmegeschwindigkeit bestimmt die Anzahl der eingesetzten Drehungen. Drehproben können mit herkömmlichen Drehungsprüfgeräten durchgeführt werden. Es darf vielleicht noch hervorgehoben werden, daß außer der Geschwindigkeit der Komponenten auch die Auswirkungen der Druckluft in der Transferhülse die Garnmerkmale beeinflussen.

Die Maschine kann entweder mit einem Kreuzspulen- oder einem konischen Wickelmechanismus mit 4 Grad / 20 Minuten ausgestattet werden.

Für Konuswinkel ist ein Garnspannungskompensator eingebaut. Es besteht zusätzlich an jeder Spinnstelle die Möglichkeit für eine Paraffiniervorrichtung. Das bedeutet, daß Spulenpackungen von der Maschine direkt den weiteren Verfahrensprozessen weitergegeben werden können (Abb. 4).

Rohmaterial

Fast alle Fasern, die sich zur Verarbeitung kurzer Stapellängen, d. h. für Baumwollverfahren, eignen, können am Masterspinner versponnen werden. Tabelle 1 zeigt eine Aufstellung der zur Zeit am häufigsten verarbeiteten Faserarten. Alle diese Fasern sind 40 mm lang. Man hat somit eine umfangreiche Palette von Fasermischungen, die im Nummernbereich von 10 – 40 NeC (17 – 68 Nm) versponnen werden können.

Tabelle 1: Fasern für die Garnherstellung

1.	100 % Cotton
2.	100 % Polyester (including high tenacity fibre) 1.7 d'tex 1.3 d'tex.
3.	100 % Acrylic 3.3 d'tex 2.2 d'tex 1.7 d'tex 1.3 d'tex 0.6 d'tex
4.	100 % Viscose (including high tenacity viscose) 1.7 d'tex 1.3 d'tex
5.	Blends of Cotton/Acrylic Cotton/Polyester Cotton/Viscose Viscose/Polyester

Die Wahl der Fasern

Die Auswahl der richtigen Faser ist für dieses Verfahren von fundamentaler Bedeutung. Chemiefasern müssen sich

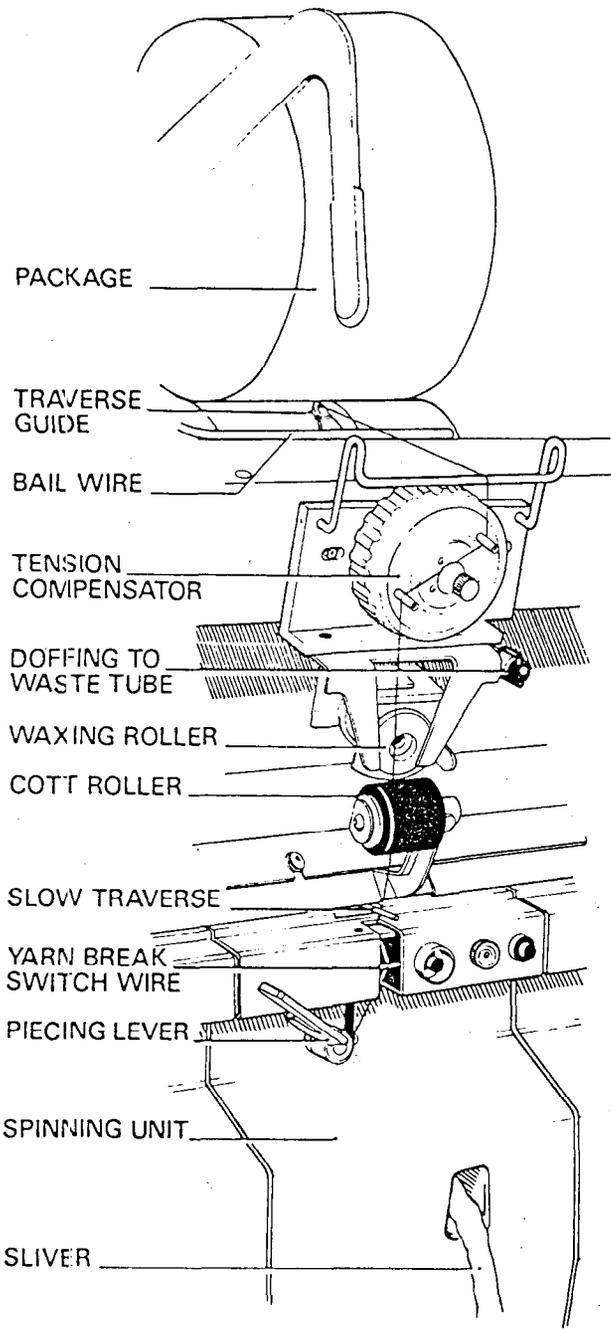


Abb. 4: Aufwicklung für Konusspulen

für das Öffnen durch den Auflöser eignen. Fasern mit 1,3 oder sogar 0,6 dtex verbessern oft die Spinnleistung und die Qualität des Garns, besonders wenn es sich um feinere Nummern handelt. Die friktionsspezifischen Merkmale der Faser dagegen beeinflussen das Drehungspotential. Es ist durchaus keine Seltenheit, daß man eine Situation vorfindet, in der man zum Beispiel für ein 24 NeC (40 Nm) Garn mit 800 Drehungen pro Minute bei der Verarbeitung von Polyester eine Friktionswalzengeschwindigkeit von ca. 4000 U/min hat und bei Acrylfaser 6500 U/min. Hat man jedoch einmal den richtigen Drehungsgrad gewählt und vorausgesetzt die Fasereigenschaften sind unverändert, dann bleiben diese Drehungsgrade im Garn unverändert. Faserkräuselung und Spinnpräparation können die Verarbeitungsbedingungen und Garnmerkmale beeinflussen, und die richtige Wahl dieser Faktoren kann dazu beitragen, die Vielseitigkeit der an dieser Maschine gefertigten Produkte zu erweitern.

Bei Baumwollfasern wird die Wahl der Faser folgendermaßen getroffen:

1. Garnnummer:
Je Querschnitt werden mindestens 110 Fasern empfohlen, um optimale Verarbeitungsbedingungen und Garnmerkmale zu erreichen.
 2. Die gewünschten Garnmerkmale:
Die zum Verspinnen verwendete Baumwollart beeinflusst die Garnqualität. Wenn zum Beispiel eine maximale Festigkeit gewünscht wird, dann sind Fasern mit einem hohen *Pressley*-Wert erforderlich. Glanz, Erholungsvermögen und Griff können ebenfalls so gewählt werden, daß sie die optimalen Merkmale des gewünschten Endproduktes reflektieren.
- a) Die folgende grafische Darstellung veranschaulicht die Bedeutung des Faserursprungs und der Oberflächencharakteristiken in bezug auf die Garnbildung (Abb. 5).

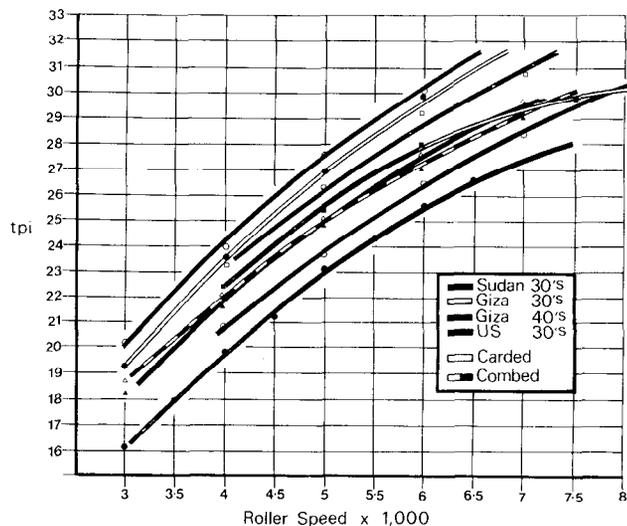


Abb. 5: Einfluß des Faserursprungs auf die Garnbildung

Hier haben wir Baumwollbänder verschiedenen Ursprungs. Das Gewicht je Längeneinheit ist jedoch das gleiche. Diese Bänder wurden auf derselben Maschine und unter den gleichen Verarbeitungsbedingungen versponnen. Der einzige Unterschied liegt in einer unterschiedlichen Geschwindigkeit der Friktionswalzen, die stufenweise um je 500 U/min erhöht wurde.

Ganz offensichtlich wird durch die Erhöhung der Walzengeschwindigkeit die Drehung im Garn gesteigert. Weitere interessante Punkte, die sich aus diesem Versuch ergeben, zeigen zum Beispiel, daß sich Baumwolle von verschiedener Herkunft in bezug auf Drehung unterschiedlich verhält. Baumwolle aus dem Sudan nimmt mehr Drehungen an als ägyptische Giza-Baumwolle, und bei amerikanischer Baumwolle muß die Geschwindigkeit der Friktionswalzen erhöht werden, wenn der gleiche Drehungsgrad erreicht werden soll.

Kardierte Baumwolle dagegen nimmt stets mehr Drehungen an als gekämmte Baumwolle, vielleicht wegen der kurzen Fasern, die der Mischung Kohäsion verleihen und den Faserschlupf in der Garnbildungszone reduzieren.

Friktionsgarne

Friktionsgarne haben ihren eigenen Charakter. Die Fasern liegen parallel zur Garnachse, es gibt keine Bauchbinden und das Garn hat eine echte Drehung.

Dazu kann bemerkt werden, daß die Drehung im Garn anstelle der konventionellen Drehbewegung auf eine sanfte Rollbewegung zurückzuführen ist, bei der entschieden stärkere Kräfte auf die Fasern einwirken.

Aus diesem Grund hat Friktionsgarn einen weicheren Griff, es besitzt eine bessere Deckung, gibt eine volle und gleichmäßige Gewebeerscheinung und hat ein intensiveres FarbabSORbierungsvermögen als ring- oder rotorgespunnes Garn. Im allgemeinen ist die Anzahl der Fehler und vor allem die Zahl der Noppen bei Friktionsgarn geringer als bei ähnlichem Ring- oder Rotorgarn.

Aufgrund der Rollbewegung und des Fehlens der starken faserinternen Kräfte erhält man eine geringere Festigkeit als bei Ringgarn, in den meisten Fällen auch geringer als bei Rotorgarn. Bis zu einem gewissen Grad gleicht sich die fehlende Festigkeit durch eine hohe Gleichmäßigkeit, große Dehnungsfähigkeit und eine geringe Zahl der Fehler aus und ermöglicht eine erfolgreiche Verarbeitung von friktionsgesponnenem Garn in vielen Einsatzgebieten.

Anschließend sind nun einige der zur Zeit angewandten und erfolgreichen Anwendungsbereiche für friktionsgesponnes Garn angeführt:

Friktionsgesponnes Garn – Endverbrauch:

- Strickware,
- Schuß in verschiedenen Geweben,
- Frottierstoffe (Polkette und Polschuß),
- Cord,
- Velours,
- aufgeraute Ware,
- Druckstoffe.

Betrachtung der Garnmerkmale

Drehungsschwankungen innerhalb einzelner Spinnpositionen sowie von einer Spinnereinheit zur anderen müssen auf ein Minimum beschränkt werden. In der ersten Zeit nach Einführung dieses Verfahrens befinden sich solche Schwankungen zeitweise außerhalb der akzeptablen Grenzwerte. Heute sind wir jedoch in der Lage, die Drehungsgrade genau zu steuern und innerhalb der gesetzten Grenzen zu halten.

In den nachfolgenden Abbildungen sehen wir Drehungsunterschiede von zehn Spinnstellen bei einer fortlaufenden Produktionsweise.

Jede Spulenpackung wurde an einem automatischen Drehungstester geprüft. Um menschlichen Irrtum auszuschalten und eine bessere Genauigkeit zu erzielen, wurden pro Test 20 Messungen durchgeführt.

Die Abbildung 6 zeigt die Schwankungen in einem Garn aus 100 % gekämmter Baumwolle, die mit 30 NeC (50 Nm) mit einer nominellen Strumpfwandrehung von 1000 Drehungen pro Minute versponnen wurde.

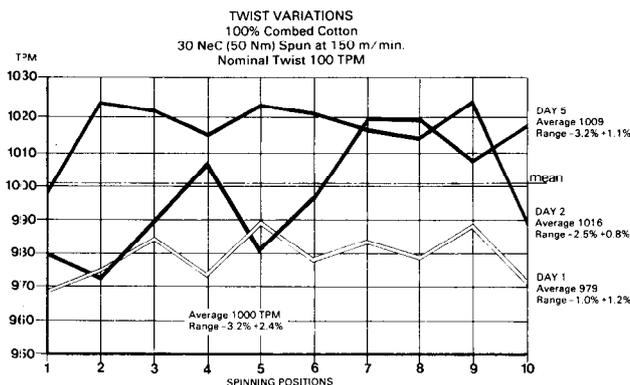


Abb. 6: Drehungsvariationen: 100 % gekämmte Baumwolle, 30 NeC

Am 1. Tag wurde eine durchschnittliche Drehungszahl von 979 Drehungen pro Minute und eine Toleranz von 1 % + 1,2 % verzeichnet.

Am 2. Tag wurde ein Durchschnitt von 1016 Drehungen pro Minute und eine Toleranz von -2,5 % +0,8 % festgestellt.

Am 4. und 5. Tag erhielt man ähnliche Ergebnisse, die hier nicht aufgeführt sind. Am 5. Tag wurde ein Durchschnitt von 1009 Drehungen pro Minute mit einer Toleranz von -3,2 % +1,1 % verzeichnet.

Der Durchschnitt für die 5 Tage ergab 1001 Drehungen pro Minute in einem Toleranzbereich von -3,2 % +2,4 %.

Die Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse von 10 Tagen bei fortlaufender Produktion mit 50 Nm Webgarn aus 100 % Baumwolle und einer nominellen Drehung von 1150 Drehungen pro Minute. Der Gesamtdurchschnitt liegt bei 1140 Drehungen pro Minute in einem Bereich von -3,6 % +3,8 %.

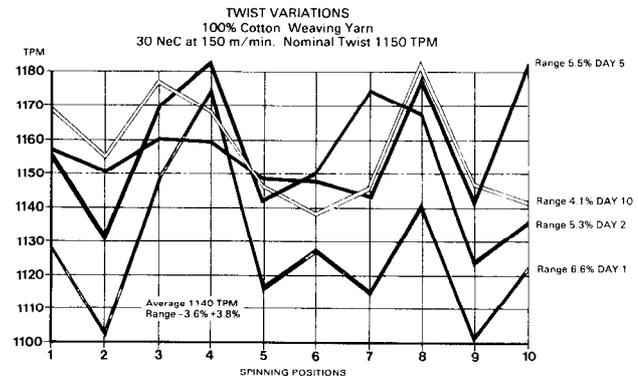


Abb. 7: Drehungsvariationen: 100 % kardiertes Baumwollwebgarn, 30 NeC

Ein Beispiel mit 100 % Viskose und 1,7 dtex, 50 Nm Webgarn mit einer nominellen Drehungszahl von 780 Drehungen pro Minute ist in Abbildung 8 zu sehen. Dabei ist interessant, daß bei dieser Faser eine maximale Festigkeit bei einem Drehungsgrad von 780 Drehungen pro Minute (metrisch gesehen ein Drehungsfaktor von 110) erzielt wurde, während bei dem vorherigen Baumwollgarn ein Drehungsfaktor von 160 metrisch für eine optimale Festigkeit erforderlich war. Beim Friktionsspinnen beeinflusst jedoch die Anzahl der dem Garn verliehenen Drehungen die Liefergeschwindigkeit des Garns nicht. Es kann daher eine Drehungszahl gewählt werden, die dem Garn den gewünschten Griff und die erforderliche Festigkeit verleiht, ohne daß die Produktivität darunter leidet.

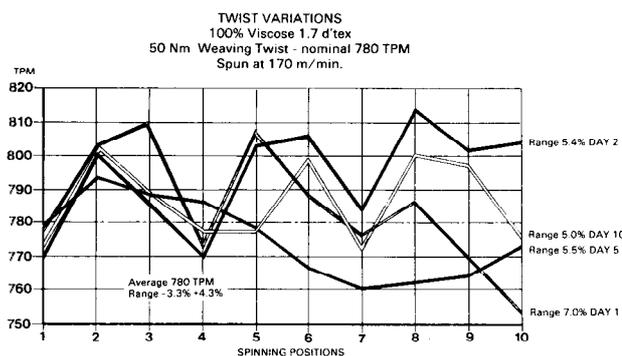


Abb. 8: Drehungsvariationen: 100 % Viskosewebgarn, 30 NeC

Ein weiteres Beispiel mit 100 % kardierter Baumwolle, die mit 30 NeC versponnen wird, ist in Abbildung 9 dargestellt.

Es läßt sich also feststellen, daß während der 10 Tage Laufzeit kaum eine Drehungsschwankung innerhalb einer Spinnstelle oder auch zwischen den 10 Spinnstellen aufgetreten ist. Der gesamte Toleranzbereich für diese 10 Tage liegt innerhalb von plus oder minus 4 %.

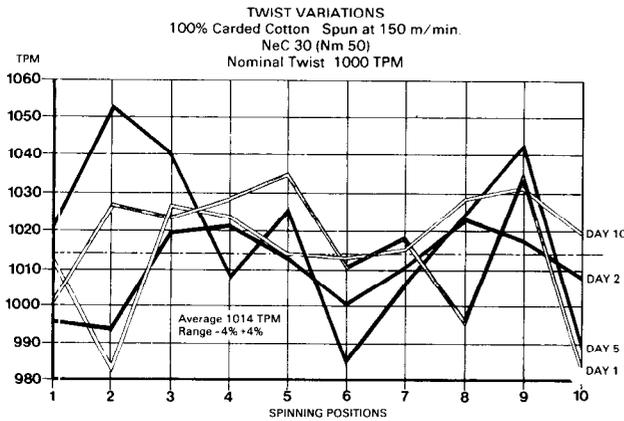


Abb. 9: Drehungsvariationen: 100 % kardiertes Baumwollstrickgarn, 30 NeC

In Abbildung 10 haben wir versucht, die Festigkeitschwankungen der in der grafischen Darstellung gezeigten Drehungsvariationen einem 100 % Baumwollgarn mit 40 NeC (68 Nm) zu überlagern. Dabei fällt auf, daß in diesem Fall die Kurven dieselben Tendenzen aufweisen, was jedoch nicht immer zutrifft. Den Variationen aufweisen, was jedoch stets innerhalb der gesetzten akzeptablen Toleranzen, die bei Drehungen zwischen -5,2 % und +3,4 % und bei der Festigkeit zwischen -3,4 % und +5,9 % liegen.

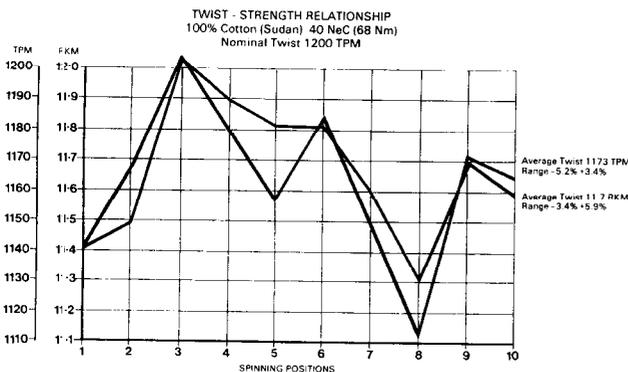


Abb. 10: Drehungs- und Festigkeitsvariationen: 100 % gekämmte Baumwolle, 40 NeC

Ähnlich verhält es sich bei NeC 30 (50 Nm) Garn in Abbildung 11. Auch hier haben wir einen Toleranzbereich von -3,1 % und +4,6 % für die Festigkeit und -2,8 % und +3,6 % für die Drehung, was sich wiederum einwandfrei innerhalb der gesetzten wirtschaftlichen Grenzen befindet.

Die in diesem Abschnitt behandelten Ergebnisse wurden im praktischen Einsatz, bei normalem Produktionsbetrieb und bei kontinuierlicher Produktion aufgezeichnet. Die meisten Tests wurden an Maschinen mit 10 Spinnpositionen durchgeführt. Allerdings konnten diese Ergebnisse vor

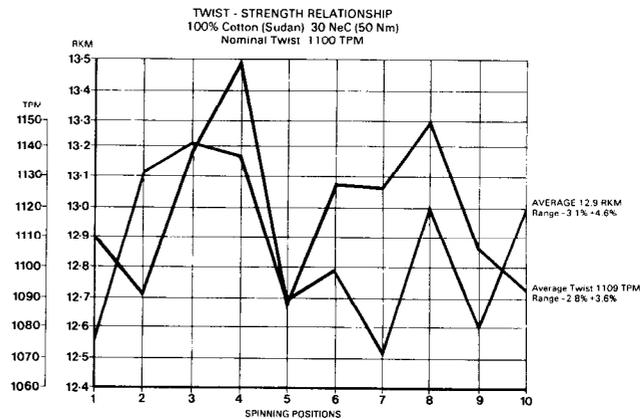


Abb. 11: Drehungs- und Festigkeitsvariationen: 100 % gekämmte Baumwolle, 30 NeC

nicht allzu langer Zeit auch an Produktionsmaschinen mit 144 Spinnstellen im praktischen Einsatz in der Fabrik bestätigt werden.

Wir werden oft nach einem Vergleich der Merkmale von friktionsgesponnenem Garn und konventionellem Ring- oder Rotorgarn gefragt.

Hier einige Beispiele:

Die Tabelle 2 zeigt die Verarbeitung von 100 % Baumwollgarn in 30 und 40 NeC (50 und 68 Nm) bei Verwendung von gekämmtem Vorkern. Das Friktionsgarn ist eindeutig schwächer, jedoch in jeder anderen Hinsicht günstiger mit diesem ringgesponnenen Hochqualitätsgarn verglichen werden – vor allem, wenn man bedenkt, daß es mit einer mehr als zehnfachen Durchsatzgeschwindigkeit produziert wurde.

Die Vorteile des Friktionsspinnens werden umso deutlicher, wenn man kardierte Baumwolle verwendet, wie wir in Tabelle 3 sehen. Es ist jetzt in vielen Fällen möglich, kardierte, friktionsgesponnenes Garn auch für einfache Jersey-Strickwaren zu verwenden, wozu bisher hauptsächlich gekämmtes Ringgarn verwendet wurde.

Tabelle 2: Vergleich der Garneigenschaften: 100 % gekämmte Baumwolle, Sudan

	100 % Sudan Cotton (Combed)			
	NeC 30 (Nm 50)		NeC 40 (Nm 68)	
	Friction	Ring	Friction	Ring
Strength (RKM)	12.9	19.2	10.4	17.8
CV %	7.4	4.9	8.5	6.1
Extension %	9.1	8.4	7.3	7.0
U %	11.8	9.1	12.1	10.9
Imperfections (1000 yards)				
Thin places	22	8	58	176
Thick places	37	8	53	6
Neps	23	29	50	43

Einen Vergleich zwischen einer Baumwoll/Polyester-Mischung in zwei Nummern, d. h. 30 NeC (50 Nm) und 16 NeC

Tabelle 3: Vergleich der Garneigenschaften: 100 % kardierte SLM Baumwolle

100 % Carded SLM Cotton 20 NeC (34 Nm)			
	Friction	Rotor	Ring
(Commercial yarns)			
Strength (RKM)	11.7	11.5	14.4
Extension %	8.6	9.2	7.7
U %	11.4	12.4	13.7
Imperfections (1000 yards)			
Thin places	45	22	55
Thick places	17	78	315
Neps	20	500	287

(28 Nm), zeigt die Tabelle 4. Hier ist interessant, daß kardierte Baumwolle durch gekämmte Baumwolle ersetzt werden könnte. Dies ist selbstverständlich aus den physikalischen Tests nicht ersichtlich, doch das Resultat war ein hervorragendes Aussehen des Gewebes.

Tabelle 4: Vergleich der Garneigenschaften: 50 % Diolen, 12,50 % Baumwolle

50 % DIOLEN 12 50 % COTTON 1.7 d'tex 16 NeC (28 Nm)			
	Friction (Carded Cotton)	Rotor	Ring (Combed Cotton)
Strength (RKM)	13.4	17.6	22.0
Extension %	11.8	10.6	11.0
U %	10.0	11.2	12.3
30 NeC (50 Nm)			
Strength (RKM)	12.6	14.9	19.2
Extension %	10.0	9.0	9.0
U %	12.1	13.8	15.6

Wenn man friktions- und rotorgesponnene Garne mit dem selben Drehungskoeffizienten miteinander vergleicht, so ist Friktionsgarn weicher, leichter und bauschiger. Diese sehr wichtigen Eigenschaften können noch weiter verbessert werden, indem man niedrigere Drehungsgrade verwendet, die beim Rotorspinnen nicht erreichbar sind.

Die Tabelle 5 zeigt ein derartiges Beispiel. Die Festigkeit des friktionsgesponnenen Garns ist etwas geringer; es enthält jedoch weniger Drehungen und besitzt als fertiges Gewebe eine bessere Griffbarkeit.

Tabelle 5: Vergleich der Garneigenschaften: 100 % Acrylfasern 1,7 dtex

100 % Acrylic Fibre 1.7 d'tex				
	NeC 18 (Nm 30)		NeC 30 (Nm 50)	
	Friction	Rotor	Friction	Rotor
Strength (RKM)	13.6	16.0	13.6	14.1
Extension %	27.8	30.3	25.6	26.2
U %	8.0	10.7	10.0	11.3
Imperfections (1000 yards)				
Thin places	8	2	8	2
Thick places	0	2	9	16
Neps	0	6	8	17
TWIST FACTOR (metric)	105	130	98	130
TPM	580	715	700	920

Schlußfolgerungen

Wir beginnen ein neues Zeitalter in der Technologie des Spinnens. Friktionsspinnen bietet nicht nur bedeutende wirtschaftliche Vorteile, sondern auch neue Möglichkeiten zur Schaffung neuer Produkte. Wir haben noch viel zu lernen. Der Gebrauch des Rohmaterials einerseits und der Einsatz der produzierten Garne andererseits schaffen neue Möglichkeiten für die Spinnerei und für den Gewebehersteller. Wir sehen alle den kommenden Jahren mit großer Erwartung entgegen, wenn sich das Friktionsspinnen mehr und mehr in der Textilindustrie ausbreitet.

Industrielle Einsatzgebiete und Spezialprodukte auf Basis Dref 2 und Dref 3 Friktionsspinnsystem

Ing. Manfred G. G s t e u , Fa. Ernst Fehrer AG, Textilmaschinenfabrik, Linz, Österreich

Mehrkomponentengarne mit Schwerpunkt Core-Garne für hochfeste Textilien, Basisgewebe für technische Textilien, Freilufttextilien, Schutzbekleidung für den Militär- und Zivilbereich, Spezialeffektgarne für den Deko- und Heimtextilbereich etc., hergestellt in einer Arbeitsstufe auf Dref 3, erlangen immer größere Bedeutung in bezug auf qualitätstechnische und wirtschaftliche Vorteile.

Ein weiterer Grund für die zunehmende Bedeutung der Dref-Friktionsspinnentechnologie ist die einwandfreie Verspinnung von neuen Spezialfasern, wie z. B. Aramidfasern, Karbonfasern, PVC-Fasern und andere flammhemmende Fasern, welche spezielle Garnkonstruktionen in Richtung Layer-Technik interessant machen.

Neben Spezialgarnen für technische Textilien ist die Herstellung von Effektgarnen für den Deko-Bereich, von Deckengarnen, diversen Garnen aus Abfallfasern verschiedenster Provenienzen sehr interessant und vor allem mit hohen Deckungsbeiträgen verbunden, die eine Amortisation in einem Zeitraum von 9 Monaten bis 1 1/2 Jahre erlauben.

Schwerpunkte für die Zukunft des Dref-Friktionsspinnens werden einerseits Spezialgarne in Richtung Core-Garne sein, andererseits wird das wirtschaftliche Recycling von Sekundärrohstoffen im Textilbereich im Vordergrund stehen. Nicht nur in Entwicklungsländern, sondern auch in hochindustrialisierten Ländern wird dieses Problem mehr und mehr virulent und verlangt ein entsprechendes System, welches flexibel, wirtschaftlich und direkt im Sinne einer einfachen, kurzen und kostengünstigen Vorbereitung in Verbindung mit hohen Spinnengeschwindigkeiten und direkter Weiterverarbeitung (ohne Umspulen) arbeitet.

Multicomponent yarns, in particular core spun yarns for high tenacity textiles, base fabrics for technical textiles, outerwear textiles, protective clothing for military and civil purposes, special fancy yarns for the decoration and hometex industry etc. produced in one operation on Dref 3 are of steadily increasing importance as a result of their qualitative and economical advantages.

Another reason for the increasing importance of the Dref-friction spinning technology is resulting in the troublefree and efficient spinning of new special fibres as Aramid-, Carbon-, PVC-fibres and other flame retardant fibres, which are of great interest concerning special yarn constructions with regard to the layer technique.

Apart from speciality yarns for technical textiles also the production of fancy yarns for the deco-range, blanket yarns, various yarns out of waste fibres of different proveniences is very interesting and – what is most important – this is combined with high profit contribution resulting in a short return on investment within a period of 9 months up to 1 1/2 years.

Keypoints for the future of the Dref-friction spinning are special yarns with regard to core yarns on the one hand – on the other hand the economic recycling of secondary raw materials will come into prominence. Not only in developing countries but also in high industrialized countries the problem of waste recycling is getting more and more important and therefore requires a corresponding system which is working flexible, economical and direct in the sense of a simple, short and cheap preparation in connection with high spinning speeds and a direct subsequent processing (without rewinding).

1. Einleitung

Mehrkomponentengarne mit Schwerpunkt Core-Garne für hochfeste Textilien, Basisgewebe für technische Textilien, Freilufttextilien, Schutzbekleidung für den Militär- und Zivilbereich, Spezialeffektgarne für den Deko- und Heimtextilbereich etc., hergestellt in einer Arbeitsstufe auf Dref 3, erlangen immer größere Bedeutung in bezug auf qualitative und wirtschaftliche Vorteile.

Ein weiterer Grund für die zunehmende Bedeutung der Dref-Friktionsspinnentechnologie ist die einwandfreie und wirtschaftliche Verspinnung von neuen Spezialfasern, wie z. B. Aramidfasern, Karbonfasern, PVC-Fasern und anderen flammhemmenden Fasern, welche spezielle Garnkonstruktionen in Richtung Layer-Technik interessant machen (Abb. 1).



Abb. 1: Spezielle Garnkonstruktionen

Das Dref-Friktionsspinnen auf industrieller Basis wurde bekanntlich 1975 mit Pilotanlagen auf dem Markt eingeführt, und Anfang 1977 wurden die ersten Serienmaschinen Dref 2 in Betrieb genommen.

Ausschlaggebend für die weltweite Etablierung der Dref 2-Grobgarnspinnmaschine für Spezialprodukte ist die hohe Flexibilität in der Rohmaterial- und Garneinsatzpalette, wobei einer der Schwerpunkte die technologischen Anwendungsmöglichkeiten von Dref 2-Garnen, hergestellt aus Sekundärfasern, darstellt. Neben den enormen Möglichkeiten im Recycling-Bereich ist die Herstellung von Spezialgarnen für technische Textilien, von Effektgarnen für den Deko- und Freizeitbekleidungsbereich, von extremen Grobgarnen im Teppich-, Kabel- und Filterindustriebereich sehr interessant, vor allem im Hinblick auf die kurzen Amortisationszeiten.

Einsparungen in der Vorbereitung, eine Reduktion der Rohmaterialkosten, hoher Nutzeffekt, verbunden mit hohen Produktionsgeschwindigkeiten, hohe Deckungsbeiträge ergeben eine Amortisationszeit, welche im Bereich von 9 Monaten bis zu zwei Jahren liegt.

2. Entwicklungsstufen

Das Friktionsspinnen setzte mit seinen Garnabzugsgeschwindigkeiten bis zu 250 m/min einen Meilenstein gegenüber dem bis dahin wirtschaftlichsten Spinnverfahren, dem Rotorspinnverfahren, welches sich im mittleren Feinheitsbereich bei ca. 120 m/min bewegt.

Das Rotorspinnverfahren eignet sich auf Grund seines Garnbildungsprozesses kaum zur Herstellung von Multi-Komponentengarnen oder Verarbeitung von Substandard-, Regenerat- oder Abfallfasern, stellt jedoch seinerseits in der Entwicklung die wirtschaftliche Alternative zum Ringspinnverfahren dar, welches max. Garnabzugsgeschwindigkeiten von 30 m/min erlaubt.

Diese klare Abstufung der Geschwindigkeiten ergibt sich aus den verfahrensspezifischen Grenzen des jeweiligen Spinnsystems. So sind beim Ringspinn- und Rotor-OE-Verfahren klare Abhängigkeiten der erzielbaren Drehzahlen von den zu bewegenden Massen ersichtlich.

Diese Grenzen können durch maschinentechnische Entwicklungen nur graduell verbessert werden. Beim Friktionsspinnverfahren hingegen findet eine vollständige Befreiung von den Maschinenmassen statt. Ausschließlich die Masse des Garnendes rotiert im Garnbildebereich, so daß ein Drehungspotential von nahezu beliebiger Höhe erreicht werden kann.

Die limitierende Grenze stellt nicht die Masse des rotierenden Garnendes dar, sondern die Verweilzeit des Garnes in der Garnbildebzone. Dies erklärt die sprunghafte Entwicklung der Garnabzugsgeschwindigkeit gegenüber den konventionellen Spinnverfahren.

Sowohl beim Ringspinnverfahren als auch beim Rotor-OE-Spinnverfahren ist der Garnbildepzeß untrennbar mit einer hohen Garnabzugsspannung verbunden. Beim Friktionsspinnverfahren fehlt diese systembedingte Kraftkomponente vollständig. Die Folge ist ein Garnbildepzeß mit sehr geringen Fadenbruchzahlen.

3. Friktionsprinzip/Spinnprinzip

Das Funktionsprinzip des Friktionsspinnens beruht auf der Zuführung eines Faser/Luftgemisches zu einer perforierten Fangfläche, unter der eine Absaugvorrichtung angeordnet ist (Abb. 2).

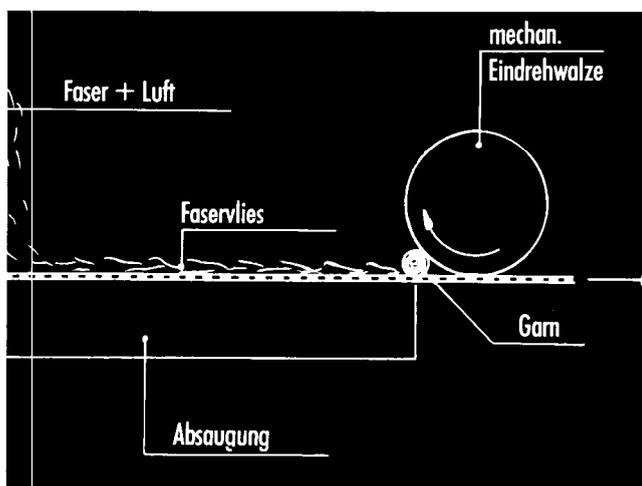


Abb. 2: Friktionsspinnprinzip

Auf der Fangfläche erfolgt die Trennung der Fasern von der Luft, wobei die Fasern, ein Faservlies bildend, in Bewegungsrichtung der perforierten Fangfläche zu einer mechanischen Eindrehwalze transportiert werden. Die Eindrehung erfolgt auf rein mechanischer Basis mit Hilfe der Eindrehwalze, wobei das Faservlies durch den Abwälzvorgang zwischen Eindrehwalze und perforierter Fangfläche eingewickelt und als Garnverband senkrecht zur Zuführrichtung abgezogen wird.

Dieses Funktionsprinzip bildete die Basis für zahlreiche Patentanmeldungen und Maschinenkonstruktionen in den 60er Jahren. Die erzielbaren Eindrehwirkungen mit Hilfe der geschilderten Vorrichtungen waren auf Grund des in-differenten Stabilitätszustandes des Garnbildepzeßes eher bescheiden.

Der wesentliche Vorteil des Dref-Spinnverfahrens gegenüber allen anderen vorhergegangenen Varianten besteht in der Ausbildung beider Trommeln als Siebtrommeln sowie in der Anordnung zweier, einander zugekehrter Saugzonen im Zwickelbereich. Die mit dem Luftstrom dem Spinnagregat zugeführten Fasern bilden nicht mehr ein Vlies, das über eine Faserfangfläche dem Eindrehbereich zugeführt wird, sondern die einzelnen Fasern werden unmittelbar an das rotierende Garnende angelagert und zum Garnverband verdrillt. Die erzielbare Garn-drehung ist einerseits von den Trommeldrehzahlen und andererseits von der Intensität der Absaugung abhängig (Abb. 3).

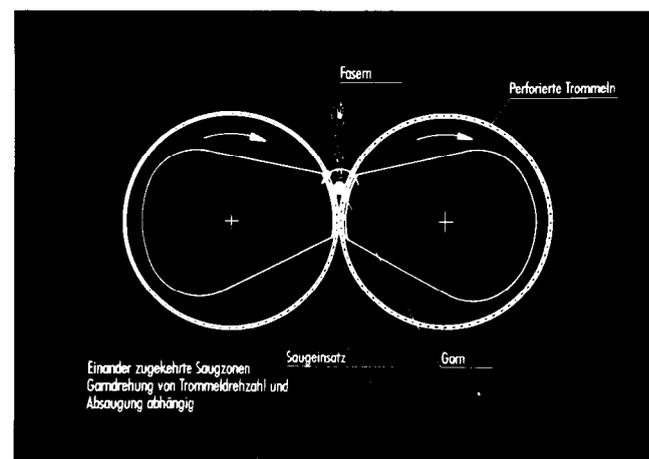


Abb. 3: Dref-Spinnverfahren

4. Ausführungsformen (Abb. 4)

Das Dref-Spinnverfahren existiert heute in zwei Ausführungsformen:

- dem Dref 2-Verfahren, einem Open-End-System auf Friktionsbasis, welches ausschließlich im Grobgarnsektor (Nm 0,25 – 10) Verwendung findet und
- dem Dref 3-Verfahren, welches für die Herstellung von Mehrkomponentengarnen im Feinheitsbereich Nm 6 – 30 konzipiert wurde.

Dref 2-Grobgarnspinnmaschine

Anfang 1977 wurde die Friktionsspinnmaschine Dref 2 zur Herstellung von Grobgarnen im Bereich von Nm 0,25 – 10 (4000 – 100 tex) auf dem Markt eingeführt. Inzwischen sind weltweit über 4000 Spinnstellen im industriellen Einsatz, wobei das dem Spinnverfahren entgegengebrachte Interesse in der Flexibilität und in der hohen Wirtschaftlichkeit des Verfahrens begründet ist.

a) Prinzip (Abb. 5)

Die Auflösung der Einzelfaser erfolgt durch eine rasch rotierende Kardentrommel, wobei für den Rückhalt und das

Ausspannen des Faserbandes ein speziell ausgebildetes Einzugsystem sorgt. Von der Kardentrommel werden die Einzelfasern durch die Fliehkraft abgelöst und, durch einen Luftstrom unterstützt, in den Zwickelbereich zwischen den beiden perforierten Spinntrommeln abgelegt. An der Oberfläche der beiden mit gleicher Drehrichtung umlaufenden Spinntrommeln werden die Fasern durch einen mechanischen Abwälzvorgang eingedreht. Die Absaugung der Förderluft durch die perforierten Spinntrommeln unterstützt diesen Vorgang.

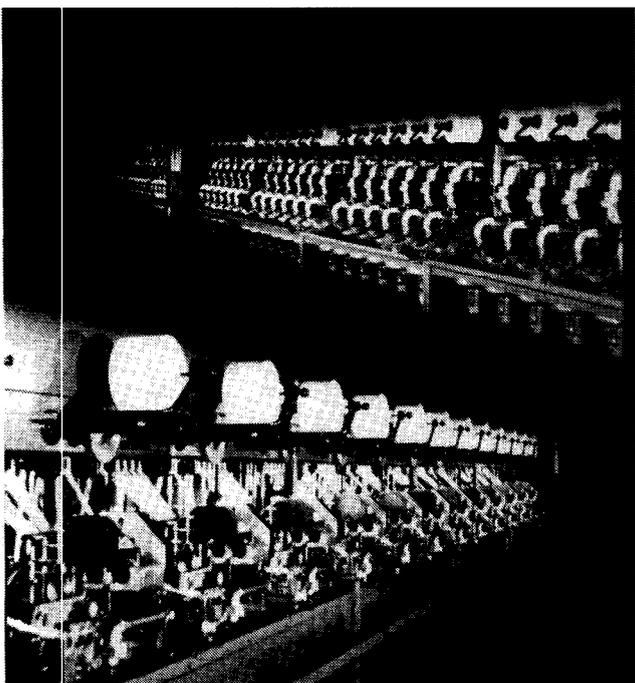


Abb. 4: Ausführungsformen von Dref 2 und Dref 3

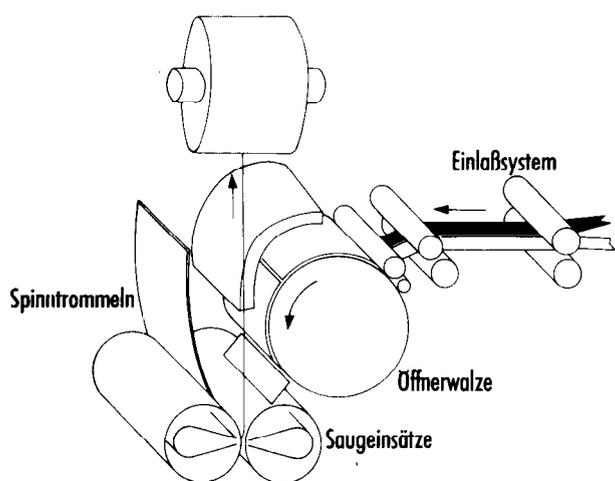


Abb. 5: Funktionsprinzip

Der Garnaufbau erfolgt von innen nach außen durch Übereinanderlagern und Eindrehen von Einzelfasern, wodurch eine innige Faserverbindung gewährleistet wird. Bei der Zuführung von mehreren Lunten werden die Fasern der vom Abzug am entferntesten Lunte im Garninneren eingebunden.

Das gesponnene Garn wird durch Abzugswalzen aus der Garnbildezone mit Geschwindigkeiten bis zu 200 m/min abgezogen und auf Kreuzspulen aufgespult.

b) Rohstoffpalette

- Alle Arten von Synthefasern, wie PES, PAC, PP, PA, Viskose etc., und deren Mischungen im nachstehenden dtex- und Stapelbereich: 1,7 – 17 dtex, 10 – 120 mm. Ausnahme: PP- und PA-Fasern im Bereich 10 – 60 mm und 1,7 – 6,7 dtex. In Mischungen können PP- und PA-Fasern mit größerem Titer und größeren Stapellängen zu einem geringen Prozentsatz (bis zu ca. 30%) verarbeitet werden.
- Spezialfasern, wie Aramid-Fasern, PAN-, PVA-, PVC-, Carbon- und Glasfasern und deren Mischungen.
- Alle Arten von Naturfasern, wie Flachs, Leinen, Jute in Mischungen (homogene oder separate Zuführung) mit Baumwolle oder Synthefaser und 100% Wolle sowie Wollmischungen.
- Tierhaare, wie Ziegen- oder Pferdehaar in Mischungen mit anderen Fasern.
- Alle Arten von Abfallfasern, wie Baumwoll-, Woll- und andere Faserabfälle sowie Regenerat- und Substandard-Fasern und textile Abfälle (Konfektionsabfall, Webkantenabfall, Filamentabfälle etc.).
- Diverse Filamentseelen (multi- oder monofibrillierte, hochfeste oder texturierte Filamente), metallische Drähte, Zwirne, Abfallfilamente etc. als Kernmaterial für Dref 2-Garne.

c) Anwendungsgebiete

Neben den bereits bekannten Einsatzgebieten der Dref 2 im technischen Produktbereich (Automobil-, Schutzbekleidungs-, Filter-, Objektbereich), Decken-, Deko-, Heimtex-, Teppichgrundgewebe- und Freizeitbekleidungsbereich kristallisiert sich immer mehr und mehr die Bedeutung dieses Spinnverfahrens im Bereich *wirtschaftliches Recycling von textilen Abfällen* heraus.

Dazu einige Praxisbeispiele:

Jute- und BW-Abfall-Mischungen für Kabelfüll-, Teppichfüll- und Sommersandalen-Garne.

Auf herkömmlichen juteverarbeitenden Spinnmaschinen bestehen derzeit große Rohstoff- und Produktivitätsprobleme. Da der Rohstoff Jutefasern durch Preiserhöhungen und Marktknappheit den klassischen Juteverarbeitern derzeit und voraussichtlich in den nächsten ein bis zwei Jahren größere Probleme bereiten wird, besteht nicht nur die zwingende Idee, sondern die einzige Alternative darin, durch Beimischung von anderen Fasern in einem größeren Verhältnis als bisher oder durch 100%igen Ersatz der Jutefasern eine wirtschaftliche Lösung zu finden.

In der konventionellen Spinnerei konnten bisher auf Grund der vorliegenden technischen Möglichkeiten Jute-/BW-Abfallmischungen oder Jute-/PP-Regenerat-Fasermischungen im Bereich von 85/15% oder 90/10% eingesetzt werden. Auf Dref 2 konnte dieses Mischungsverhältnis ohne Probleme auf 50/50% oder 40/60% gesponnen werden, wodurch der Materialpreis der Mischung erheblich verbilligt wird.

Folgende Vorteile resultieren bei Verarbeitung von Sekundärfasern auf Dref 2:

- Bei sämtlichen Mischungen (homogen oder heterogen) können billige Filamente als Garnseele eingesetzt werden, wodurch einerseits eine höhere Produktionsgeschwindigkeit und andererseits neben fadenbruchlosem Spinnen ein voluminöses Garn erzielt wird.
- Bei gezielter Zuführung der Lunten (im Kern z.B. BW-Abfall, im Mantel z.B. Jutefaser) kann ein Garn mit 100%igem Jute-Aspekt gesponnen werden (Kern-/Mantelluntentverhältnis 50/50% oder 40/60%).

- Direkte Zuführung von 10 – 15 g/m Karden- oder Krempelunten.
- Direktes Verweben, Fachen und Flechten von 8 – 10 kg Spulen (kein Umspulen notwendig).
- Keine Verschmutzungserscheinungen oder Störfaktoren durch extrem staubhältiges Material, da Schmutzabsaugung im Spinnprozeß integriert ist.

Die Palette umfaßt aber auch *Putztuch-, Mop- und Filtergarne* aus 100% BW-Abfall. In Tabelle 1 ist eine Gegenüberstellung der Putztuchherstellung mit Hilfe des Ringspinn-Systems und des Dref-Systems gezeigt.

Tabelle 1: Praxisvergleiche des Dref 2

Produkt Putztuch Garn Nm 1,2	Dref 2-System	Ringspinn-System
Produktion: Produktion pro Schicht: (24 K.-M. – 8 Std.)	180 m/min 1650 kg, d.h. im 3-Schichtbetrieb ca. 5 t Garn Nm 1,2	12 m/min für dieselbe Produkt. von 5 t Garn pro 24 Std.-Tag wären ca. 460 Ringspindeln notwendig
Spinneneffizienz:	95 %	70 – 80 %
Vorbereitung:	1-tb Krempel H.D.B. 2 Luntten à 15 g/m	Streichgarnkrempelsatz 4-tb-ig
Avivage:	minimalst, ca. 0,5 %	5 – 7 % (verteuern Rohmaterialkosten)
Filament-Seele:	3 % Kostenanteil-Fil. dafür kein Synth.-Faseranteil, sondern Rest aus 100 % BW-Abfall	relativ hoher und teurer Anteil von Synthetikfasern
Spinnkostenvergleich:	0,25 sfr/kg Garn	0,75 – 0,90 sfr/kg Garn je nach Rohmat.-Qualität
Personalaufwand/Schicht (Vorbereitung + Dref 2 24-K.M.): Weberei/	1 – 2 Personen	6 – 7 Personen
Blattbreite 3,3 m:	160 – 180 Schuß/min (ca. 90 % Eff.) 1 Weber – 12 – 14 Webmaschinen	130 – 150 Schuß/min (ca. 75 – 85 % Eff.) 1 Weber – 6 – 8 Webmaschinen (je nach Garnqual.)
Garnvolumen:	ca. 10 % voluminöser	
Aspekt-Putztuch:	durch reineren Aspekt höherer Preis erzielbar (Schmutzabsaugung bewirkt reineres Garn)	bleibt grau oder grauweiß
Wasseraufnahmevermögen:	ca. 25 – 30 % schnellere Wasseraufnahme als konv. hergestelltes Putztuch	

hersteller in Europa stellt aus gerissenen PVC-Filamenten und Subst.-Chlorofibres *schwerentflammbare Webdecken, Kinderdecken, Krankenhausdecken* usw. her. Die Dref 2-Garne, Nm 3 – 4, werden mit 200 m/min mit einem Subst.-PES-Filament, welches nur ca. 3% vom Gesamtgarn beträgt, erzeugt.

Diese Garne werden in Form von 6 – 8 kg Spulen direkt auf Webmaschinen 3,3 m Webbreite weiterverarbeitet und anschließend auf Rauhaschinen mit ca. 7 – 8 Rauhpässen geraut.

Sekundärfasern und Filamentabfälle in diesem Bereich wurden bis dato noch nicht zu solchen hochwertigen Produkten weiterverarbeitet. Auf Grund des niedrigeren Materialkosteneinsatzes, der hohen Produktivität und des erzielten Produktpreises ist eine Amortisation der Dref 2-Maschine in 9 Monaten möglich.

Tages- und Überwurfdecken aus gerissenen und geschnittenen Filamentabfällen produziert ein bedeutender Filamenthersteller in Europa aus Garnen, die auf Dref 2 aus wiederaufbereiteten Filamentabfällen (texturierte Filamentabfälle, Multifilamentabfälle) hergestellt werden – zum Teil gemischt mit ca. 20 – 30 % Acryl- oder PES-Regeneratfasern.

Weitere Einsatzmöglichkeiten der Garne sind *Fransen für Sonnenschirme und Überwurfdecken* aus synthetischen Regeneratfasern, *Verpackungsschnüre* aus Regeneratfasern und Filamentabfällen, *Arbeitssocken* aus Wollabfällen, gemischt mit Reißfasern und PES-Regeneratfasern, *Möbelbezugsstoffe und Polsterüberzüge* aus Reißfaser-spinnstoffen (75%) und Viskose-Substandardfasern (25%) sowie *Oberbekleidung und Freizeitbekleidung* aus Regeneratfasern, zum Teil gemischt mit Wollabfällen und Viskose-Substandardfasern.

Spezielle Effektgarne werden im *Deko- und Heimtextilbereich* verwendet. Restgarne oder Zwirne könnten neben dem Einsatz als Garnseelen auch direkt zur Bildung eines Dref-spezifischen Meléeffekts herangezogen werden. Hierzu genügt es, eine oder mehrere Spulen (Kopse) dieser Materialien an der linken Seite des Einzugsaggregates mit den restlichen Faserluntten beilaufen zu lassen (Manteleffekt).

Die aufgelösten Einzelfasern bilden je nach Farbton und Vorlagemenge an der Garnoberfläche einen mehr oder weniger intensiv sichtbaren Meléeffekt.

Garne, die farblich zur Erzeugung eines Mischungseffekts ungeeignet oder wegen zu geringer Quantitäten als Corefasern nicht einsetzbar sind, werden so zugeführt, daß sie im aufgelösten Zustand zur Bildung des Garnkerns beitragen.

Effektgarnherstellung

Neben Garnen mit Melé-, Noppen- oder Flammeneffekten werden auf der Dref 2-Spinnmaschine Garne mit Bouclé-Struktur direkt während des Spinnvorganges hergestellt.

Zur Herstellung von Garnen mit Loopeffekten wird ein Seelenfaden mit einem spannungsarm zugelieferten Faden, der zur Schlingenbildung verwendet wird, umwunden. Die entstehenden Schlingen werden im Bereich der Spinn-trommeln durch Stapelfasern fixiert. Verarbeitet werden Originalfasern sowie Sekundärspinnstoffe.

Einsatzgebiete der Effektgarne:

- Textiltapeten,
- Vorhangstoffe,
- Gardinen,
- Oberbekleidung,
- Deko- und Möbelstoffe.

Recycling von textilen Abfällen aus der Weberei (Abb. 6)

Durch den zunehmenden Einsatz von schützenlosen Webmaschinen fallen immer mehr Abfälle in Form von Webrandstreifen an. Die derzeitige Wiederverarbeitung von Webrandstreifen erfolgt meistens über den Reißwolf zur Wiederverspinnung. Diese Art der Abfallwiederverarbeitung bedingt Transport-, Fertigungs- und Energiekosten.

Es ist aber auch möglich, *geöffnete und wiederaufbereitete Konfektionsabfälle* aus gebleichten BW-Garnen für die Strickerei- und Filterbranche zu verarbeiten oder *Arbeitshandschuhe* aus synthetischen Regeneratfasern (z.B. PAC-, PES-Regeneratfasern im Bereich 3 – 8 den, 20 – 60 mm Faserlänge) herzustellen. Ein bedeutender Decken-

Für viele Firmen ist die Wiederverarbeitung der Webkanten nicht rentabel. Sie werden ungenutzt deponiert oder vernichtet.

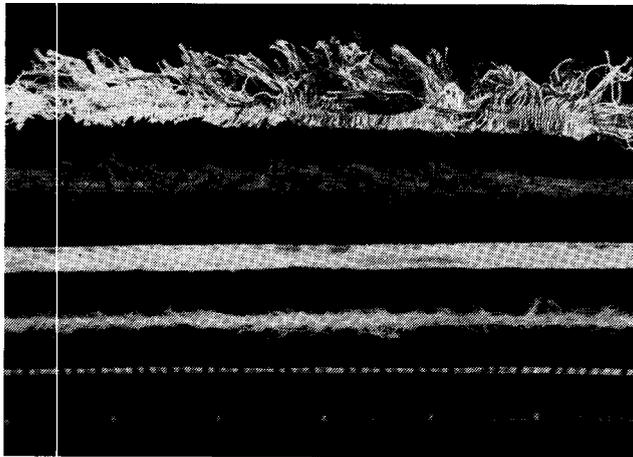


Abb. 6: Recycling von textilen Abfällen aus der Weberei

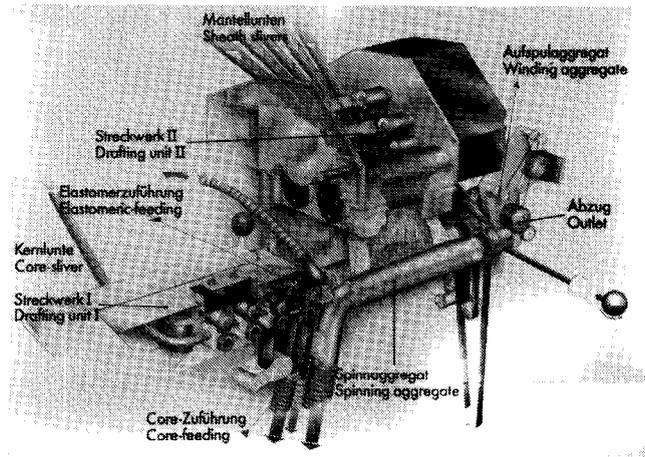


Abb. 7: Dref 3-Spinnverfahren

Es hat sich nun gezeigt, daß mit dem Dref 2-System eine wirtschaftliche Alternative geboten werden kann, die Webleisten direkt von schützenlosen Webmaschinen in ein Garn zu transformieren. Dabei werden der Spinnstelle jeweils 2 bis 6 Webleisten (je nach Breite und Gewicht der Webleisten) im Gesamtgewicht von max. 15 g/m zugeführt. Entsprechend dem späteren Einsatzgebiet des Garnes und je nach Beschaffenheit der Webrandstreifen können diese mit einer Kern- oder Mantellunte zugeführt werden. Durch zusätzliche Zuführung eines Filamentes (Garnseele) kann die Reißfestigkeit erhöht werden.

Die möglichen Einsatzgebiete dieser Garne sind z. B. Putztücher, Teppichfüllgarne, Gardinen, Dekostoffe, Möbelbezugsstoffe etc.

Dref 3-Spinnverfahren für Mehrkomponentengarne im mittleren Garnfeinheitsbereich

Beim Dref-Spinnverfahren für den mittleren Garnfeinheitsbereich von 150 – 33 tex handelt es sich um ein Umwindverfahren mit Falschdrallfixierung. Dabei wird ein hochverzogenes Streckenband im Bereich des Dref-spezifischen Spinnaggregates von frei von einem zweiten Streckwerk zufliegenden Stapelfasern ummantelt und als homogenes Umwindegarn mit Abzugsgeschwindigkeiten bis 250 m/min aus der Spinneinheit abgezogen.

Aufbauend auf den Erfahrungen, welche im Laufe der letzten Jahre mit der Grobgarnspinnmaschine Dref 2 gewonnen wurden, begann im Sommer 1978 der erste Entwicklungsschritt zu einem Spinnverfahren mit den mittleren Garnfeinheitsbereichen.

Unter Wahrung der Vorteile, die ein Friktionsspinnverfahren bei der Drehungseinbringung, sowie unter Berücksichtigung der Drehungserkenntnis, daß mit zunehmender Garnfeinheit auch die Anzahl der parallel zur Garnachse liegenden Einzelfasern im Garnverband zwangsläufig steigen muß, kam nach reiflicher Überlegung ein Umwindverfahren zur Anwendung.

Die getrennte Zuführung einer Kernlunte über Streckwerk I und den Mantellunte über Streckwerk II, die gemeinsam zur Garnbildung eingesetzt werden, erlaubt erstmals die Produktion von Garnen, die unterschiedliche, jedoch exakt definierbare Faserkomponenten in Kern und Mantel des Garns besitzen, wobei unterschiedliche Faserarten, Faserfeinheiten und Stapellängen in Kern und Mantel verwendet werden können (Abb. 7).

Tabelle 2: Fasereinsatz/Materialkombinationen

Ch. F	Kern			Mantel	K/M Verhältnis	Garn typ
	M	Fil	elast. Fil			
X	(X)	-	-	Ch. F (M)	80/20	homogenes Garn
X	(X)	-	-	BW	50/50	K/M-Garn
-	-	X	-	Faser	≤ 50/≥ 50	K/M-Garn
Faser	-	X	-	Faser	75/25	K/M-Garn
-	-	-	X	Faser	< 10/ > 90	elast. Garn
Faser	-	-	X	Faser	75/25	elast. Garn
Faser	X	X	X	Faser	75/25	elast. Garn

Ch. F	Chemiefaser		Fil	Mono- oder Multifilament
BW	Baumwolle	Faser	elast. Fil	Elasthan-Filament
M	Mischung			

- a) Kernkomponenten (Stapelfasern und Filamente):
 - Chemiefasern, wie PES, PA, PAC, PP, Viskose etc.,
 - Spezialfasern, wie Aramid- (Kevlar, Nomex, Kermel, Karvin, Konex, etc.), PVC- und PAN-Fasern,
 - BW-Mischungen mit Synthefasern etc.,
 - diverse Filamente (Multi-, Mono-, hochfeste oder texturierte Filamente), Elastomere, Metalldrähte etc.
- b) Mantelkomponenten (Stapelfasern):
 - reine Baumwolle kardiert,
 - Synthefasern und Spezialfasern wie für den Kernanteil:

Fasertiter: 0,6 bis 3,3 dtex,
 Standardstapellängen: 30 bis 60 mm,
 Garnbereich: Nm 6 bis 30,
 Streckenbandgewicht: 2,5 bis 3,5 ktex.

Die Oberfläche von Dref 3-Garnen besteht nur aus Stapelfasern. Neben Stapelfasergarnen können an der Dref 3-Spinnmaschine Core-Garne mit einer absolut zentrisch und vollkommen abgedeckten Seele angefertigt werden.

Faserbedingte Ausspinnngrenzen, wie z. B. zu geringe Garnfestigkeiten, lassen sich im Gegensatz zu konventionellen Spinnverfahren mit Hilfe einer Core-Garnkonstruktion unter Verwendung einer Garnseele aus texturierten oder hochfesten Filamenten deutlich verbessern.

Möglichkeiten zur Verbesserung des Griffs und des Aussehens von Geweben aus Rotor- und Air-Jet-Garnen

Dr. Franklin S. Looney, E.I. Du Pont de Nemours & Co., Inc. Wilmington, Delaware, U.S.A.

In den USA geht die Modernisierung von Spinnmälen in Spinnereien nur langsam voran, da bei hoher Produktivität nichtkonventioneller Spinnverfahren die Garnqualität stark von der von Ringgarnen abweicht. Die ungewohnte Struktur von Luft- und Rotorgarnen führt zu relativ harter und steifer Ware. Die mit dem Kawabata-Gleichungssystem (KES) ermittelten und durch mikroskopische Studien bestätigten Werte weisen darauf hin, daß die sowohl bei Rotor OE- als auch bei Luftdüsenengarnen vorhandenen Mantelfasern das Abflachen an den Kreuzungspunkten im Gewebe verringern, was zu einer steifen und rauen Struktur führt. Garnmodifikationen, wie z.B. gefachte Garne und lose Mantelstrukturen, vermindern dieses Problem zwar, sind aber keine praktikierbaren Lösungen. Da sich die Biegesteifigkeit eines zylindrischen Elements mit der vierten Potenz des Durchmessers verändert, kann die hohe Warensteifigkeit durch den Einsatz etwas feinerer Garne verringert werden. Um einen konstanten Deckungsfaktor bei reduziertem Garndurchmesser zu erhalten, wäre eine Neukonstruktion des Gewebes angebracht, wodurch die durch Unregelmäßigkeiten in der Warenoberfläche hervorgerufene Rauigkeit reduziert werden kann. Die Gültigkeit dieses Arguments wurde durch Variation verschiedener Konstruktionsmerkmale des Gewebes, wie z.B. Titer und Fadendichte, veranschaulicht. Dazu wurden die Biege- und Druckeigenschaften von Geweben aus Rotor OE-, Luftdüsen- und Friktionsgarn den Eigenschaften des Kontrollgewebes aus Ringgarn angepaßt. Es scheint daher, daß das Neuentwerfen der Ware den Spinnereien erlauben sollte, die durch nichtkonventionelle Spinnverfahren angebotene Kostenersparnis zu nutzen.

Modernization of spinning rooms in U.S. mills has proceeded slowly because the structure of yarns produced by high productivity, non-ring spinning systems differs radically from that of yarns produced by ring spinning. The unusual structure of air jet and rotor spun yarns result in relatively harsh, stiff fabrics. Data developed using the Kawabata Evaluation System (KES) and supported by microscopic studies indicate that wrapper fibers present on rotor OES and air-jet spun yarns restrict the flattening of yarns at crossover points in fabric resulting in stiff, rough structures. Yarn modifications, such as plied yarns and loosely wrapped structures, alleviate this problem but are not practical solutions. Because bending rigidity of a cylindrical element varies as the fourth power of diameter, high fabric stiffness could be overcome by the use of slightly finer yarns. Restructuring fabrics to maintain a constant cover factor while reducing yarn diameter would then be expected to reduce fabric surface irregularities which translate into harshness. The validity of this argument was demonstrated with modified fabric constructions based on the bending properties of ring spun (control), rotor OES, air-jet and friction spun yarns. Consequently, it would appear that redesign of fabrics should permit mills to realize the cost savings offered by non-ring spinning systems.

In den Vereinigten Staaten ist das Interesse an den neuen Spinnverfahren durch den Druck zur weiteren Senkung der Herstellkosten unverändert sehr groß. Die viel höheren Leistungen solcher Spinnverfahren, wie z.B. Rotorspinnen (ROE), Luftdüsen- oder Friktionsspinnen, ermöglichen – im Vergleich zum Ringspinnen – in Verbindung mit der Einsparung und der Vereinfachung einzelner Verarbeitungsstufen wesentlich niedrigere Garnerzeugungskosten (Abb. 1).

Im Gegensatz dazu entwickelte sich die Inbetriebnahme von Rotor- und Air-Jet-Spinnanlagen langsamer als dies allein unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte erwartet wurde (Abb. 2).

Die verhältnismäßig geringe Garnfestigkeit sowie der härtere Griff dieser Garne haben deren Verwendung zunächst

eingeschränkt und zu einem nur langsamen mengenmäßigen Anwachsen geführt.

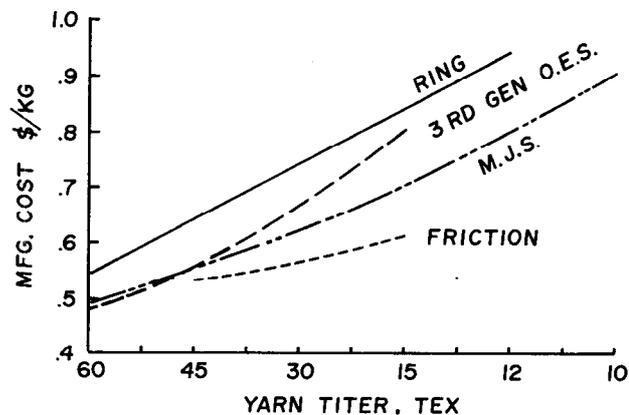


Abb. 1: Geschätzte Garnherstellungskosten

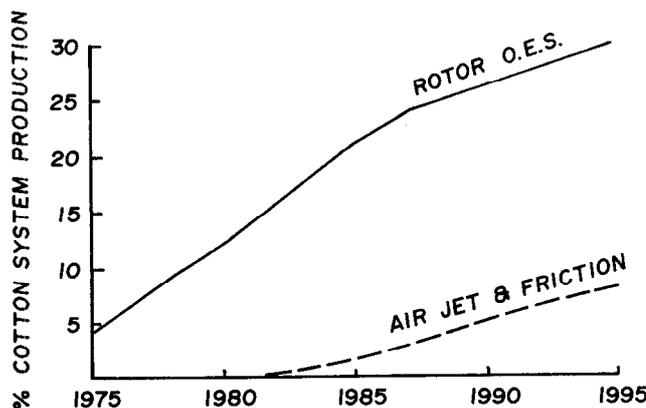


Abb. 2: Herstellung von nicht-ringgesponnenen Garnen in den USA

Die ungenügenden Garnfestigkeiten wurden weitgehend durch die Entwicklung speziell feintitriger, hochfester PES-Fasern verbessert, die die Probleme derartiger Garnstrukturen besser ausgleichen. Im Gegensatz dazu scheinen aber Unzulänglichkeiten im Aussehen und vor allem im Griff weiterhin zu bestehen.

Dementsprechend wurde die vorliegende Untersuchung mit dem Ziel angelegt festzustellen, was getan werden muß, um Aussehen und Griff von Geweben aus Nicht-Ring-Garnen mittels Faser- oder Gewebe-Modifizierung zu verbessern.

Kawabata¹ hat aufgezeigt, daß das Messen des Zugverhaltens, des Biegeverhaltens, der Scherdeformation sowie der Druck- und Oberflächencharakteristika von Geweben es möglich macht, jene mechanischen Eigenschaften zu identifizieren und quantitativ einzuordnen, welche Griff und Aussehen der Gewebe bestimmen.

Diese von Kawabata beschriebenen Test-Methoden wurden daher auch hier zur umfassenden Charakterisierung einer Serie von Geweben identischer Konstruktionen angewandt, die aus jeweils 20 tex Ringgarn, Rotorgarn, Air-Jet-Garn aus Mischung 65% Dacron*-PES-Faser, Type 216, 1,67 dtex, und 35% Baumwolle hergestellt wurden. Die Gewebe wurden dann gemeinsam in einem Stück ausgerüstet und analysiert.

* Eingetragenes Warenzeichen von Du Pont

Anwendungsgebiete

Technische Textilien:

- **Schutzbekleidung für den Zivil- und Militärbereich**
Das Dref 3-Coregarn im Bereich Nm 12 bis Nm 20 mit Glasfaserseele 110 dtex bietet speziell in diesem Einsatzbereich erhebliche wirtschaftliche und qualitative Vorteile:
 - Bei Garnen bis Nm 20 mit Glasfaserseele 110 dtex ist eine vollständige Abdeckung der Filamentseele gewährleistet. Bei Garnen feiner als Nm 20 und Verwendung einer Glasfaserseele 110 dtex ist ebenfalls noch eine gute Abdeckung garantiert.
 - Absolute Schiebefestigkeit der Umhüllungsfasern (von STW I + STW II) auf der Filamentseele.
 - Möglichkeit der Verwendung von Dref 3-Coregarnen im Schuß und in der Kette.
 - Die Festigkeit der Einfachgarne und ihre einwandfreie Verarbeitung in der Weberei ermöglicht die Entwicklung neuartiger Produkte mit extrem hohen Festigkeiten.
 - Eliminierung des Zwirnprozesses.
 - Hohe Spinnengeschwindigkeit (bis max. 250 m/min).
 - Erhebliche Reduzierung der Spinnkosten: durch Eliminierung des Zwirnprozesses, hohe Spinnengeschwindigkeit, hohe Spulengewichte, geringer Personalbedarf.

Praxisbeispiel

Dref 3-Garnkostenkalkulation für ein Garn 50 tex (Nm 20) aus Aramidfasermischung 1,7 dtex/38 mm mit Glasfaserfilament 110 dtex auf Basis einer Dref 3/12-Kopfmaschine:

Rohmaterialkosten:

22% Filamentanteil (1 kg Glasfaserfilament 110 dtex, DM 10,-)	DM 2,20
50,7% flammhemmende Viskosefaser (1 kg flammhemmende Viskosefaser DM 12,-)	DM 6,00
27,3% Aramidfaseranteil (1 kg Aramidfaser DM 40,-)	<u>DM 10,90</u>
Rohmaterialkosten total pro 1 kg	DM 19,10
+ Kosten für die Fertigung von Streckbändern 2,5 ktex	DM 1,00
+ Spinnkosten auf Basis einer Dref 3/12-Kopf-Spinnmaschine, Garn 50 tex (Nm 20), 150 m/min Produktionsgeschwindigkeit, 5200 h/Jahr	<u>DM 2,50</u>
Garnherstellungskosten total	<u>DM 22,60</u>

Je nachdem, wie die Rohmaterialkosten variieren (z. B. vorbehandelte Glasfaserseele oder 100% Aramidfaser oder 100% Baumwolle), erhöht bzw. reduziert sich der Garnherstellungspreis.

Ein wesentlicher Punkt bei Verwendung von teuren Spezialfasern, wie z.B. Kevlar-, Nomex-, Arenka-, Kermel- und anderen Aramidfasern, ist der, daß bei Verwendung einer Glasfaserseele, welche im eingangs erwähnten Garnfeinheitsbereich zu 100% abgedeckt wird, die Rohmaterialkosten bis zu ca. 15% gesenkt werden können.

Weiters ist die Eliminierung des Zwirnprozesses eine zusätzliche Kostenersparnis, welche die Garnherstellungskosten bei Dref 3 im positiven Sinne beeinflusst.

Grundsätzlich ist festzuhalten, daß im Vergleich zum konventionellen Garnherstellungsverfahren (Ringspinnverfahren und Zwirnen) die Herstellungskosten dieser Spezialgarne für Schuß und Kette (Garnherstellungskosten) um ca. 20 – 40% niedriger sind. Der Return-on-Investment-Faktor liegt in der Praxis zwischen 1,5 und 2 Jahren.

Weitere technische Textilien, in welchen Dref 3-Garne (vorwiegend Core-Garne) eingesetzt werden, sind:

- Hochfeste Garne für Gurte, Transportbänder, Riemen,
- Grundgewebe für technische Filze,
- Filtergewebe, Schläuche,
- Beschichtungsträger für Kunstleder-, Auto- und Flugzeugindustrie,
- Interlinings (Einlagestoffe für Oberbekleidung),
- Industrienähgarne, gezwirnt für Schuh-, Bekleidungs-, Koffer- und Zeltbereich.

Freilufttextilien:

- Planenstoffe für Zelte, LKW-Planen, Markisen und Spannungen für Freiluftmöbel.

Markante Vorteile gegenüber konventionell hergestellten Planengarnen:

- Core-Garne mit vollständig abgedeckter Filamentseele erlauben die einbadige Färbung und Ausrüstung der hergestellten Endprodukte (bei Garn Nm 8 mit 44% Filamentanteil – vollständige Abdeckung gewährleistet).
- Verwendung von Dref 3-Core-Garnen in Schuß und Kette als Einfachgarn.
- Geforderte Garnparameter, wie hohe Festigkeit, CV% Uster und Festigkeit, werden durch Einsatz von hochfesten Filamentseelen erreicht.
- Hohe Spulengewichte, hohe Produktionsgeschwindigkeit und dadurch hoher Wirkungsgrad bewirken eine erhebliche Reduzierung der Spinnkosten.
- Eliminierung des Zwirnprozesses für Schuß- und Kettgarn, wobei auf Grund von behördlichen Bestimmungen in den meisten Fällen Kettgarn gezwirnt werden muß (z. B. Militärzelte, LKW-Planen).

Oberbekleidung:

- Freizeit- und Sportbekleidung, z.B. querelastische Jeans, querelastischer Cord, Flachgewebe,
- Colourdenim,
- Corduroy,
- Berufsbekleidung, Arbeits- und Schutzbekleidung.

Heimtextilien:

- Basisgewebe für Frottierwaren (Schuß- und Kettgarn),
- Effektgarne für Gardinen (gewebt und geraschelt), Vorhänge, Textiltapeten und andere Dekostoffe,
- Matratzenbespannungen etc.

5. Zusammenfassung

Es sind noch viele Möglichkeiten in bezug auf Faser- und Garneinsatzpalette offen – die Entwicklung von neuen Fasern, die Nachfrage für die Herstellung von Bi- und Multi-komponentengarnen fordern geradezu ein flexibles Spinnsystem (wie es Dref 3 ist), welches wirtschaftlich mit hohen Produktionsgeschwindigkeiten, geringem Personalaufwand und weiteren entscheidenden Vorteilen Garne und daraus gefertigte Spezialprodukte realisiert.

Auf Grund der Ansammlung von textilen Abfällen einerseits und der Rohmaterialkosten-Situation andererseits wird das wirtschaftliche Recycling von Sekundärrohstoffen im Textilbereich mehr denn je im Vordergrund stehen. Nicht nur in Entwicklungsländern, sondern auch in hoch-industrialisierten Ländern wird dieses Problem mehr und mehr kritisch und verlangt ein entsprechendes System, welches flexibel, wirtschaftlich und direkt im Sinne einer einfachen, kurzen und kostengünstigen Vorbereitung in Verbindung mit hohen Spinnengeschwindigkeiten und direkter Weiterverarbeitung (ohne Umspulen) arbeitet.

Dies wiederum ist für die Dref 2 – neben den immens großen Möglichkeiten in anderen Marktnischen (technische Textilien, Effektgarnbereich, Decken- und Putztuchbereich) – einer der Schwerpunkte für die Zukunft.

Die Ergebnisse dieser Messungen sagten aus, daß sich diese Gewebe lediglich in bezug auf Biege- und Scherfestigkeitseigenschaften bemerkenswert unterscheiden.

Steifheit und Energieverlust der Gewebe aus Rotor- oder Air-Jet-Garnen wurden mit solchen aus Ring-Garnen verglichen, indem jeweils deren Meßwerte durch diejenigen der Ring-Garne dividiert wurden, d.h., Gewebe aus Ring-Garnen wurden als „normal“ eingestuft (Index, 1,0).

Wie die Abbildung 3 zeigt, waren die Gewebe aus Rotor-Garnen um ca. 25% steifer als die im Ringspinnverfahren hergestellten Kontrollgewebe.

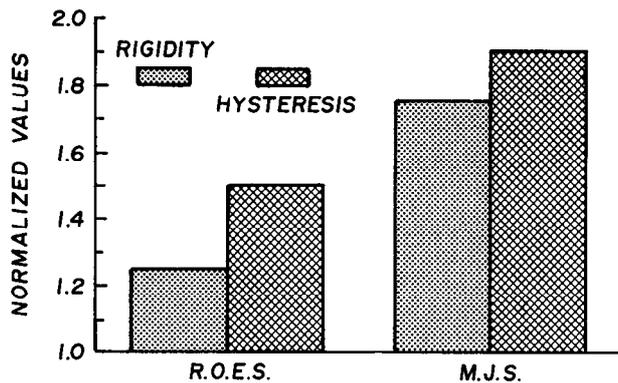


Abb. 3: Einfluß des Spinnverfahrens auf die Biegeeigenschaften von Geweben

Sie zeigten auch beim Biegen ca. 50% höhere Energieverluste als die Ring-Garn-Kontrollgewebe.

Die nach bisher üblichen Verfahren erzeugten Air-Jet-Garne führten im Vergleich zum Ring-Garn bis zu 75% steiferen Geweben und einem zweifachen Energieverlust in den Biegeprüfungen.

Diese Gewebe waren aber nicht nur steifer, sondern zeigten auch höhere Energieverluste, wenn sie in bezug auf ihre Scherdeformation mit Ring-Garnen verglichen wurden.

Subjektive Beurteilungen dieser Gewebe bestätigten die aus den objektiven Messungen gezogenen Schlüsse. Gewebe, die aus den nicht im Ringspinnverfahren hergestellten Garnen erzeugt waren, wurden allgemein als steifer und härter befunden als solche aus ringgesponnenen Garnen. Desgleichen wurden Gewebe aus Luftdüsen-Garnen in eindeutiger Übereinstimmung mit den Meßergebnissen als noch steifer als diejenigen aus Rotorgarnen beurteilt (Abb. 4).

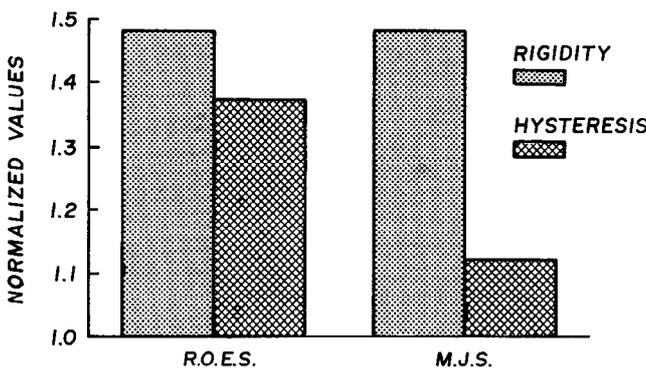


Abb. 4: Einfluß des Spinnverfahrens auf den Scherwiderstand von Geweben

Vorstehende Ergebnisse zeigen, daß die Strukturen von Air-Jet- und Rotor-Garnen im Vergleich zu Ring-Garnen genügend unterschiedlich sind, um eine Änderung der Gewebeeigenschaften zu bewirken.

Diese Daten vermitteln hingegen nicht die notwendigen Informationen, um bestimmen zu können, ob diese Gewebeunterschiede aus Inter- oder Intra-Garneigenschaften resultieren. Das heißt, die Unterschiede in den mechanischen Gewbeeigenschaften könnten direkt von den mechanischen Garneigenschaften herrühren oder den Einfluß der Umwicklungsfasern (Bauchbinden) auf die Oberflächenreibung der nicht ringgesponnenen Garne wiedergeben.

Ein Ineinanderhaken von Umwicklungsfasern an den Kreuzungspunkten könnte die Beweglichkeit der Garne einschränken und so ein Nachgeben der Garne im Gewebe erschweren und damit zu steifer Ware und hohem Energieverlust beim Biegen führen.

Differenzen in der Verformungsmechanik und dem Rücksprung zu ihrem ursprünglichen Zustand wurden für Ring-, Rotor- und Luftdüsen-Garne als ausschlaggebend für die Unterschiede im Aussehen und dem Griff der aus ihnen hergestellten Gewebe befunden. Die Biegewiderstände von 20 tex Rotor- und Luftdüsen-Garnen, aus 65% D-216 Dacron Polyesterfaser und 35% Baumwolle wurden mit Ring-Garnen gleicher Feinheit und Zusammensetzung verglichen, indem die Biegewiderstandswerte der Nicht-Ring-Garne wie bei den Geweben durch jene der Ring-Garne dividiert wurden (Abb. 5).

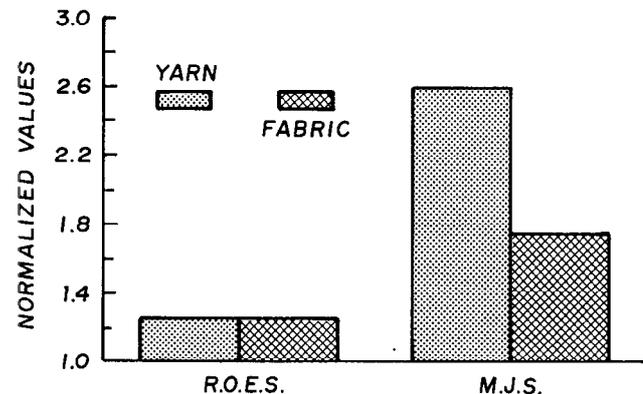


Abb. 5: Biegesteifheit von Garnen und Geweben

In der gleichen Weise verhielten sich die Energieverluste beim Biegen der Gewebe aus diesen Garnen, wobei Ring-Garngewebe wie vorher wieder als Norm verwendet wurden (Abb. 6).

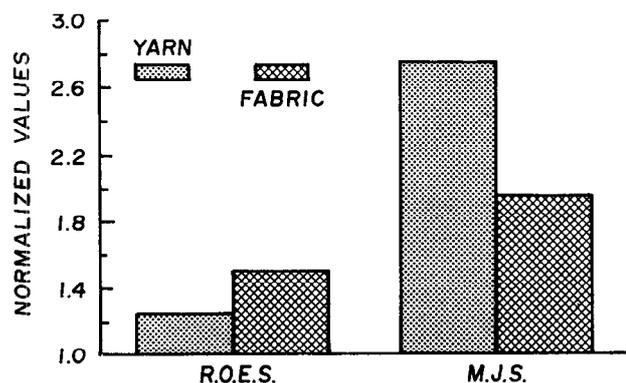


Abb. 6: Biegehysterese von Garnen und Geweben

Ogbleich nicht versucht wurde, den Grund für die Unterschiede zwischen den Ergebnissen aus den Garn- und Gewebeuntersuchungen weiter zu bestimmen, kann man jedoch annehmen, daß ein Nachlassen des Zuges der Umwicklungsfasern durch Entspannung während der Naßbehandlung und Thermofixierung zu den relativ großen Unterschieden zwischen den Werten der Air-Jet-Garne und den daraus hergestellten Geweben beiträgt.

Die Bildung von Umwicklungsfasern unter hoher Spannung, wie beim Air-Jet-Spinnen angenommen, führt zu einem hohen Anteil an zum Garnkern gerichteten Kräften. Infolge dieses hohen Innendruckes sind die Fasern im Garnkern in ihrer Bewegungsfreiheit, z.B. beim Biegen, entscheidend eingeschränkt, und damit ist auch ihre Wiederholung nach der Anspannung behindert.

Die Folgerung daraus ist, daß solche Garnstrukturen steifer sind und beim Biegen höhere Energieverluste als gleichmäßig gedrehte Garnstrukturen haben.

Da auch die beim Rotorspinnen auftretenden Umwicklungsfasern (Bauchbinden) unter Bedingungen mit verhältnismäßig niedrigen Spannungen entstehen, konnte erwartet werden, daß Rotorgarne etwas weniger steif sind als Luftdüsen-Garne. Der hohe Energieverlust, der während des Biegens und der Wiederholung für die einzelnen Garne beobachtet wurde, bestätigt einen solchen Mechanismus. Wenn auch dabei eine Wechselwirkung zwischen den einzelnen Garnen nicht festgestellt wurde, waren doch die Energieverluste der Garne in der gleichen Größenordnung wie die der entsprechenden Gewebe. Demzufolge scheint es nicht zuzutreffen, daß die relative Bewegung der Garnsysteme zueinander als ein Hauptfaktor für die Hystereseverlustwerte von Geweben anzusehen ist.

Mikroskopaufnahmen der Querschnitte von ausgerüsteten Geweben unterstützen die Auffassung, daß die Umwicklungsfasern (Bauchbinden) die Mobilität der Einzelfasern im Garn einschränken (Abb. 7).

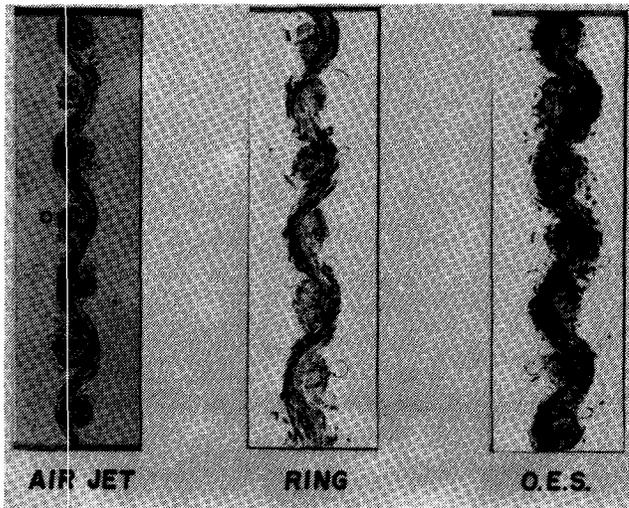


Abb. 7: Beeinflussung der Gewebequerschnitte durch das für die Garnherstellung verwendete Spinnsystem

Rotor- und Luftdüsen-gespinnene Garne behalten auch im ausgerüsteten Gewebe einen verhältnismäßig runden Querschnitt bei, der auf das Vorhandensein von Umwicklungsfasern zurückgeführt werden kann. Dagegen zeigen Ringgarne im allgemeinen einen flacheren und eher ovalen Querschnitt im fertigen Gewebe, was bedeutet, daß sich die Fasern besser bewegen und entspannen können.

Ein direkter Beweis des Einschnüreffektes von faschinenartigen Umwicklungsfasern und die dadurch erfolgende Behinderung von Faserbewegungen im Garn wurde bei Luftdüsen-Garnen dadurch geliefert, daß die Eigenschaften

von solchen Garnen vor und nach einem teilweisen Aufdrehen bewertet wurden.

Die faschinenartigen Umwicklungsfasern in Luftdüsen-garnen sind immer in „Z“-Richtung angeordnet. Durch nachträgliche Aufbringung von 785 Drehungen/m in der „S“-Richtung auf solche Garne aus 65% 1,67 dtex Dacron und 35% Baumwolle wurden die Umwicklungsfasern soweit gelöst, daß weichere Garne mit im Vergleich zu Ringgarnen übereinstimmenden Biegeeigenschaften erzielt werden konnten (Abb. 8).

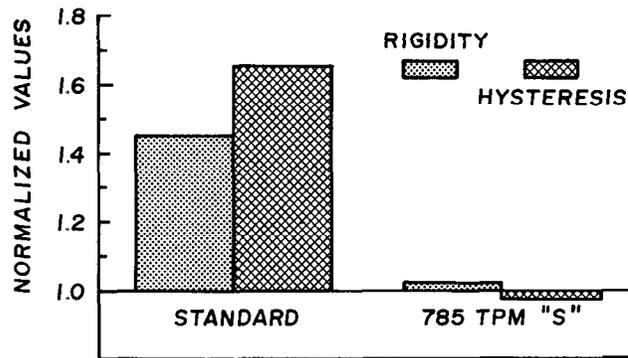


Abb. 8: Biegeeigenschaften von Luftdüsen-garnen mit Normaldrehung und mit nachfolgender „S“-Drehung

Aus den Resultaten dieser Versuche konnte der Schluß gezogen werden, daß der Weg zu besseren ästhetischen Eigenschaften von Geweben aus Rotor- oder Luftdüsen-Garnen über eine Herabsetzung der Steifheit führt. Dies kann sowohl durch eine Modifikation der Garne als auch durch eine solche der Gewebe selbst erfolgen.

N a k a h a r a ² wies darauf hin, daß Änderungen in der Form der Luftdüsen und der Spinnbedingungen die Herstellung von weicheren Garnen ermöglicht. Verbindet man den Einsatz von Düsen mit etwas größerer Öffnung mit erhöhten Durchlaufgeschwindigkeiten der Spinnfaser, so wird die Spannung in den Umwicklungsstellen und deren Häufigkeit herabgesetzt, was einen weicheren Griff und ein besseres Aussehen der Gewebe zur Folge hat. Ein Beispiel des Einflusses der Spinnbedingungen auf die Biegeeigenschaften von Air-Jet-Garnen aus 65% 1,67 dtex D-216 Dacron und 35% Baumwolle zeigt die Abbildung 9.

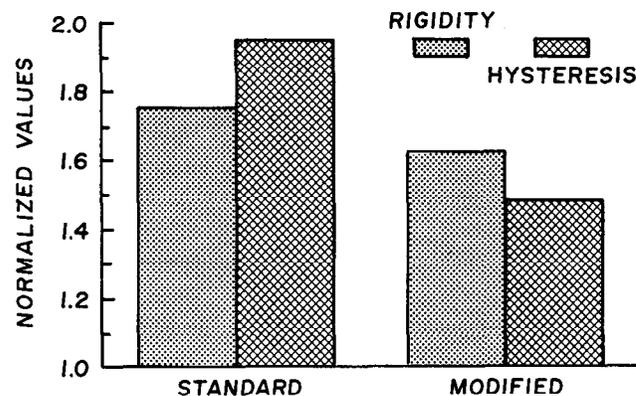


Abb. 9: Einfluß der Spinnbedingungen auf die Biegeeigenschaften von Luftdüsen-Garnen

Sowohl der Biegewiderstand als auch die Hystereseverluste des Garnes wurden herabgesetzt, indem durch die vor-

stehend beschriebenen Maßnahmen die Spannung der fashineartig angeordneten *Umwicklungsfasern* gelockert wurde.

Die Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Fasern in einem Ring-Garn wirken sich während des Biegens im Sinne von geringer Gewebesteife und guten ästhetischen Eigenschaften des Gewebes aus. Betrachten wir die Struktur eines Zwirnes, die ebenfalls den einzelnen Garnen eine gewisse Bewegungsmöglichkeit erlaubt, so scheint dies auf einen Weg zu besseren Erholungseigenschaften für steife Einfachgarne hinzuweisen. Demzufolge wurden die Eigenschaften eines aus zwei Luftdüsen-Garnen erstellten Zwirnes untersucht, um konkret herauszufinden, ob dies zu besserem Aussehen und Griff der daraus hergestellten Gewebe führen würde. Ein aus zwei Einzelgarnen von je 10 tex aus 65% 1,3 dtex D-217 Dacron und 35% Baumwolle bestehender Zwirn erwies sich um ca. 75% weniger steif als ein entsprechendes Einfachgarn von 20 tex mit gleicher Zusammensetzung.

Die Abbildung 10 zeigt diese bedeutenden Veränderungen im Biegeverhalten, welche durch im Aussehen und Griff gleichermaßen verbesserte Gewebeeigenschaften bestätigt wurden.

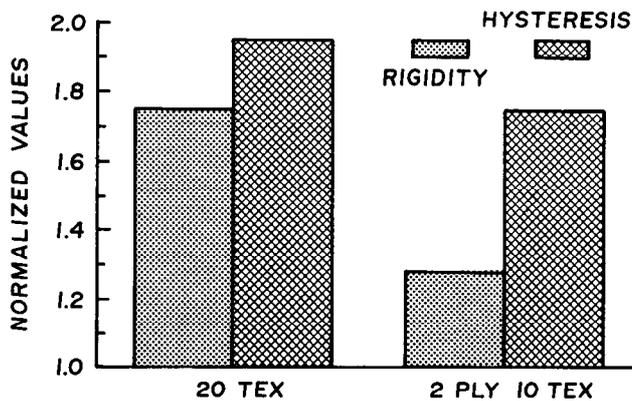


Abb. 10: Vergleich der Biegeigenschaften von Luftdüsen-Garnen im Einfachgarn und im Zwirn

Maschenwaren in La Coste-Konstruktion, die aus Zweifachzwirnen aus Luftdüsen-Garnen hergestellt wurden, waren praktisch von vergleichbaren, ebenfalls gezwirnten Ring-Garnen nicht zu unterscheiden. Zugegebenermaßen ist die Verwendung von Zwirnen keine Universallösung, um die ästhetischen Eigenschaften von Luftdüsen-Garnen zu verbessern, da die Zwirnkosten weitgehend die im Spinnen erzielten Einsparungen wieder aufheben.

Gewebeschrämlmittel und Weichmacher werden in der textilen Ausrüstung allgemein angewendet, um Friktionseigenschaften von Geweben herabzusetzen und damit deren Aussehen und Griff zu verbessern.

Diese Zielrichtung wurde auch hier verfolgt, indem ein bekanntes, im Handel erhältliches Silikonacrylat als Weichmacher auf ein Gewebe aus Luftdüsen-Garnen in Mischung 65% 1,4 dtex T-106 Dacron und 35% Baumwolle aufgebracht wurde. Eine Bewertung dieses Gewebes mit und ohne Weichmacher bestätigte, daß die Friktionshemmungen durch eine solche Behandlung wesentlich reduziert werden konnten, wie dies die Abbildung 11 zeigt.

Während diese Ausrüstung die Biegesteifheit des Gewebes um ca. 50% reduzierte, zeigte sich gleichzeitig eine leichte Erhöhung des Scherwiderstandes, wie dies aus Abbildung 12 ersichtlich ist.

Bei der subjektiven Beurteilung zur Bestätigung dieser Meßwerte wurde das mit dem Weichmacher behandelte Gewebe wohl als viel weicher empfunden, doch wurde es,

verglichen mit dem Kontrollgewebe aus Ring-Garnen, immer noch als etwas steifer eingestuft.

Es ist allgemein bekannt, daß der Steifheitsgrad von Geweben aus Ring-Garnen in Polyester/Baumwollmischungen je nach dem Titer der verwendeten Polyesterfaser variiert. Das heißt, der Biege-widerstand eines Garnes wird als gleich der Summe der Steife seiner einzelnen Fasern angenommen, und dieser Wert ist weit geringer als der Biege-widerstand eines festen Elementes mit dem Durchmesser des Garnes. Davon ausgehend wurde angenommen, daß, sofern sich die Zugkräfte der Umwicklungsfasern in Luftdüsen- oder Rotor-Garnen im normalen Rahmen hielten, Garne aus feintitrigen Polyesterfasern eine geringere Steife aufweisen würden als vergleichbare Garne aus Fasern mit größerem Einzeltiter.

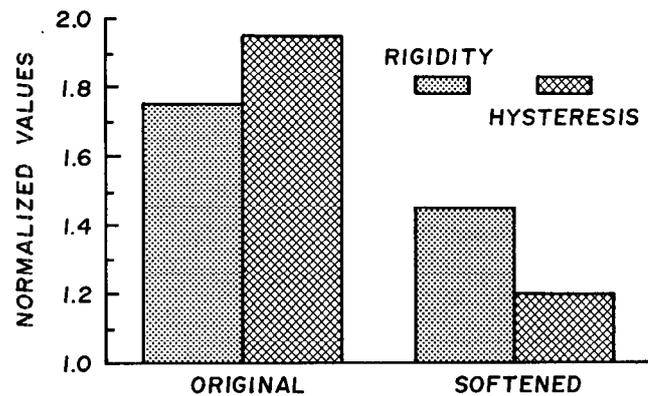


Abb. 11: Vergleich der Biegeigenschaften von Geweben aus Luftdüsen-Garnen

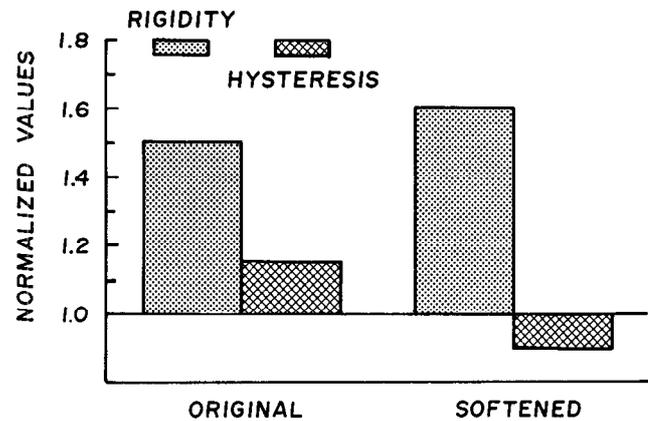


Abb. 12: Vergleich der Scher- oder Verformungseigenschaften von Geweben aus Luftdüsen-Garnen

Um diese Hypothese zu beweisen, wurde eine Reihe von Geweben mit gleicher Konstruktion aus 20 tex-Garnen der Mischung 65% Dacron und 35% Baumwolle hergestellt. Dabei wurde als PES-Komponente fallweise die Feinheiten 1,67 dtex, 1,33 dtex und 1,1 dtex mit gleichem Modul und Schrumpfverhalten eingesetzt. Diese Garne wurden im Rotor- und im Luftdüsen-Verfahren ausgesponnen. Die entsprechenden Gewebe wurden wieder gemeinsam als ein Stück ausgerüstet. Als Vergleichsbasis (Index 1,0) wurde das Gewebe aus Ring-Garn mit dem PES-Fasertiter 1,67 dtex genommen.

Die Biege- und Schereigenschaften der Garne aus den neuen Spinnverfahren zeigten nur unwesentliche Verbesserungen, wenn feinere Fasertiter zum Einsatz gelangten.

Wie die Abbildung 13 zeigt, wurde der Biege- oder Widerstand von Rotor-Garnen nicht maßgeblich von der Verwendung feinerer Fasertiter beeinflusst. Dagegen wurden die Hystereseverluste, wenn feinere Fasertiter verwendet wurden, vermutlich durch die entsprechend größere Anzahl von Umwicklungsfasern (Bauchbinden) höher.

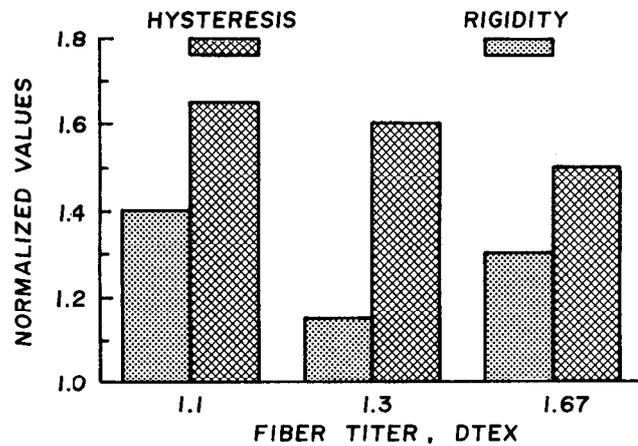


Abb. 13: Vergleich der Biegeeigenschaften von Geweben aus Rotor-Garnen

Im Gegensatz dazu verhielten sich die Luftdüsen-Garne (Abb. 14) anders und zeigten die Tendenz, weniger steif zu werden, wenn der Einzelfasertiter herabgesetzt wurde.

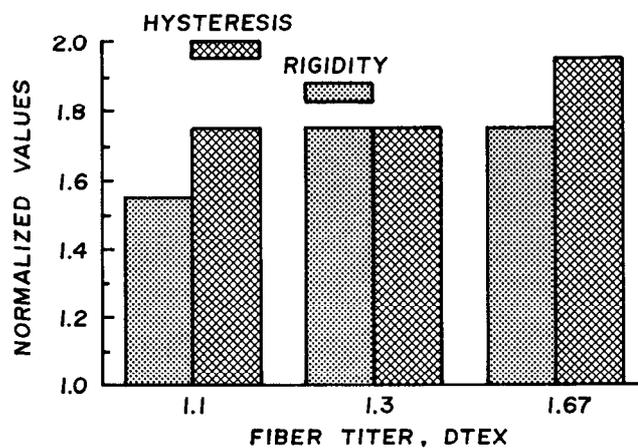


Abb. 14: Vergleich der Biegeeigenschaften von Geweben aus Luftdüsen-Garnen mit verschiedenen Einzelfasertitern

Auch der Biege-Energieverlust solcher Garne wurde kleiner, wenn der Fasertiter im Garn von 1,67 dtex auf 1,1 dtex herabgesetzt wurde. Gleichermäßen zeigten die Scher- bzw. Verformungseigenschaften dieser Garne eine ähnliche Tendenz.

Der Einzelfasertiter hatte dagegen keinen wesentlichen Einfluß auf die Schereigenschaften von Rotor-Garnen (Abb. 15).

Hingegen schien wiederum die Reduzierung des Fasertiters zu weniger steifen Geweben zu führen, wenn solche aus Luftdüsen-Garnen hergestellt wurden (Abb. 16).

Die subjektive Beurteilung dieser Gewebe zeigte dann aber, daß die in den Versuchen erfaßte Reduzierung des Einzeltiters der verwendeten Dacron-Fasern von zu geringem

gem Ausmaß war, um die ästhetischen Aspekte der beurteilten Gewebe aus Nicht-Ring-gesponnenen-Garnen merklich zu verbessern.

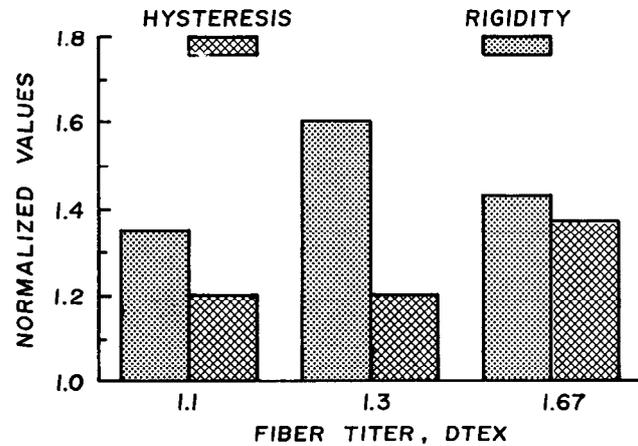


Abb. 15: Vergleich der Scher- oder Verformungseigenschaften von Geweben aus Rotor-Garnen mit verschiedenen Einzelfasertitern

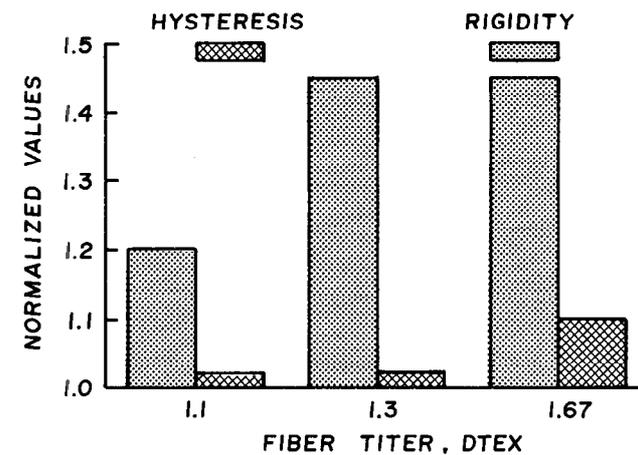


Abb. 16: Vergleich der Scher- oder Verformungseigenschaften von Geweben aus Luftdüsen-Garnen mit verschiedenen Einzelfasertitern

Der geringe Einfluß des Einzelfasertiters auf die Biegeeigenschaften von Geweben aus Rotor- und Luftdüsen-Garnen weist darauf hin, daß die Klemmwirkung der Umwicklungsfasern diesen Garnen ein ähnliches Verhalten gibt, als dies bei monofilen Filamenten beobachtet werden konnte. Man nimmt daher an, daß die Biegesteife von Rotor- und Luftdüsen-Garnen in der vierten Potenz des Garndurchmessers oder im Quadrat des Garntiters variiert. Wird eine Gleichung aufgestellt, in der die Quadratwerte des Titers von Nicht-ring-gesponnenen-Garnen auf das Verhältnis der Steife im Ring-Garn zu Nicht-Ring-gesponnenen-Garnen oder Geweben bezogen wird, so kann man den Garntiter errechnen, der benötigt wird, um den Griff eines Gewebes aus Ring-Garnen zu duplizieren.

Diese logischen Folgerungen führten zu dem Schluß, daß die im Friktionsverfahren hergestellten Garne, die keine Umwicklungsfasern aufweisen, der Steife von Ringspinn-Garnen etwa gleichkommen und daher eine Änderung der Garnfeinheit für sie nicht notwendig sein sollte. Diese Hypothesen wurden überprüft, indem eine Reihe von vergleichbaren Geweben mit Leinwandbindung aus einer Mischung 65% 1,3 dtex D-237 Dacron und 35% Baumwolle

hergestellt wurde. Dabei wurde die Garnfeinheit der im Versuch verwendeten Garne je nach dem Rotor-, Luftdüsen- oder Friktionsverfahren jeweils so gewählt, daß die Biegewerte der aus ihnen hergestellten Gewebe denjenigen eines aus 22,7 tex Ring-Garn gleichkamen. Im Falle der Rotorgarne bedingte eine um 25% verminderte Steifheit im Vergleich zu entsprechenden Ring-Garnen eine zehnpromtente Reduktion der Garnfeinheit (Abb. 17).

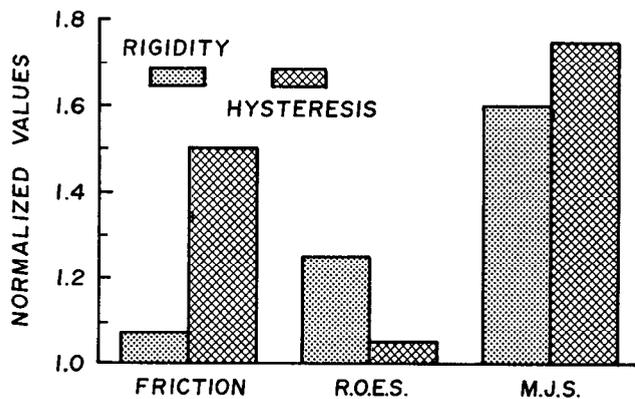


Abb. 17: Vergleich der Biegeeigenschaften von Geweben

nächst der hohe Biege widerstand und die entsprechende Energieeinbuße der Gewebe aus *friktionsgesponnenen Garnen*. Doch konnte dies bei einer nochmaligen Überprüfung auf einen Irrtum in der Garnfeinheit zurückgeführt werden. Die Garne in diesem Gewebe waren um 10% gröber als die der Ring-Garne des entsprechenden Kontrollgewebes, und dies hatte zur Folge, daß bei gleicher Einstellung ein schwereres und dichteres Gewebe vorlag.

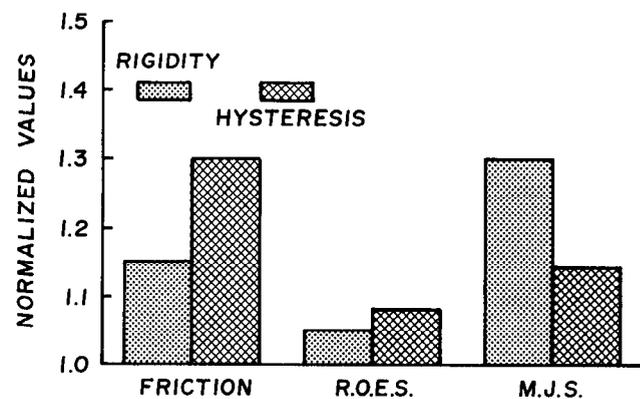


Abb. 18: Vergleich der Biegeeigenschaften von Geweben

Die in einem Blindbad ausgerüsteten Gewebe aus Luftdüsen-Garnen erforderten eine Herabsetzung der Biegefestigkeitswerte um 60%, die wiederum einer Reduzierung der Garnfeinheit von 25% entsprachen.

Wie erwartet waren Gewebe, die aus Garnen hergestellt wurden, die nach dem Friktionsverfahren gesponnen worden waren, denen aus Ringspinn-Garnen etwa gleichwertig und erforderten keine Änderung der verwendeten Garnfeinheiten. Auch deren Gewebeeinstellungen konnten daher im Vergleich zu den Kontrollgeweben aus Ring-Garnen gleichgehalten werden.

Eine Ausnahme machten wiederum die Luftdüsen-Garne. Infolge der notwendigen, bedeutenden Änderung der Garnfeinheiten der Luftdüsen-Garne war es zwingend, auch die Gewebeeinstellung zu verändern, um ein vergleichbares Deckvermögen und Warengewicht zu erhalten.

Alle Versuchsgewebe wurden mit gleichem Weichmacher in einem Stück ausgerüstet und dann beurteilt (Abb. 18).

Wie aus der Abbildung 18 hervorgeht, waren nun die Biegeeigenschaften dieser modifizierten Gewebe aus Rotor- und Luftdüsen-Garnen denen der Ring-Garn-Kontrollgewebe viel ähnlicher, als jene mit identischer Garnfeinheit und gleicher Gewebeeinstellung, wie das der Vergleich in Abbildung 3 aufzeigt.

Die Biegesteifheit und auch die Energieverluste wurden in einem solchen Ausmaß reduziert, daß bei einer subjektiven Beurteilung durch Fachleute diese veränderten Rotor- und Luftdüsen-Garngewebe als denen aus Ring-Garnen *ähnlich* bezeichnet wurden. Jedoch wurden letztere immer als ein wenig besser beurteilt. Etwas erstaunlich schien zu-

Die Resultate dieser Untersuchung zeigten, daß objektive Messungen der mechanischen Eigenschaften von Geweben wertvolle Orientierungshinweise für die Konzeption von Geweben, deren Garne auf verschiedenen Spinnssystemen hergestellt werden, erbringen. Das grundsätzliche Problem beim Einsatz von Rotor- oder Luftdüsen-Garnen liegt nach diesen Erkenntnissen in einem Mangel an Bewegungsfreiheit der einzelnen Fasern dieser Garne während der Verformung der Gewebe. Demzufolge ist es notwendig, den Friktionswiderstand in solchen Garnen zu vermindern oder durch den Einsatz von Garnen feineren Titers den Biege widerstand herabzusetzen, um somit Gewebe mit besserem Griff und Aussehen zu erhalten.

Deshalb sollte eine durch objektive Messungen unterstützte Umkonstruktion der Gewebe es gestatten, einen breiteren Gebrauch von *Nicht-Ring-Garnen* zu machen und damit den Betrieben erlauben, die durch diese Spinnverfahren gebotenen Möglichkeiten zu Kosteneinsparungen verstärkt zu nutzen.

Literatur

- 1) Kawabata, S.: Die Normung und Analyse der grifflichen Beurteilung von Geweben; The Textile Machinery Society of Japan, 2nd. Edition, July 1980
- 2) Nakahara, T.: Verbesserung der Qualität von Murata-Luftdüsen-Garnen; „Tomorrows Yarns“, UMIST Konferenz, Juni 1984

Muß die Viskosefaser den neuen Spinn-technologien angepaßt werden?

Ing. Reinhard Kampl, Ing. Johann Leitner, Lenzing AG, Lenzing, Österreich

Die Viskosefasern haben trotz anderslautender Prognosen ihre Stellung am Markt behauptet. Die industrielle Produktion cellulosischer Fasern hat sich als flexibel genug erwiesen, um mit entsprechenden Modifikationen und neuen Herstellungsverfahren wie Lenzing Modal auf die ständig steigenden Anforderungen in der Verarbeitung und vom Einsatz her positiv zu reagieren.

Wie ein Vergleich der Verkaufssituation für die Viskosefasern in den letzten 10 Jahren zeigt, hat eine Verlagerung von Grob- zu Feintern stattgefunden.

Die Weiterentwicklung der Verarbeitungstechnologien konzentrierte sich naturgemäß auf die Verarbeitung von feinen Fasern.

Für die heute dominierenden Einsatzgebiete von Viskosefasern ist die kostengünstigste Produktion in der Spinnerei und in der Weiterverarbeitung ein wesentliches Verkaufsargument.

Die Weiterverarbeitung von Viskose- und Modalfasern nach den neuesten Technologien wird im Detail diskutiert. Dabei wird demonstriert, daß die Viskose- bzw. Modalfaser nicht nur bei Reinverspinnung sehr gute Ergebnisse bringt, sondern speziell in der Mischverarbeitung mit Baumwolle ihre Bedeutung unterstreicht. Es zeigt sich jedoch, daß gerade von der Maschinenbauseite entsprechende Konzeptionen und Ausführungen notwendig sind, um die verschiedenen Fasern, die in ihren Eigenschaften sehr unterschiedlich sind, optimal zu nutzen und einem guten Endprodukt zuzuführen.

Viscose fibre has been able to hold its position on the market although past forecasts have been depressing. The industrial production of cellulosic fibres has been flexible enough to react positively with corresponding modifications and new technologies, such as to the permanent increasing demands in manufacturing and end-use.

Comparing the sales-situation for viscose fibres during the last 10 years you will see that there has been a displacement from coarse to fine fibres.

The further development of the manufacturing technologies concentrated logically on the production of fine fibres.

Today, an important selling argument for the dominant use of viscose fibres is the economic production in the spinning mill and in the processing.

The manufacture of viscose and modal fibres, according to the latest technologies, is discussed in detail. This demonstrates that viscose and modal fibres not only give good results in 100%, but are also very effective when blended with cotton. It is important that the machine manufacturer offer some innovations on their machines for the effective use of the various fibres which are very different in their characteristics.

1. Einleitung

Die Viskosefasern haben trotz unterschiedlicher Prognosen ihre Stellung am Markt behauptet. Die industrielle Produktion cellulosischer Fasern hat sich als flexibel genug erwiesen, um mit entsprechenden Modifikationen und neuen Herstellungsverfahren auf die ständig steigenden Anforderungen seitens der Verarbeitung und des Endverbrauchers positiv reagieren zu können.

Speziell bei den sog. Baumwolltypen ist in den letzten Jahren eine bemerkenswerte Anhebung der Faserfestigkeit erfolgt. War früher ein Niveau von 21 – 23 cN/tex üblich, hat sich heutzutage dieses Niveau für Markenfasern bei 25 – 28 cN/tex eingependelt. Mit der Verfügbarkeit von Modalfa-

sern steht eine neue Generation von cellulosischen Fasern zur Verfügung, deren Festigkeitsniveau bei 35 – 38 cN/tex liegt (Abb. 1).

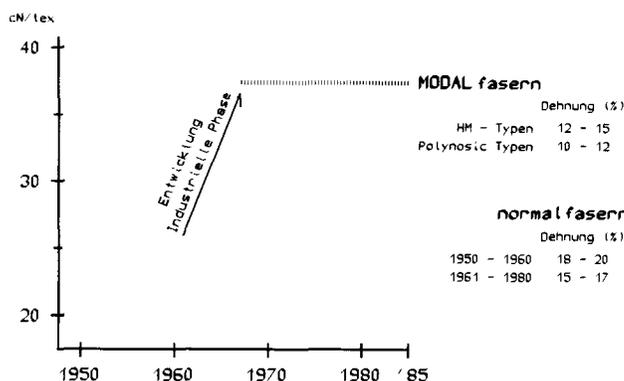


Abb. 1: Entwicklung der Faserfestigkeit und Dehnung zwischen 1950 und 1985

Mit dieser Entwicklung wurde der ständig steigenden Geschwindigkeitserhöhung bei der Faserverarbeitung und dem Trend zu immer feiner werdenden Garnen Rechnung getragen.

Mit der Modalfaser steht heute eine cellulosische Faser zur Verfügung, die der Baumwolle am ähnlichsten ist und in ihren spezifischen Eigenschaften diese teilweise sogar übertrifft.

Gegenüber der natürlich gewachsenen Baumwolle können die Viskosefaserhersteller auch die Faserfeinheit den geänderten Anforderungen anpassen.

Bei der Faserfestigkeitssteigerung mußte darauf geachtet werden, daß die Faserdehnung nicht unter ein bestimmtes Niveau sinkt.

Eine gute Faserfestigkeit und entsprechende Faserdehnung sind aber nicht die ausschließlichen Parameter, die eine gute Verarbeitbarkeit sowie gute Garnqualität garantieren. Es darf auch auf die Faseroberfläche, Kräuselung und die erforderliche Präparation keinesfalls vergessen werden.

Garne, die nach den neuen Spinnverfahren hergestellt werden, sind nicht nur als Ersatz für bestehende Ringgarnprodukte zu sehen. Mit ihrer unterschiedlichen Garnstruktur im Vergleich zum Ringgarn bieten sie auch die Möglichkeit zu interessanten Varianten im Artikelausfall.

Für einen vergleichbaren Endproduktausfall erfordern sie eine andere Verarbeitung für gewebte oder gestrickte Textilien. Diese Feststellung ist wichtig, denn Garne, die nach Rotor-, Air-Jet- oder Friktionsspinn-systemen hergestellt werden, vereinigen und drehen die Fasern auf sehr unterschiedliche Art und Weise und schaffen eine Garnstruktur mit unterschiedlichen Eigenschaften (Abb. 2).

Die Garneigenschaften und die Spinnleistungen werden durch die Fasereigenschaften bestimmt. Die Gewichtung dieser Fasereigenschaften ist je nach Spinn-system sehr unterschiedlich. Steht in der Ringspinnerei die Faserlänge und Gleichmäßigkeit an erster Stelle, so hat beim Rotor-spinnen die Faserfestigkeit Priorität. Es scheint, als ob in der Air-Jet-Spinnerei dem Arbeitsvermögen (Faserfestigkeit und -dehnung) ebenfalls eine große Bedeutung zukommt und zusätzlich auch die Faserreibung (Faser/Faser, Faser/Luft, Faser/Maschinenoberflächen) eine wichtige Funktion erhält.

Bei der Technologie des Friktionsspinnens dürfte der Faserreibung (Faser/Faser, Faser/Metall) große Bedeutung zukommen. Es ist ersichtlich, daß die Faserlänge bei allen

AIR - JET - GARN



OE - FRIKTIONSGARN



OE - ROTORGARN



RINGGARN

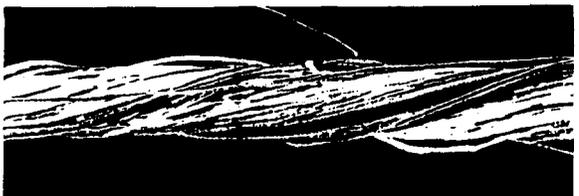


Abb. 2: Vergleich der verschiedenen Garnstrukturen

neuen Spinnsystemen eine eher untergeordnete Rolle spielt, wobei hingegen Faserfestigkeit und Faserfeinheit besonders zu den gewünschten Garn-Artikeleigenschaften beitragen. Dies ist der grundlegende Unterschied zur Ringspinntechnologie.

Die Viskosefaserherstellungstechnologie ermöglicht es im Prinzip sehr gut, auf die neuen Anforderungen zu reagieren (Tab. 1).

2. Wichtigste Faserparameter für die neuen Hochleistungstechnologien

Faserfestigkeit

Bekanntlich hat die Faserfestigkeit einen direkten Einfluß

Tabelle 1: Reihenfolge der Bedeutung von Fasereigenschaften für die verschiedenen Spinnsysteme

RINGSPINNEN	ROTORSPINNEN	LUFT-SPINNEN	FRIKTIONSPINNEN
1. Länge/Gleichförmigkeit	1. Festigkeit	1. Festigkeit	1. Reibung
2. Festigkeit	2. Feinheit	2. Feinheit	2. Festigkeit
3. Feinheit	3. Länge/Gleichförmigkeit	3. Reibung	3. Feinheit
	4. Reinheit	4. Länge/Gleichförmigkeit	4. Länge/Gleichförmigkeit
		5. Reinheit	5. Reinheit

auf die Garnfestigkeit. Die gemessene Faserfestigkeit kann bei entsprechender Berücksichtigung der Garn Drehung in die Garnfestigkeit und Festigkeit der fertigen Ware übertragen werden. Höherfeste Viskosefasertypen ergeben nicht nur eine gebrauchstüchtige Ware, sondern sind auch Voraussetzung zum Spinnen von feineren Nummern bei erhöhten Abzugsgeschwindigkeiten zur Sicherung der Spinnbedingungen mit akzeptablen Fadenbrüchen.

Faserfeinheit

Aufgrund der schlechten Substanzausnützung spielt die Faserfeinheit bei den neuen Spinntechnologien eine noch größere Rolle als in der Ringspinnerei. Die Faserfeinheit bestimmt sowohl die technische Spinnmenge (die Garnnummer, die ausspinnbar ist) als auch die praktische Drehungshöhe, die wiederum den Garncharakter und den Wargriff sehr wesentlich beeinflußt (Tab. 2).

Tabelle 2: Fasern im Querschnitt

System	Anzahl der Fasern im Garn	
	max.	min.
RING	300	70
ROTOR	350	110
FRICTION	500	100
AIR - JET	200	90

Aus der Darstellung der Fasern im Garnquerschnitt ist erkennbar, daß 90-Fasern im Garnquerschnitt die Schwelle sind, unterhalb der das Spinnen mit neuen Technologien schwierig ist.

Im Vergleich zu den Baumwoll-Züchtern hat der Viskosefaserproduzent den Vorteil, die Fasereigenschaften den neuen Spinntechnologien anpassen zu können. Die Faserindustrie hat nicht zuletzt deshalb die Bedeutung dieser feineren Fasern erkannt und bietet den Spinnereien bereits entsprechende Feintiter an.

Stapellänge

Obwohl die Stapellänge nur eine eher untergeordnete Wertigkeit in den Eigenschaften für die neuen Technologien einnimmt, ist sie trotzdem wichtig. Es zeigt sich, daß kürzere Fasern speziell in der Rotorspinnerei die Garnfestigkeit vermindern, die Garnungleichmäßigkeiten (Uster CV %) vermehren, die Imperfektionen erhöhen und die Spinnleistungen verringern. Es ist deshalb wichtig, die Stapellänge – wenn möglich – nicht unter 38 mm zu reduzieren.

Mit den industriell hergestellten Fasern besteht weiters die Möglichkeit, den Stapel von minderwertigen Baumwolltypen entsprechend aufzubessern.

Kräuselung

Die Kräuselung für Viskosefaser- und Modalfaser-Baumwolltypen liegt bei einer Einkräuselung von ca. 4% ihrer Gesamtlänge. Diese Einkräuselung erwies sich für die Verarbeitung auf neuen Spinnsystemen als ausgezeichnet. Weiters kann der Viskosefaserproduzent die Einkräuselung entsprechend den gewünschten Anforderungen anpassen.

Faseroberfläche

Die Faseroberfläche wird beeinflußt von Faserquerschnitt, Struktur, Kräuselung und Präparation. Bei der Viskose- und Modalfaserproduktion wird diese durch sehr konstante Produktionsfahrweisen praktisch nicht verändert. Unsere Lenzing Viskosefaser- und Modalfasertypen weisen eine entsprechende Faseroberfläche auf, die sich für die Verarbeitung nach den neuen Spinnsystemen sehr gut eignet.

Reinheit

Neue hochproduktive Spinntechnologien sind besonders anfällig in bezug auf Fadenbrüche und Qualitätsverschlechterung, die durch verschiedene Arten von Verunreinigungen, wie Spinnpatzen oder verklebte Fasern, verursacht werden.

Speziell beim Rotorspinnen ist auf diesen Aspekt besondere Rücksicht zu nehmen. Speziell bei feineren Fasertitern können derartige Verunreinigungen andere Vorteile sehr rasch zerstören.

Bei der Produktion muß heute diesem Umstand besondere Beachtung geschenkt werden.

Faserfeuchtigkeit

Die Faserfeuchtigkeit bei den Viskose- und Modalfasertypen liegt zwischen 10 und 12%. Diese Feuchtigkeit hat sich als optimal für die Verarbeitung herausgestellt. Wie bei allen Chemiefasern empfiehlt es sich, den geöffneten, von der Verpackung befreiten Ballen einige Stunden vor der Verarbeitung zu aklimatisieren.

3. Verarbeitung von Viskose- und Modalfasern in der Spinnereivorbereitung

Produktivitätssteigerungen haben nicht nur bei der Garnherstellung, sondern auch in der Spinnereivorbereitung stattgefunden.

Zusätzlich hat die Bedeutung der Vorbereitung für die Garnherstellung zugenommen, da die neuen Spinntechnologien bessere Bandvorlagen voraussetzen.

Für die Viskosefaser ist es wichtig, daß die Öffnung gut, aber schonend vorgenommen wird. Im allgemeinen sollte die Viskosefaser nicht überbeansprucht werden, da sonst mit einer Stapelkürzung, verbunden mit Festigkeitsverlust, zu rechnen ist. Um eine möglichst homogene Auflösung in der Faservorlage zu erreichen, werden für die Viskosefaser zwei Öffnungseinheiten empfohlen (z.B. Mischöffner/Schläger + Feinöffner/Schläger). Gerade im Bereich der Karde wurden in letzter Zeit enorme Produktionssteigerungen erzielt.

Während bis vor einigen Jahren Kardenleistungen von 5 – 10 kg/Stunde durchaus als normal anzusehen waren, ist man heute in der Lage, eine Produktionsleistung von 80 – 100 kg/Stunde ohne größere Probleme zu erzielen.

Bei diesen Lieferleistungen ist es von besonderer Wichtigkeit, daß die Fasern eine

- gute Vorauflösung,
 - gute Kräuselung,
 - entsprechende Präparation sowie
 - entsprechende Reinheit
- aufweisen (Tab. 3).

Ausgehend von einer vergleichbaren Qualitätsbasis des Kardenbandes, können wir darauf hinweisen, daß die Viskosefaser zu den kardierfreudlichsten Fasertypen zählt und der immer als Vorbild dargestellten Baumwolle in nichts nachsteht.

Tabelle 3: Vergleich: Kardierleistung

	PRODUKTION		NISSEN/g Vor-nach KARDE	U %	KARDEN- ABFALL %	STAPEL- KÜRZUNG %	REINI- GUNG %
	kg/h	Nm					
BW (normal) 28-30 mm 4..5 micron.	bis 60	0,2	6,2-5,4	2,3	3 bis 4	1 bis 2,6	83 bis 91
	bis 65*	2x0,2					
BW (höh. Qual.) bis 42 mm 3,9..5,2 micr.	30..40	0,2	2,8 bis 3	2,5 bis 2,8	2,5	2,9 bis 3,2	85

* bei Doppelbandablieferung

Der in jüngster Zeit zu beobachtende Trend zu feinen Garnen, insbesondere im Bereich der Rotorspinnerei, ergibt für die Faserproduzenten die Notwendigkeit, feinere Fasertiter zu produzieren. Es ist mit der Viskosefaser möglich, auch feinere Titer mit hohen Produktionsleistungen und einem guten Qualitätsausfall an den Karden zu verarbeiten. Infolge des geänderten Schlankheitsgrades, bezogen auf 1,7 dtex, sind diese Fasertypen hinsichtlich der Bandreinheit jedoch wesentlich kritischer.

Bei all den Diskussionen über Leistungen und Garnituren sollte man nicht vergessen, daß es das Kardiererergebnis ist, worauf es ankommt. Beim *Kardieren* angerichtete Schäden oder gemachte Versäumnisse lassen sich in den Folgeprozessen nicht wieder beseitigen. Qualitätsbewußten Verarbeitern ist daher zu empfehlen, dem Kardieren besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Der *Bandvorbereitung* ist die gleiche Aufmerksamkeit zu schenken wie einem sorgfältigen Kardierprozeß, da auch ein schlechtes Vorlageband die Herstellung hochqualitativer Garne unmöglich macht.

Um Lieferleistungen von 800 m/min, wie sie bei den heute am Markt angebotenen *Strecken* durchaus üblich sind, optimal nützen zu können, ist der Faserhersteller gezwungen, die Faser so anzubieten, daß die Verzuggleichmäßigkeit sowie eine einwandfreie Bandablage garantiert sind.

Wesentlich scheint uns in diesem Fall, daß die Faserpräparation Wickelbildungen sowie elektrostatische Aufladungen von vornherein verhindert. Die Bandhaftung, die beim Streckprozeß eine äußerst wichtige Rolle spielt, wird durch die Faseroberfläche, Kräuselung und Präparation bestimmt. Wenn eine optimale Streckwerkeinstellung vorgenommen wird, läßt sich heute die Viskosefaser unter diesen hohen Anforderungen problemlos verarbeiten.

4. Rotorspinnerei

Auf dem Gebiet des Rotorspinnens wurden in letzter Zeit enorme technologische Fortschritte erzielt. Diese Technologie hat zu einer Verschiebung des Anforderungsprofils an die Fasern geführt.

Faserfestigkeit

Da die Garnfestigkeiten beim Rotorspinnen, wie bekannt, um ca. 20 – 30% unter jenen von Ringgarnen liegen, ist man bestrebt, diese zu verbessern, so daß die Rotorgarne noch universeller einsetzbar sind.

Speziell bei den sog. Baumwolltypen ist, wie bereits erwähnt, eine bemerkenswerte Festigkeitserhöhung gelungen. Die Festigkeit darf jedoch nicht auf Kosten des Arbeitsvermögens erhöht werden (durch eine höhere Ver Streckung im Fertigungsprozeß), sondern es ist unbedingt darauf zu achten, daß auch Fasern mit gleichzeitig guter Dehnung erzeugt werden.

Eine für die Rotorspinnerei angebotene Viskosefaser mit einem Festigkeitsniveau von 25 – 28 cN/tex, wie sie von uns offeriert wird, entspricht den gestellten Anforderungen sehr gut.

Faserfeinheit

Eine weitere Möglichkeit, die Garnfestigkeit anzuheben, besteht darin, die Faseranzahl im Garnquerschnitt zu erhöhen. Hierzu sind Fasertiter unter 1,7 dtex notwendig, die auch den feineren Garnnummernbereich, z. B. von Nm 40/1 aufwärts, abdecken.

Im Nummernbereich von Nm 5 bis 60 hat sich das Rotorgarn heute einen festen Platz erobert und steht in direkter Konkurrenz zu Ringgarnen. Es besteht kein Zweifel, daß eine feine Viskosefaser mit einem vergleichbaren Arbeitsvermögen einer 1,7 dtex-Faser eine höhere Garnfestigkeit im vergleichbaren Nummernbereich bringt. Wie umfangreiche Untersuchungen an einer Rotorspinnmaschine der Fa. Schlafhorst zeigen, können aus einer feinen Viskosefaser (1,3 dtex) Garne ausgesponnen werden, die gegenüber

einer größeren Faser (1,7 dtex) deutliche Qualitäts- und Produktionsvorteile bringen (Tab. 4).

Wir bieten heute in Viskose und Modal eine Fasertypen in einer Feinheit von 1,3 dtex an und haben auch feinere Fasertypen in Untersuchung.

Tabelle 4: Vergleich der Gargütedaten (OE – Garnvergleich – Viskose)

Titer (dtex/mm)	1,7/40		1,3/40			
	Nm	40	50	40	50	60
Festigkeit (cN/tex)		10,7	10,7	11,9	11,4	10,9
Dehnung (%)		10,3	10,0	10,5	10,2	9,8
Uster CV %		15,0	16,0	12,9	14,9	15,8
Dünnstellen/1000 m		23	79	2	28	61
Dickstellen/1000 m		67	148	19	80	137
Noppen/1000 m		1	4	3	6	15
Lieferleist. (m/min)		101	90	110	95	79

Reinheit des Spinnbildes

Die Viskosefaser hat gegenüber der Baumwolle den Vorteil, daß sie nicht mit pflanzlichen Verunreinigungen, wie z. B. mit Schalenteilen, versehen ist.

Trotz dieses Vorteils läßt es sich nicht verhindern, daß speziell bei der Erzeugung von feintitigen Fasertypen Störungen im Spinnbild auftreten. Mit verschärften Kontrollen und entsprechenden Reaktionen der Produktion ist es der Chemiefaserindustrie gut gelungen, den gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Voraussetzungen für das Spinnen von Viskosefasern bei hoher Leistung

Aufgrund der hohen Drehzahlen im Bereich der Auflöseorgane und der Rotoren sind diese auch einem entsprechenden Verschleiß ausgesetzt. Mattierungstoffe erhöhen die Verschleißerscheinungen. Klammert man die mattierten Fasern aus, muß man feststellen, daß trotzdem mit einem gewissen Verschleiß aufgrund der enormen Beanspruchung, speziell im Bereich der Auflösewalze, gerechnet werden muß.

Dies gilt im Prinzip für alle Chemiefasern, die angeboten werden. Es ist selbstverständlich, daß heute sämtliche Chemiefaserhersteller Präparationen zur Avivierung ihrer Fasern einsetzen, die diesen Anforderungen Rechnung tragen.

Die heute angebotenen OE-Spinnmaschinen weisen im Auflösebereich verschiedene technische Lösungen auf, wobei unterschiedliche Abstände zwischen Speisetisch und Auflösewalzen vorliegen (Abb. 3).

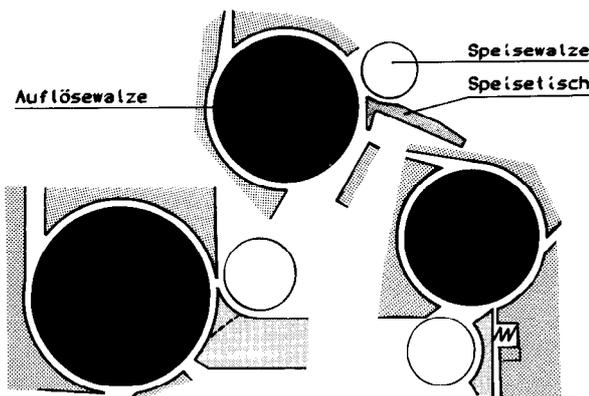


Abb. 3: Verschiedene Auflösesysteme (Vergleich: Auflösewalzen/Speisung)

Unserer Erfahrung nach zeigen die verschiedenen technischen Lösungen unterschiedliche Resultate im Spinnmittelverschleiß. Aus der betrieblichen Praxis wissen wir, daß Viskose- bzw. Modalfasern mit sehr guten Produktions- und Qualitätsdaten in der Rotorspinnerei verarbeitet werden. Fadenbruchzahlen um 50 Brüche pro 1000 Rotorstunden sind durchaus keine Seltenheit.

5. Friktionsspinnen

Auf einer Friktionsspinnmaschine wurden Ausspinnungen durchgeführt, wobei folgende Erkenntnisse gewonnen wurden:

Ein sehr wesentlicher Einfluß auf die Garnbildung beim Friktionsspinnen kommt einerseits einer optimalen Faserinspeisung in den Zwickelbereich zwischen den Spinn-trommeln sowie dem Reibungsschluß zwischen den Fasern und der Spinn-trommeloberfläche zu.

Hier wird einerseits der *Maschinenhersteller für optimale Voraussetzungen sorgen müssen, andererseits wird der Faserhersteller entsprechende Faserpräparationen bzw. optimale Faserkräuselungen anbieten müssen.*

Nach unseren bisherigen Erfahrungen entsprechen die Faserparameter bei *Lenzing Modal und Lenzing Viskosefasern bereits den Anforderungen des Friktionsspinnens.*

Die von uns mit Standardtypen in 1,7 dtex/40 mm Lenzing Viscose und Lenzing Modal durchgeführten Versuche zeigten sehr gute Verarbeitungseigenschaften.

Sehr eindeutig konnten wir auch im Rahmen dieser Versuche die Zusammenhänge zwischen Produktionsgeschwindigkeit einerseits und Spinn-trommeldrehzahl, Garndrehung und Garnfestigkeit andererseits nachweisen.

Interessant fanden wir die Tatsache, daß sowohl bei Viskose- als auch bei den Modalfasergarnen in Nm 40/1 die maximalen Garnfestigkeiten mit Spinnalphas von etwa α m 100 erreicht wurden, einem Spinnalpha, das in etwa mit Rotorgarnen identischer Feinheit verglichen werden kann (Tab. 5).

Tabelle 5: Vergleichsdaten Nm 40/1

Titer	FRIKTIONSGARN		OE - GARN	
	VISCOSE 1,7/40	MODAL 1,7/40	VISCOSE 1,7/40	MODAL 1,7/40
Festigkeit (cN/tex)	9,7	12,0	10,7	12,8
Dehnung (%)	10,3	8,5	10,3	8,3
Uster CV %	14,1	14,1	15,0	14,4
Dünnstellen/1000 m	27	21	23	20
Dickstellen/1000 m	12	17	67	62
Noppen/1000 m	21	1	1	13
Lieferleistung (m/min)	170	170	101	92

Zu erwähnen ist weiters die Tatsache, daß die Festigkeit der Garne mit zunehmender Drehung abnimmt.

Insgesamt kann gesagt werden, daß Ringgarne aus Viskose- oder Modalfasern ein ähnliches Verhalten zeigen. Sehr eindeutig zeigte sich weiters, daß auch beim Friktionsspinnen die Garnfestigkeit in Korrelation zur Faserfestigkeit steht.

Mit Modalfasern wurden deutlich höhere Festigkeiten erzielt als mit Normalviskosefasern.

6. Air-Jet-Spinnverfahren

Unsere Untersuchungen wurden vorerst mit kommerziell verfügbaren Lenzing-Fasern (100% Lenzing Viscose ZS sowie 100% Lenzing Modal) in 1,7 dtex und 1,3 dtex (d.h. Fasern, wie sie üblicherweise in der Ring- und OE-Spinnerei eingesetzt werden) durchgeführt.

Ergänzend wurden jedoch auch zwei Viskosefeinfasertypen der Feinheit 1,0 dtex versuchsweise versponnen.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse wurden Garne der Feinheit Nm 50/1 ausgesponnen, wobei folgende Maschinenparameter modifiziert wurden (Tab. 6).

Tabelle 6: Basisdaten mit Modifikation (Air-Jet-Spinnmaschinenparameter)

	BASISEINSTELLUNG	MODIFIKATIONEN
Spinnengeschwindigkeit	165 m/min	180 m/min (max.)
Gesamtverzug	136 - fach	
Hauptverzug	27 - fach	
Zuführungsverhältnis	0,98	0,97 / 0,99
Kondenser	4 mm	
Abstand FR - N1	40,5 mm	41 mm / 42 mm
Aufwickelverzug	1,0	
Luftdruck N1/N2	3/4 bar	2/3 / 1,5/2 bar
Luftdüsen	C/S	
Distanz MR - BR	43 mm	
Riemchenfeder	3 kp	
Garnfeinheit	Nm 50	

Die im Rahmen der Untersuchungen gewonnenen Versuchsergebnisse werden in Abbildung 4 dargestellt.

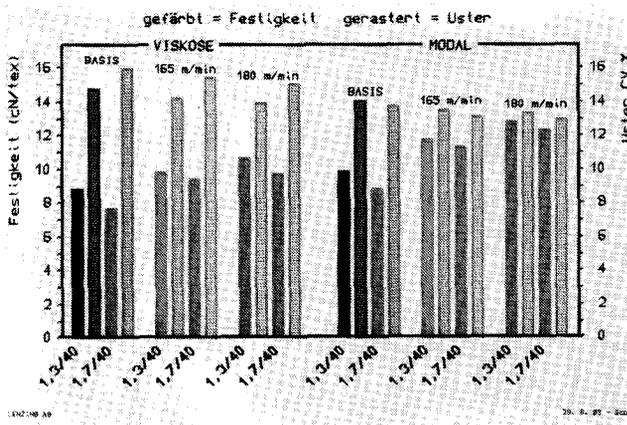


Abb. 4: Versuchsergebnisse für Viskose und Modal (Air-Jet - Garnvergleich - Nm 50/1)

Wie die Versuchsergebnisse eindeutig beweisen, ist ein sehr wesentliches Kriterium bei der Verspinnung von Viskose- oder Modalfasern an Air-Jet-Spinnmaschinen das Verhältnis des Luftdruckes in den Spinndüsen N1 und N2 (Abb. 5).

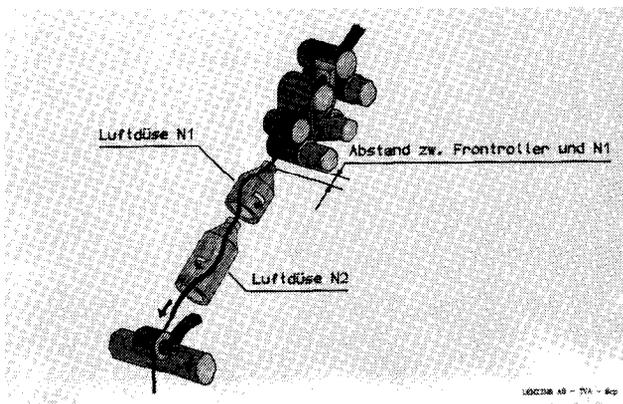


Abb. 5: Air-Jet-Spinnmaschine

Hoher Druck im Bereich der Spinndüsen N1 und N2, wie er für die Verarbeitung von PES-Fasern benötigt wird, führt bei der Reinverspinnung von Cellulose regeneratfasern zu Faserschädigungen und damit verbunden zu unbefriedigenden Garnfestigkeiten.

Im Vergleich zum Einfluß des Luftdruckes in den Spinndüsen N1 und N2 scheint der Einfluß der Produktionsgeschwindigkeit (Erhöhung von 165 m/min auf 180 m/min) auf die Garnfestigkeit eher gering zu sein.

Weitere Parameter, die die Ausspinnergebnisse von Cellulose regeneratfasern auf Air-Jet-Spinnmaschinen positiv beeinflussen, sind das Zuführverhältnis

$$\text{(Relation)} = \frac{\text{Umfangsgeschwindigkeit Frontroller}}{\text{Umfangsgeschwindigkeit Abzugswalze}}$$

sowie der Abstand des Frontrollers zur Spinndüse N1.

Ein ungünstiges Zuführverhältnis bzw. zu enge oder zu weite Distanzen zwischen Frontroller und Spinndüse N1 verschlechtern deutlich die Qualität der hergestellten Garne.

Wie die Versuchsergebnisse weiters sehr deutlich erkennen lassen, beeinflußt die Wahl der Spinnparameter, insbesondere jedoch der Druck in den Spinndüsen N1 + N2, die Gangleichmäßigkeits- und Imperfektionswerte im Garn.

Die Dünnstellen und Dickstellenwerte werden bei Reduzierung des Druckes in den Spinndüsen zum Teil sehr drastisch gesenkt.

Anhand dieser Erfahrungen kann in zum Teil sehr eindrucksvoller Weise nachgewiesen werden, daß bei der Verspinnung von Cellulose regeneratfasern mit Air-Jet-Verfahren die Garnparameter in sehr wesentlichem Umfang von der Wahl der Maschinenparameter abhängig sind.

7. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß die Ergebnisse bei der Verspinnung von Cellulosefasern sowohl nach dem Rotor-, Air-Jet- als auch nach dem Friktionsspinnverfahren sehr positiv bewertet werden können.

Das allgemeine Image der Viskose- und Modalfasern, das ihre gute Verarbeitbarkeit und Anpassungsfähigkeit bescheinigt, wird mit diesen Resultaten wieder bestätigt (Abb. 6).

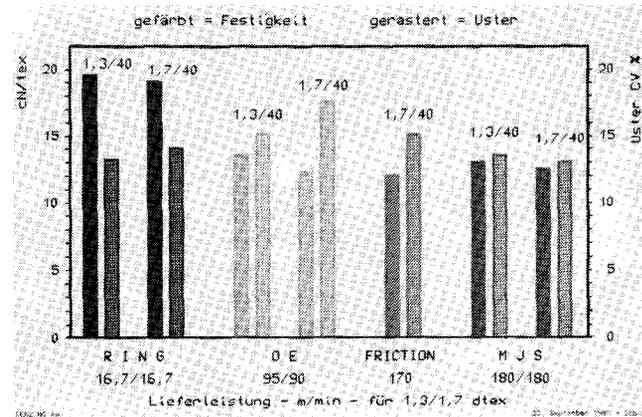


Abb. 6: Garnvergleich: Nm 50/1 - 100% Modal

Im Vergleich zu den etablierten Spinnverfahren, wie Ring- und Rotor-Spinnverfahren zeichnen sich die neuen Technologien durch sehr hohe Produktivität aus.

Die wesentlichen Versuchsergebnisse mit Lenzing Viscose

und Lenzing Modal möchte ich nochmals kurz zusammenfassen:

● *Friktionsspinnen*

Die Garnfestigkeiten der Viskosegarne erreichen derzeit noch nicht das Festigkeitsniveau von OE-Garnen, wobei Friktionsgarne aus 100% Modal geringere Festigkeitsdifferenzen aufweisen.

Man sieht hier deutlich, daß die Faserfestigkeit in starker Korrelation zur Garnfestigkeit steht. Garngleichmäßigkeit und Garnfeinheit liegen im Vergleich zu OE-Garnen günstiger.

● *Air-Jet-Spinnen*

Die ursprünglich für die Verspinnung von PES-Stapelfasern konzipierte Maschine wurde gerade deshalb für Spinnversuche mit Viskosefasern verwendet, weil durch die Viskosefaser der sehr harte Griff verbessert werden kann.

Gegenüber den Erstversuchen konnten durch Maschineneinstellungsänderungen wesentliche Verbesserungen in den Garnparametern erzielt werden.

Durch weitere Modifikationen sollten sich die Garne noch deutlicher – speziell hinsichtlich Garnfestigkeit – verbessern lassen können. Ein entscheidendes Kriterium ist die Wahl des Luftdruckes in den Spindüsen.

Durch feinere Fasertiter und höhere Faserfestigkeiten können die Viskosefaserproduzenten auf die neuen Anforderungen reagieren.

Diese Maßnahme ist sicherlich notwendig, damit die Viskosefaser auch weiterhin als die verarbeitungsfreundlichste Faser ihre Stellung behaupten kann.

Zurückkommend auf unser Thema: „Muß die Viskosefaser den neuen Spinntechnologien angepaßt werden?“ sind wir der Meinung, daß den gestellten Anforderungen gut entsprochen werden kann.

Wir sind jedoch überzeugt, daß durch eine Zusammenarbeit zwischen Maschinenherstellern und Fasererzeugern noch wesentliche Optimierungen zum Vorteil der gesamten Textilindustrie erzielt werden könnten.

Literatur

- 1) Keller, A. H.; ITS 4/83
- 2) Studt, H. J.; Lenzinger Ber. 50, 86–91 (1980)
- 3) Thomas, R.; Textile Month; 2/1985
- 4) Leifeld, F.; Lenzinger Ber. 52, 50–60 (1982)
- 5) Neuhaus, L.; Lenzinger Ber. 50, 74–85 (1980)
- 6) Tamas, H.; Kolloquium „Neue Spinnverfahren“

BOHLER Stapelfaser-Schneidmesser aus hochlegierten Edelstählen und hartmetallgepanzert!

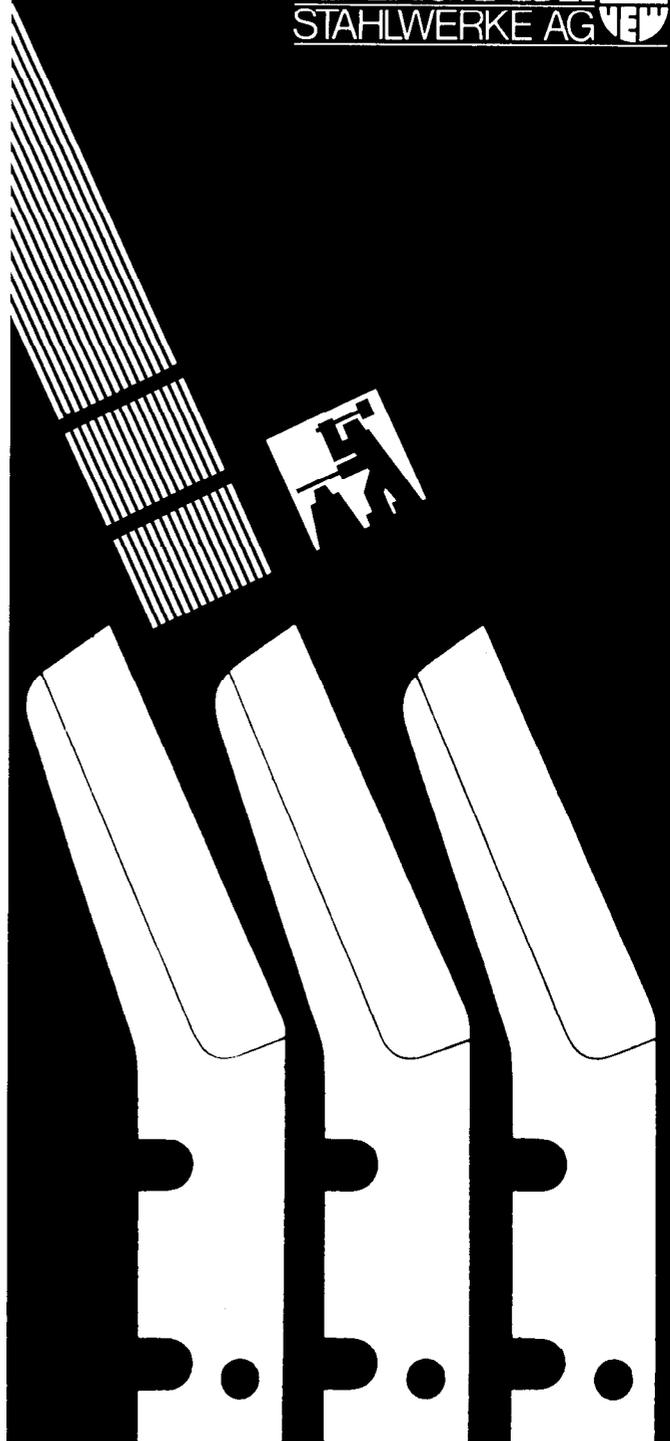
BOHLER Stapelfaser-Schneidmesser und Einwegklingen für Schneidmaschinen der Typen Neumag, Lummus, Kosik, Krupp, Maurer, Fleißner, usw. für Synthetik- oder Viscosefasern.

Für Maurer-Schneidmaschinen liefern wir Messer aus säurebeständiger Hartlegierung, hergestellt nach einem speziell entwickelten Gußverfahren.

Für noch längere Standzeiten und exakteren Schnitt empfehlen wir BOHLER Stapelfaser-Schneidmesser hartmetallgepanzert.

VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE AG (VEW)
Verkauf: A-1010 Wien, Franz-Josefs-Kai 51, Tel. (0222) 63 97 77

VEREINIGTE EDEL-STAHLWERKE AG



The Future of Yarn Spinning from the Man-Made Fibre Producer's Point of View

P. Bardon, Rhone Poulenc Fibres, Venissieux/CIRFS, Paris, Frankreich

Bis zum Ende der 60er Jahre war die technologische Entwicklung auf dem Gebiet der Spinnereindustrie nicht sehr rasant. Während dieses Zeitraumes hat aber die Verarbeitung von Filamenten einen sehr wichtigen technologischen Durchbruch erfahren. Um nur ihre Position behaupten zu können, haben die Maschinenhersteller Anlagen vorgeschlagen, die auf neuen Prinzipien basierten; dadurch wiesen diese Anlagen noch immer ganz bedeutende Entwicklungsmöglichkeiten auf, obwohl sie einige Beschränkungen zeigten.

In letzter Zeit wurden neue Technologien entwickelt, um diese Beschränkungen wettzumachen, und die wachsende Automation muß sowohl für alte als auch für neue Typen solcher Anlagen in Betracht gezogen werden. CIRFS betrachtet diesen Punkt als einen sehr wesentlichen für die zukünftige Struktur der Chemiefaserproduktion. Probleme, die sich durch die technologische Entwicklung ergeben, sind nicht auf die erste Stufe der Weiterverarbeitung beschränkt. Die Entwicklung der Techniken zur Herstellung von Flächengebilden (besonders der Geschwindigkeitszuwachs beim Weben), die auf den neuen Prinzipien beruhen, müssen beachtet werden, da sie neue Charakteristiken für die gesponnenen Garne voraussetzen.

Chemiefaserhersteller haben die Möglichkeit, ihre neuen Produkte den Möglichkeiten anzupassen, sodaß sie den Erfordernissen der neuen Technologien gerecht werden können. Das Potential dieser Entwicklung ist unbeschränkt. Im Prinzip aber müssen wirtschaftliche Betrachtungen beachtet werden, welche zu einem bestimmten Grad die Produktpalette, die erzielt werden kann, abgrenzen.

Chemiefaserhersteller vertreten daher die Meinung, daß sie nicht nur mit ihren direkten Kunden, d. s. die Spinner, sondern auch mit den Anlagenherstellern, den Herstellern von textilen Hilfsstoffen und den Webern sehr eng zusammenarbeiten müssen, um eine bessere qualitative Basis für ihre Produkte im gesamten Nachbehandlungsprozeß zu erzielen und um die Sicherheit zu erhalten, daß die Endprodukte die Anforderungen in allen Stufen der Weiterverarbeitung erfüllen können und daß dadurch letztendlich die Ansprüche des Endverbrauchers sowohl in bezug auf Qualität und als auch für den Preis zufriedenzustellen sind.

The technological evolution in the field of spinning industry has been rather limited up to the end of the 60's. During the same period, filament technology has made an important technological breakthrough.

To defend their position, machine manufacturers proposed equipment based on new principles; those equipments have still had a significant development, even if they demonstrate some limitation.

New technologies appeared recently to overcome those limitations, and growing automation has to be taken into account, both on old types and new types of equipment.

CIRFS has considered this point as an important one for the future of the man made fibre structure of production.

The problems generated by the technological evolution are not limited to the first stage of processing. The evolution of the fabric production techniques (especially the speed increase in weaving) based on new principles has also to be taken into account, as it implies new characteristics to be achieved for the spun yarns.

Man made fibres producers have the possibility to tailor their products, to cope with the requirements of the new technologies; the potential of evolution is unlimited, in principle, but economical considerations must also be taken into account,

which limits, at a certain extent, the range of products which could be proposed.

Man made fibres producers have the opinion that they must work closely, not only with their direct customers, that is to say spinners, but also with equipment manufacturers, producers of textile auxiliaries, and weavers to better define qualitative basis of products all along the processing line and to be sure that the final product will fulfil all the requirements at all steps of processing, and finally will satisfy the customers needs both in quality and price.

1. Introduction

- The technological development in the spinning industry was very limited up to the end of the 60's. The ring-spinning system remained more or less the dominant method for producing spun yarns.
- In the meantime, filament technology has made important progress with the generalization of high-speed spinning for the production of POY feed yarns and of high-speed texturizing, by friction twisting.
- The spinning industry and, especially, the equipment manufacturers are now reacting to defend the position they have established over many decades.
- New systems based on new principles appeared in the early 70's and have developed significantly. More recently, new equipment utilizing different principles (air jet spinning, friction spinning, core spinning) have appeared; and progressively sophisticated automation has changed the relative economics of spun yarns in comparison with filament yarns, both flat and textured.
- CIRFS experts have considered these developments to be of great importance as they surely will have an effect on the structure of man-made fibre production. Possibilities and limitations of both old and more recent spinning technologies have been examined from a technical and economic point of view.
- This survey is to be complemented by a study conducted by a group of market development experts which will look into the structural changes of the European spinning industry as well as into new investments made in this area in the various countries of Europe. It will analyse the changes in spun-yarn consumption in Europe over the next decade, taking into account the developments in foreign trade.

The present paper will refer mostly to the technical part of the CIRFS studies.

- The development of the spinning industry is not independent from that taking place at the second stage of textile processing.

The important development of new high-speed weaving looms has increased the quality requirements drawn upon feed yarns. This factor has to be taken into account, when considering changes in spinning technology.

These combined developments have a major impact on fibre production, and man-made fibre producers must modify or adapt their products to meet the requirements of all levels of textile processing.

2. Economic-Survey

The first part of this paper deals with a short economic overview of the spinning industry (Fig. 1).

Total fibre production of spun yarns in Western Europe has slightly decreased between 1970 and 1983. This is mainly due to an increase in imports of manufactured goods. For some years, however, total production has more or less stabilized at a level slightly below 3 million tonnes/year.

During the same period the share of the individual (Fig. 2) fibres (natural and man-made) has changed. Thus, the percentage of wool has slightly decreased; celluloses show relative stability since 1980, but at a far lower level than in 1973.

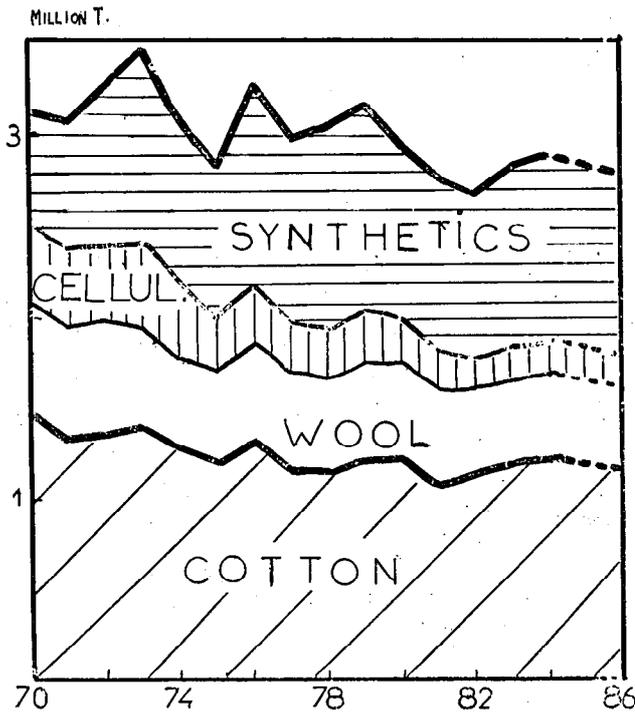


Fig. 1: Spun yarn-production in W.-Europe

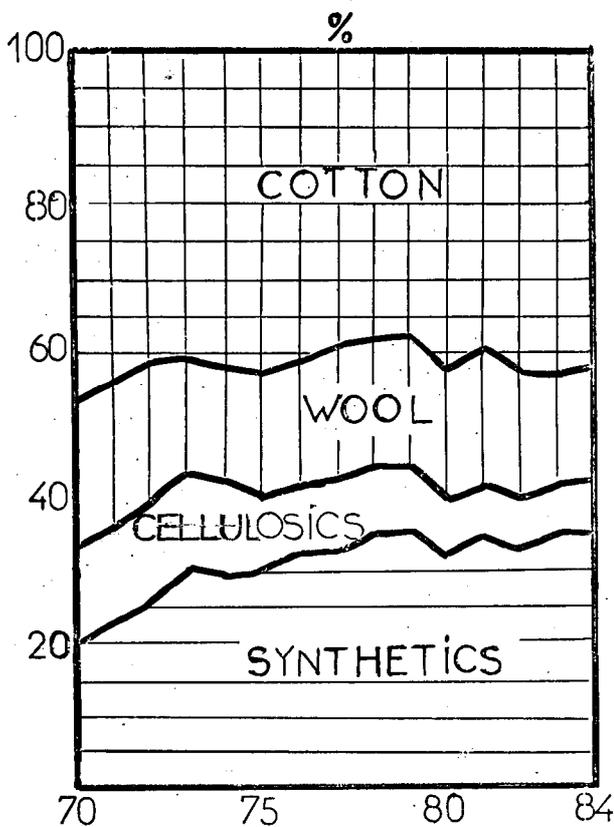


Fig. 2: Spun yarn-production in W.-Europe

the production of spun yarns, and not to the final consumption of cotton goods.

Synthetics have substantially increased their share from 20% to 35%. Since 1980 – apart from small variations due to fashion trends – their percentage has remained more or less stable.

This is largely the effect of the important development of blends with cotton, and, to a lesser degree, with wool.

Let us now examine fibre consumption by spinning systems (Fig. 3).

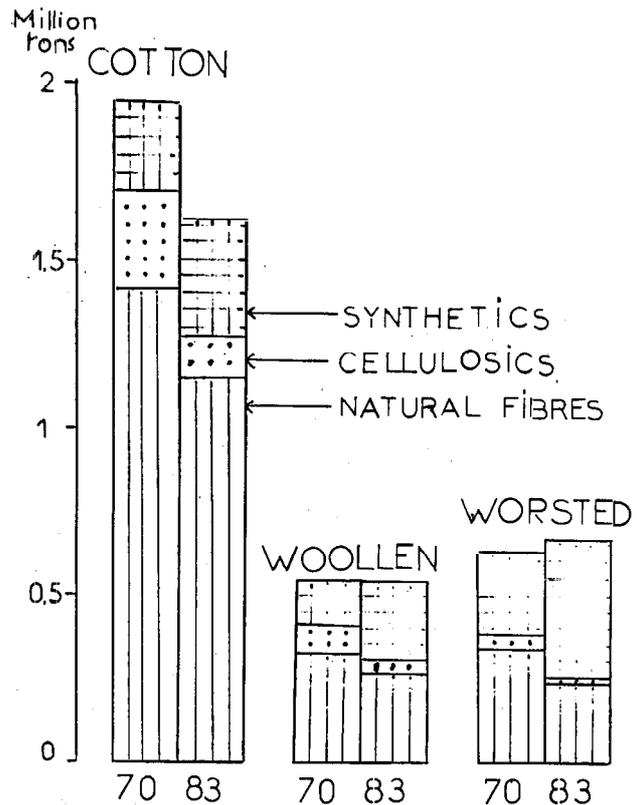


Fig. 3: Fibre consumption in spinning

Short-staple spinning remains the most important processing system, even if it is decreasing (once more due to imports of cotton yarns or cotton goods). At the same time, woollen and worsted spinning systems have remained more or less stable.

In the short-staple spinning system the use of cotton substantially decreased between 1970 and 1983, while polyester staple increased its share as well as its volume in absolute terms. Acrylics have remained stable. In the woollen area, polyamide staple used as a reinforcement in blends with wool, generally in miniblends, has shown an increase, as has polyester staple.

In the worsted area, acrylics in 100% or in blends with wool gained significant poundage and to-day are even more important than wool; polyester staple maintained its position, being used mainly in blends with wool.

Let us now examine the consumption of spun yarns in the different processing sectors of the textile industry (Fig. 4).

Cotton remains the dominant fibre, but its share has decreased compared with 1970, and has now more or less stabilized at 42/45% of total fibre consumption. It must be made clear that these figures refer to fibre consumption for

Weaving remains dominant, but its percentage has shrunk mainly due to a decrease in the apparel sector (once more, this is the effect of imports, in this field in the form of fabrics or sewn garments).

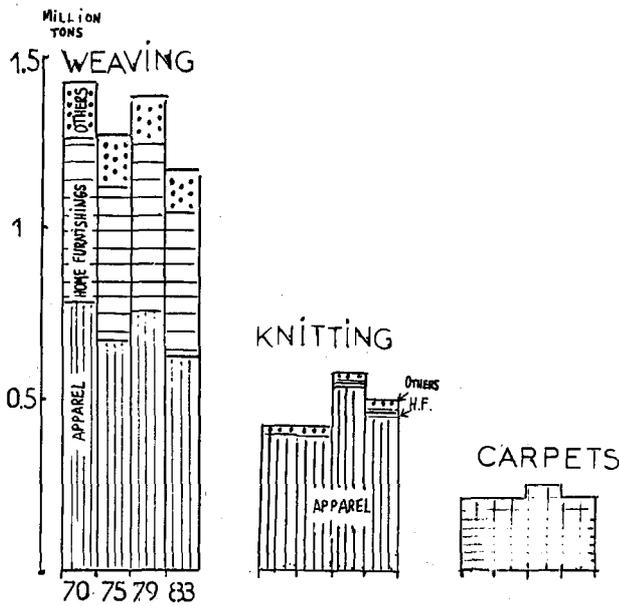


Fig. 4: Spun yarn consumption by sectors

Knitting has slightly increased from 1970 to 1983. More up to date figures, however, which take into account new competitors from the Mediterranean, South East and mainland Asia, will probably show a different picture. Let us consider this market to be stable for the time being.

The carpet market is different: it is a mature market where growth is limited and the relative share of different products is virtually established. No major change will take place in this sector!

A more interesting area to look into seems to be the change in the use of filament yarns and spun yarns between 1970 and 1983 (Fig. 5).

The decrease in weaving has affected both spun yarns and filaments. The picture is different in knitting where spun yarns show a significant growth whilst at the same time filaments have lost 50% of their share.

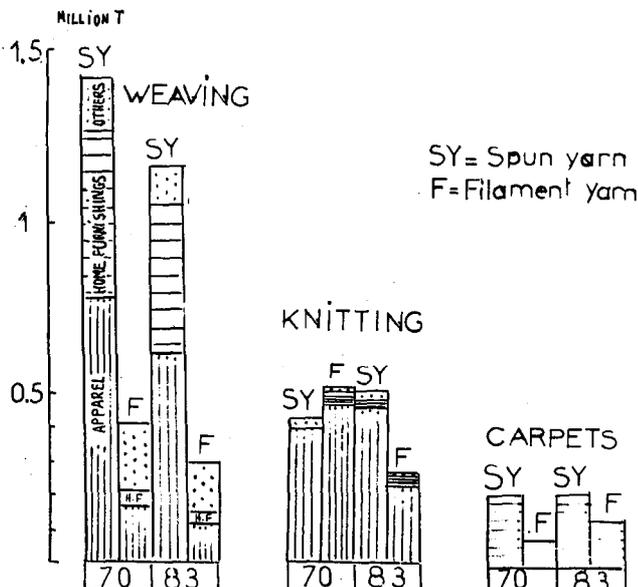


Fig. 5: Spun yarn and filament yarn-consumption by sectors

I will close this short economic review at this point and move to the main part of this paper, which deals with more technical problems.

I hope these figures will allow you to better understand why the man-made fibre producers keep such a close watch on changes in the spinning industry.

3. Technological Development

The technological development of equipment has been (or will be) presented during this Conference in much more detail than I could, and by more eminent specialists.

Therefore, I will mention here only some of our own conclusions.

- In the *conventional short-staple spinning system* (ring spinning) as well as in woollen or worsted systems, the level of sophistication and the throughput potential of new equipment has increased, even if the basic principles have not been drastically modified. Thanks to automation, microprocessors, the use of robots, etc., the technical refinement of the spinning sequences is being improved.

In addition, the use of technically more advanced technologies has had a positive impact on the quality of the spun yarns produced.

Technological progress had occurred primarily in short-staple spinning. We will therefore give particular consideration to this sector.

It should be noted that all new technologies tend to reduce the number of process steps, and in many cases are easier to automate.

- In *open-end rotor spinning*, a great deal of progress has occurred recently. We must consider that the future of this technology is very important due to significant improvements in productivity and greater use of automation.

- *Open-end friction spinning* has a great development potential and intensive research is being carried out to enlarge the range of counts produced, to increase speed and reliability and to improve the uniformity and quality of the yarns spun at high speed.

- *Air-jet spinning* is also quite a new system which has not yet realised all of its potential. At present, this type of equipment is mainly used in the US and in some Asian countries, including South Korea and China!

At the International Machinery Show held in Osaka some days ago, improved systems were presented and new ones will probably be shown at the next ITMA.

- *False-twist core spinning* is a new and inventive technology which leads to spun yarns with characteristics different from those of all other spun yarns. Experience on such an equipment is yet too limited to be able to adopt a definite position regarding this technology.

- In *long-staple spinning*, the only developing technology is *wrap spinning*. This equipment allows the use of single yarn instead of two folded yarns. It is of interest because its economics are relatively favourable, at least in coarse counts (> Nm 18).

Most of these new techniques, and even the improvement of older ones, have yet to stand the test of time. It is probably too early to define exactly their potential and their limits. However, all pursue the same objectives:

- improved productivity,
- increased automation of equipment,
- a level of quality at least comparable or even higher than that obtained on conventional ring spinning equipment (to satisfy the more and more stringent requirements of the weaving and knitting industries).

All of these new machines operate at higher speeds than conventional ring spinning; but their flexibility (either in the range of counts or the possibility of blends) is more limited, and actually they do give different products.

Therefore, in future, these technologies are likely to be specific to particular market "niches" where their potential to process high quality spun yarns at lower cost will favour their development.

4. The Impact of Technological Changes on Spun Yarn Quality

Considering that conventional ring spinning remains the most universal spinning equipment, it is necessary to examine the characteristics of spun yarns obtained via the new technologies, and to compare their properties with those of ring-spun yarns.

Open-end rotor equipment produces yarns in the count range Nm 5 – 60 with satisfactory economics. The characteristics of such yarns are different in some respects from those of conventional ring-spun yarns. They are rather harsh. Yarn strength is generally 20 to 30% below that of ring-spun yarns, but their regularity is better, allowing for easier processability in weaving or knitting and leading to a more regular fabric. For this reason, they are mainly used in weaving in the weft direction. Also, because of their high production speed, this technology has developed significantly.

Open-end friction spun yarns are less satisfactory than ring spun yarns in certain aspects (and, for the same count, even less satisfactory than O.E. rotor spun yarns) due to the random orientation of single fibres in the yarn. Uniformity is generally considered to be better, bulk is a little higher; evenness is improved and touch is similar in finished goods. These spun yarns could be used for the same end-uses as conventional spun yarns of the same count (Nm 20 to 70). Increased speeds (15 times higher than in conventional and at least two times higher than in OE rotor spinning) lead to lower costs. Due to their structure, these yarns are well suited to cut-pile fabrics (e.g. corduroy).

Air-jet spinning: These yarns are totally different in structure from conventional spun yarns: In some counts they produce a harsher fabric hand, a drawback which can be alleviated by using a finer linear density or improved jets. Tenacity is lower than that of yarns made on conventional systems, but, for some man-made fibres, better than in OE spun yarns. They are less hairy; shrinkage is higher (a point which is important in the construction of fabrics).

Counts range from Nm 40 to 90 and even finer. Since speeds are approximately 10 to 15 times higher than in conventional spinning and constant (regardless of the count), output and productivity are substantially increased especially for fine counts. This equipment is suitable for spinning 100% polyester or polyester/cotton blends; 100% cotton yarns remain very difficult to achieve.

Due to these limitations, the present main end-use of these spun yarns is the bed sheet, at least on the US market. The shirting market is being looked into, but the drawbacks of these yarns need to be overcome for this field of application.

False-twist core spun yarns are more regular both in linear mass and tenacity. Elongation is generally higher due to the filament core and this constitutes an advantage for weaving and knitting.

The yarns appear duller than conventional spun yarns and the hand obtained is harsher. Its potential high speed makes this technology interesting for the production of middle to fine counts.

Wrap spinning: The most common and economic use of wrap spun yarns is in the production of coarse counts (Nm 2 to 20), using long staple prepared on worsted or semi-worsted systems. Take-up speeds are in the range of 80 to

150 m/min. Yarns are less hairy and usually rougher than ring-spun yarns. When being used as single yarn they develop more bulk. They are well suited for end-uses like velour carpets or velour upholstery, and for half hose and sweaters.

5. Impact of the Development of Spinning Technology on the Quality and Properties of Fibres

Due to the flexibility of the systems on which they are produced, man-made fibres can be custom-tailored to subsequent processing steps and to end-uses, and adapted to all new requirements.

As an example, certain limitations of OE rotor spinning equipment have been overcome by using a finer linear density which allows the range of counts and the potential end-uses to be increased. At the same time, some drawbacks, like the harsh hand, have improved.

Of course this finer linear density has been used in conventional ring spinning with a positive effect on the processing properties and on the characteristics of the yarns. Better regularity, increased strength, etc.

This is important opposite higher speed weaving and knitting operations which substantially increase feed-yarn quality requirements.

In man-made fibre production, a great number of parameters can be modified:

- cut length,
- spin-finish content and composition (to meet required frictional characteristics),
- crimp (level and amplitude),
- lustre,
- linear density.

In addition, one can adapt spinning conditions, introduce additives, modify the polymer, etc. leading to products with wider possibilities in:

- dye affinity,
- cross section,
- low pill characteristics,
- moisture pick-up,
- modulus, bending force, twist rigidity, shrinkage, etc.

Usually, it is necessary to arrive at a compromise, e.g. between crimp and spin finish, etc.

These latter two parameters are of prime importance and particular attention is paid to ensure that our customers are not faced with problems during processing. Furthermore, they should be able to choose among a range of products well adapted to their equipment, allowing for greater diversification of their own product range.

The tenacity and abrasion resistance of man-made fibres is higher than that of natural fibres. They also generate less dust and loose fibres: Two important factors not only for improved processability, but also for workers' safety due to reduced physiological risk.

Low-pill fibres are currently produced to achieve satisfactory wear resistance especially in knitted and loosely constructed woven fabrics. In man-made fibres, a wide range of products of this kind has been marketed for some years, so they cannot be considered as new products.

This paper does not set out to give an exhaustive list of all the possibilities which are open to the man-made fibre producers for adapting their products to technological evolution. But our clients can be sure that man-made fibres will be able to meet all the new requirements of modern equipment and future technologies, guaranteeing better productivity and performance.

Conclusions

The process of change in downstream textile processing is watched very closely by the producers of man-made fibres.

We do not only follow the developments in the first processing step which implies our direct customers, but also in the second and third stages further downstream.

We believe it is crucial that all along the textile chain each link remains as strong as the others. The best means for reinforcing the overall structure of our industry consists in working together to better define the quality base of our products throughout their processing.

Permanent contacts between suppliers and customers are absolutely essential. But this alone is not enough to ensure success. Besides, it is necessary to take account of third parties, such as equipment makers, manufacturers of textile auxiliary products, etc. These must also be integrated into our basic thinking and we have to keep them informed of our process/product development. In turn, they should inform the fibre producers and their customers in advance of their own research projects, especially if new technologies are involved. This is to make sure that existing products will be compatible with new equipment and to encourage the adaptation of the product to that equipment.

In addition, the outside partners must cooperate with the customers, to guarantee that products obtained on new machinery meet the requirements of the subsequent processing stage – and finally also with the consumer's demands in terms of both quality and price (Fig. 6):

The man-made fibre producers are taking advantage of the Dornbirn Congress:

- To demonstrate the major attention which they pay to research and studies conducted on new types of equipment, mostly based on the use of new technologies;
- to express their wish for a more intensive cooperation and concerted action between equipment manufacturers and their customers, such as spinners, weavers and knitters, on the one hand, and our own fibre industry which is the supplier of the raw materials, on the other.

The purchaser of textile goods must be certain that what he is buying is a high-quality product, well suited to his needs and, last but not least, acceptably priced.

This very complex building called the textile industry is composed of individual bricks each of which *must be trustworthy*. It must be guaranteed at all levels – from the raw material to the finished product – so that the principle

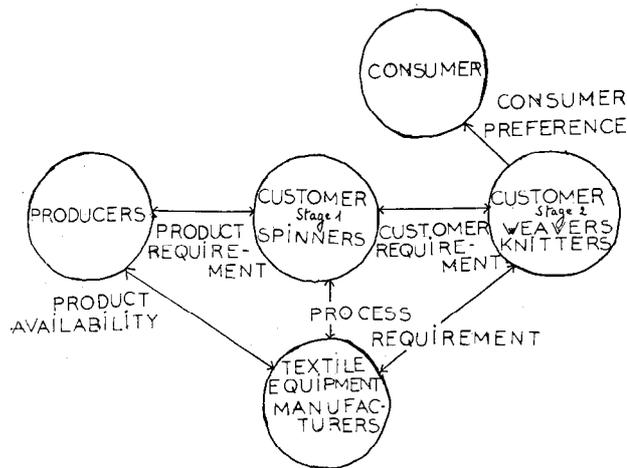


Figure 6

of *quality* has been respected in the interest of consumer satisfaction.

The advanced technologies, for example

- high productivity rotor spinning
- ultra-long ring frames with built-in electronics
- *friction* spinning (especially for fine counts), etc. . . . should favour developed countries, where highly trained personnel to operate these ultra-sophisticated equipment are available.

In addition, Europe possesses all the links in the textile processing chain

- producers delivering suitable fibres,
- equipment makers,
- spinners, knitters, weavers, etc. and a leading influence of fashion trends.

We must all cooperate to maintain and improve our respective position in the market place by achieving better control of technological change. Otherwise, we will not be able stop the trend of imports.

Geschichte der Chemiefaserforschung

Hermann Klare, Akademie Verlag Berlin/DDR, 1985 (423 Seiten)

Chemiefasern haben seit der Mitte unseres Jahrhunderts Art und Vielfalt der Bekleidung, die Grundkultur und wichtige technische Entwicklungen, wie z.B. die Reifenproduktion, entscheidend beeinflusst.

Der Autor schildert das Entstehen der Ideen zur Chemiefasergewinnung, die Auseinandersetzung zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Konzeptionen zum Begriff der Makromolekularität und die Realisierung der Großproduktion von Faserstoffen aus Cellulose und aus synthetischen Polymeren.

Aus dem Inhalt:

– Die Chemiefaserforschung von den Anfängen bis zur Entdeckung der faserbildenden synthetischen Hochpolymeren (erste Vorstellung über die Möglichkeit der Gewinnung von künstlich hergestellten Fäden; die Anfänge der Chemiefaserforschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts; „Künstliche Seide“; Eiweiß- und Polyvinylchloridfaserstoffe; Lilienfeld-Seide etc.).

- Die Chemiefaserforschung vom Beginn der Entwicklung synthetischer und vervollkommener Celluloseregeneratfaserstoffe bis zum Ende der sechziger Jahre (u.a. Entdeckung der Laktampolymerisation; Entwicklung der Polyethylenterephthalat-Faserstoffe; Chemiefaserforschung und -entwicklung nach 1945; Schnellpolymerisation; Entdeckung der Grenzflächenpolykondensation; Viskosesupercord; Kupfer- und Acetatfaserstoffe).
- Die Chemiefaserforschung und -entwicklung vom Beginn der Periode des größten Produktionswachstums von Synthefaserstoffen bis zur Gegenwart (Spezialfaserstoffe; Elastane; Polypropylenfaserstoffe; wirtschaftliche Entwicklung; Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften von Chemiefaserstoffen; chemische und physikalische Modifizierung von Chemiefaserstoffen; Spinnmaschinenentwicklung; Chemiefaserforschung und -technik Anfang der achtziger Jahre).
- Perspektiven der Chemiefaserforschung und -entwicklung.

Das umfangreiche Literaturverzeichnis sowie die langjährigen Erfahrungen und das persönliche Engagement des Autors auf diesem Gebiet machen dieses Buch nicht nur für den Forschenden, Wissenschaffenden und Studierenden, sondern auch für den, der sich für die Kulissen interessiert, vor denen sich diese Entwicklungen abgespielt haben, zu einer wertvollen Bereicherung der vorhandenen Literatur.

Fibrichem / 1986

Die Tschechoslowakische Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft (ČSVTS) rechnet für 1986 wieder mit der bedeutungsvollen wissenschaftlich-gesellschaftlichen Veranstaltung Fibrichem '86. Dieser internationale Kongreß wird im kommenden Jahr zum sechsten Mal als wichtigste Begleitveranstaltung der Internationalen Chemiemesse Incheba '86, vom 23. – 24. 6. 1986, im Filmklub in Bratislava stattfinden.

Das Kongreßkomitee, das sich der Wichtigkeit und Bedeutung dieser Veranstaltung bewußt ist, will den Teilnehmern ein Programm mit hohem Fachniveau anbieten.

Fachleute aus dem Bereich der Forschung, Entwicklung, Produktion und Anwendungstechnik von Chemiefasern werden dort im Verlauf von zwei Tagen die Möglichkeit haben, die neuesten theoretischen und praktischen Erkenntnisse auf internationalem Niveau unter Teilnahme von Vertretern der Mitgliedstaaten des RGW, der Bundesrepublik Deutschland, Österreichs und der Schweiz zu hören.

Thematisch ist der Kongreß in eine Plenarsitzung und die Tätigkeit zweier Sektionen aufgeteilt.

Während der Plenarsitzung werden die Entwicklungsvorhaben bei Chemiefasern in der ČSSR mit den Tendenzen und Betrachtungen der Chemiefaserhersteller aus aller Welt konfrontiert werden.

Die Vorträge in der Sektion „A“ behandeln die Herstellungsproblematik von Chemiefasern, besonders vom Standpunkt der Entwicklung moderner, hocheffektiver Produktionstechnologien von Chemiefasern, verschiedener Aufbereitungen und Modernisierungen synthetischer Fasern für Spezialapplikationen und Endverbrauch, weiters vom Standpunkt neuer Richtlinien im Bereich der Humanisierung der Herstellung von Cellulosefasern, wobei das schwefelkohlenstofflose Herstellungsverfahren miteinbezogen wird.

Die Sektion „B“ knüpft an die Sektion „A“ thematisch an und wird sich mit den neuesten Erkenntnissen aus dem Bereich der Verarbeitung von Chemiefasern, den neuen Innovationsrichtlinien und mit den Applikationen sowohl in technischen und textilen Erzeugnissen als auch in nichttraditionellen Gebieten befassen.

Der Kongreß gibt gute Möglichkeiten zur Vertiefung und Erweiterung der bisherigen Zusammenarbeit zwischen Forschern, Herstellern und Verarbeitern von Chemiefasern.

Organisationsmäßig betreut den Kongreß die Kammer der Technik der ČSVTS in Kóice, Marxova 2, Telefon: 33 8 01.

Das Vorbereitungskomitee

Inserentenverzeichnis

	Seite
Austria Faserwerke Ges.m.b.H., A-4860 Lenzing	51
W. Höhnel KG, Korrosionsschutz, A-4021 Linz	40
Lenzing AG, A-4860 Lenzing	
Lenzing-Modal	73
Lenzing-Fasern	4
Kunststoffgewebe/Folien	85
Mayreder, Kraus & Co., Baugesellschaft m.b.H., A-4021 Linz	54
Reuttener Textilwerke AG, A-6600 Reutte	25
SKG – Schaumstoff- und Kunststoff Ges.m.b.H., A-4020 LINZ-Wegscheid	24
Chemische Fabrik Stockhausen GmbH, D-4150 Krefeld	19
Vereinigte Edelstahlwerke AG, A-1011 Wien	79

*Wir laden nur jene Firmen ein, in dieser Hauszeitschrift zu inserieren,
die wir auf Grund jahrelanger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmen unseren
Freunden und Lesern gewissenhaft weiterempfehlen können.*

DIE REDAKTION

24. Internationale Chemiefasertagung für die Textilindustrie in Dornbirn 25.–27. September 1985

PROGRAMM

Eröffnung

Dkfm. Dr. F. Vranitzky, Bundesminister für Finanzen, Wien (A)
Weltfinanzprobleme und Wirtschaftsentwicklung

Prof. Dr. Ing. H. Zahn, Direktor des Deutschen Wollforschungsinstituts an der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen (D)
Chemie und Feinbau der Textilfasern

Prof. Dr. Ing. Dr. R. A. Schutz, Ecole Nationale Supérieure des Industries Textiles de Mulhouse (F)
Garnprüfung für zukünftige Hochleistungsverfahren zur textilen Flächenbildung

TEXTILINDUSTRIE/FASERGARNSPINNEREI

Dipl.-Ing. D. Keller, G. Borckenstein & Sohn AG, Neudau (A)
Moderne Spinnereimaschinen im Einsatz mit Chemiefasern – Erfahrungen und Wünsche aus der Textilindustrie

H. D. Rösner, Lauffenmühle GmbH & Co., Waldshut-Tiengen (D)
Wünsche der Textilindustrie an den Textilmaschinenbau

Dipl.-Ing. (FH) H. Bachmann, Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur (CH)
Hinweise für die Entscheidungsfindung bei Investitionsabsichten in Spinnereien

Dr. R. A. Barnhardt, Institute of Textile Technology, Charlottesville (USA)
Wettbewerb zwischen den Industrie- und Entwicklungsländern auf dem Gebiet der Fasergarnspinnerei

Dipl.-Ing. St. Schlichter, Prof. Dr. Ing. J. Lünenschloß, Institut für Textiltechnik der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen (D)
Auswirkung von Fadenbrüchen beim Ring- und OE-Rotorspinnen auf die Garneigenschaften und das Laufverhalten in Webereivorbereitung und Weberei

A. N. Stall jr., Milliken & Company, Spartanburg (USA)
Fasereingangskontrolle – eine Lebensversicherung für die 80er Jahre

Dr. Ing. J. Rüge, W. Schüler, W. Schlathorst & Co., Mönchengladbach (D)
Halten und Verbessern des Qualitätsstandards bei Rotorspinnmaschinen durch Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung

Dipl.-Ing. F. Leifeld, Trützschler GmbH & Co. KG, Mönchengladbach (D)
Kontinuierliche Materialflußsteuerung – Fortschritt in der Spinnereivorbereitung

Dipl.-Ing. K.-J. Brockmanns, Prof. Dr. Ing. J. Lünenschloß, Institut für Textiltechnik der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen (D)
Die Verarbeitung von Chemiefasern nach dem OE-Friktionsspinnverfahren

Dr. G. E. Cusick, Dr. Y. A. M. Susutoglu, UMIST – University of Manchester, Institute of Science & Technology, Manchester (GB)
Faktoren, die die Eigenschaften von Friktionsgarnen beeinflussen

I. Karnon MSc, Platt Saco Lowell Ltd., Accrington (GB)
"Masterspinner" Friktionsspinnmaschine und -verfahren von Platt Saco Lowell

Ing. M. G. Gsteu, Textilmaschinenfabrik Dr. Ernst Fehrer AG, Linz (A)
Industrielle Einsatzgebiete und Spezialprodukte auf Basis DREF 2 und DREF 3 Friktionsspinnsystem

Dr. G. Druzbaczký, G. Tálos, Magyar Viscosagyár, Nyergesujfalu (H)
Erfahrungen bei der Verarbeitung von Polypropylen-Fasern in der Dreizylinder-Spinnerei

Dipl.-Ing. H. Weisser, Saurer-Allma GmbH., Kempten (D)
Die Verzerrung von Polypropylen-Fasern auf Doppeldrahtmaschinen

Dr. P. Artzt, Dipl.-Ing. (FH) H. Dallmann, Dipl.-Ing. (FH) K. Ziegler, Institut für Textiltechnik der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung, Denkendorf (D)
Einfluß verschiedener Verzugparameter und Mischungsverhältnisse Polyester/Baumwolle auf die Garneigenschaften pneumatischer Falschdrahtgarne

Dipl.-Ing. Z. Miklas, Chemopetrol-UZCHV/Institut für Verarbeitung von Chemiefasern, Česká Třebová (CSSR)
Weiterentwicklung in der Rotor-Umwindezwirn-Technologie

Dr. C. A. Lawrence, Dr. K. Z. Chen, Mr. Jiang, UMIST – University of Manchester, Institute of Science & Technology, Manchester (GB)
Faserbewegung beim OE-Spinnen

Dipl.-Ing. M. M. Brassart, ITF – Institut Textile de France – Nord, Villeneuve d'Ascq (F)
OE-Spinnen von Kurzwollen, rein und in Mischung

M. Renner, Ecole Nationale Supérieure des Industries Textiles de Mulhouse, R. Motte, S.I.A.R.C.T., Roanne (F)
Spinnverfahren der dritten Generation: Kerngarn-Spinnen

Dr. Ing. W. Kampen, Seydel & Co. GmbH., Bielefeld (D)
Die neue Seydel-Reißmaschine – wirtschaftliches Konvertieren für kleine und mittelgroße Spinnereien

G. Moia, Sant' Andrea Novara, Officine Meccaniche e Fonderia S.p.A., Novara (I), A. Zollinger, Schneider AG, Faellanden (CH)
Entwicklungen in den tow-to-top- und tow-to-yarn-Konvertierungsvorgängen der Chemiefasern mit Wolldiagramm

Dr. Ing. F. Maag, Ingenieurbüro für Textil- und Fasertechnik, Kelheim (D)
Rechnergestützte Optimierung des Spulenaufbaus von Kreuzspulen

Dr. Ing. B. Wulforst, Dipl.-Ing. N. Aly, Schubert & Salzer Maschinenfabrik AG, Ingolstadt (D)
Neuer Kurzzug für die Verspinnung von Sekundär-Rohstoffen aus Natur- und Chemiefasern

Dipl.-Ing. M. Tani, Dipl.-Ing. Y. Sasaki, Fiber and Textile Research Laboratories; Teijin Ltd., Osaka (J)
Spinnfasergarn-ähnliche Texturierung als Ersatz der Fasergarnspinnerei

Dr. F. S. Looney jr., E. I. Du Pont de Nemours & Co., Inc., Wilmington (USA)
Möglichkeiten zur Verbesserung des Gewebegriffs von OE-Rotor- und Luftdüsen-Garnen

Ing. R. Kampl, Ing. J. Leitner, Lenzing AG, Lenzing (A)
Muß die Viskosefaser den neuen Spinntechnologien angepaßt werden?

Dipl.-Phys. J. Harmstorf, Hoechst AG, Kelheim (D)
Verhalten von PAC-Fasern bei der OE-Rotorspinnerei

Text.-Ing. St. Kleinheins, Enka AG, Wuppertal (D)
Entscheidungshilfen für die Auswahl der optimalen Polyesterfaser

P. Bardon, Rhône Poulenc Fibres, Vénissieux/CIRFS, Paris (F)
Die Zukunft der Spinnerei aus der Sicht der Chemiefaserhersteller

POLYPROPYLENFASERN

Dr. G. Hofinger, Chemie Linz AG, Linz (A)
Polypropylenfasern und deren wirtschaftliche Bedeutung

Dr. J. Helberg, Hoechst AG, Frankfurt (D)
Herstellung und Eigenschaften von Polymerisaten für Polypropylenfasern

Prof. Dr. Dipl.-Ing. M. Jambrich, Slowakische Technische Hochschule, Bratislava, Dr. Dipl.-Ing. I. Diacik, Forschungsinstitut für Chemiefasern, Svit, Dipl.-Ing. T. Vendelin, Slovchémia, Bratislava (CSSR)
Grundlagen der Entwicklung von Polymeren und Polypropylenfasern

Dr. R. Schaaf, Chemische Werke Hüls AG, Marl (D)
Einflüsse auf die Lichtbeständigkeit von Polypropylenfasern

Dr. F. K. Meyer, Ciba-Geigy AG, Basel (CH)
Aktuelle Tendenzen bei der Stabilisierung von Polypropylenfasern

Dipl.-Ing. C. Ripke, Sandoz Huningue S. A., Huningue (F)
Möglichkeiten der Farbgebung von feintitrigen Polypropylenfasern

Dr. T. Ohmae, Sumitomo Chemical Co., Ltd., Ichihara City (J)
Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten von badfärbbaren Polypropylenfasern

Dipl.-Ing. J. Nordmeier, Prof. Dr. Ing. G. Menges, Institut für Kunststoffverarbeitung, Rhein.-Westf., Techn. Hochschule Aachen (D)
Extrusion, Rohstoffmodifikation und Verstrecken von Polypropylenfasern – Beispiel für die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Eigenschaften von teilkristallinen Kunststoffen

Dr. G. Nemoz, D. Loubinoux, C. Prost, Institut Textile de France, Lyon, R. Hagège, E. Soufacher, Institut Textile de France, Paris, A. Michel, CNRS, St. Symphorien d'Ozon (F)
Schmelzspinnen von normal- und hochviskosem Polypropylen – Rheologie der Schmelze, Struktur und Eigenschaften der Fasern

Dr. Dipl.-Ing. D. Ahrendt, Dipl.-Ing. R. Wiedermann, Neumag, Neumünstersche Maschinen- und Apparatebau GmbH., Neumünster (D)
Feinfädige Polypropylen-Filamentgarne und ihre Texturierung

Ing. F. Scotti, Filatura e Torcitura di Delebio spa, Delebio (I)
Herstellung und Einsatz von Polypropylen-Feingarnen, spinngefärbt und texturiert

Dr. Ing. K. Schäfer, Barmag Barmer Maschinenfabrik AG, Remscheid (D)
Polypropylenfasern und -filamentgarne mit höheren Festigkeiten

Dipl.-Ing. H. Enneking, Fleissner GmbH. & Co., Egelsbach,
Dipl.-Ing. A. Schweitzer, Automatik, Großostheim (D)
Herstellung von Standard- und Spezial-Polypropylenfasern

Dr. A. Schulberger, Schill & Seilacher GmbH. & Co., Böblingen (D)
Spezielle Präparationsprobleme bei der Polypropylen-, Filament- und Spinnfasernerzeugung

Ing. L. Ø Madsen, Danaklon A/S, Varde (DK)
3. Generation der Polyolefinfasern im Dienst der Nonwoven-Industrie

Ing. Xi-xia Jiang, Research Institute of Chemical Fibre, Jilin (PR China)
Eine neue interessante Polypropylen/Polyesterfaser

Dipl.-Ing. I. Ruzek, Carl Freudenberg, Sparte Spinnvliesstoffe Lutra-vil, Kaiserslautern (D)
Polypropylen-Vliesstoffe im Bereich der Hygiene-Wegwerfartikel

Dr. Ing. E. Siersch, Amoco Fabrics, Gronau (D)
Einsatz von Polypropylenfasern in Vliesstoffen

Dipl.-Ing. (FH) F. Pellengahr, Faserwerk Bottrop GmbH., Bottrop (D)
Polypropylen-Spinnfasern in thermisch verfestigten Feinvliesen

Dr. Dipl.-Chem. R. Veitenhansl, Henkel KGaA, Düsseldorf (D)
Die Präparierung von Polypropylen-Spinnfasern für den Garn- und Nonwoven-Sektor im Grob- und Feintiterbereich

Dipl.-Ing. M. Bußmann, Barmag Barmer Maschinenfabrik KG, Remscheid (D)
Herstellung von mehrfarbigen BCF-Garnen aus Polypropylen

Dr. A. Lehnen, Deutsches Teppich-Forschungsinstitut, Aachen (D)
Tuftingträger und -rücken aus Polypropylen

Ing. P. Supanz, Chemie Linz AG, Linz (A)
Polypropylen als Polfaser in Tuftingteppichen

J. P. Littmann, SIRS, Neuilly (F)
Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Nadelvliesstoffe

Dr. J. G. Scruggs, Phillips Fibers Corporation, Greenville (USA)
Verbesserte Polypropylenfasern für Autopolsterstoffe

Ing. O. P. Kazil, Schoeller Textil Hard, Hard (A)
Polypropylengarne für funktionelle Bekleidung

Dr. Ing. B. Piller, Wirkereiforschungsinstitut, Brünn (CSSR)
Integrierte mehrschichtige Maschenstoffe – Eine neue Generation von Textilien mit Polypropylenfasern

Text.-Ing. F. Furkert, Textilmaschinenfabrik Karl Mayer GmbH., Obertshausen (D)
Kettengewirke aus Polyolefingarnen und deren Herstellung

Dr. P. Olivieri, Himont Italia, Terni (I), T. Hardman, Montedison UK, London (GB)
Polypropylenfasern in der Bekleidung – Derzeitige Situation und Ausblick

Dr. R. Derra, U. Hagenauer, Isega Forschungs- und Untersuchungsgesellschaft mbH., Aschaffenburg (D)
Die lebensmittelrechtlichen und gesundheitlichen Aspekte von Polypropylenfasern

Dr. K.-H. Umbach, Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., Bönnigheim (D)
Tragekomfort mit zweiflächigen Textilien unter Verwendung von Polypropylenfasern

Plenarvortrag

Senator Dr. W. von Ilsemann, President of the World Petroleum Congresses, Hamburg (D)
Die Rolle des Öls im Rahmen des zukünftigen Energiebedarfs