

# Neue Spinnverfahren: Anwendungs- und Entwicklungsmöglichkeiten in der Garnherstellung

Autor(en): **Stalder, Herbert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 18

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76578>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Neue Spinnverfahren

## Anwendungs- und Entwicklungsmöglichkeiten in der Garnherstellung

Von Herbert Stalder, Zürich

Selten kümmern wir uns, wie das Garn aufgebaut ist, aus dem die meisten unserer Kleidungsstücke und unsere Heimtextilien bestehen. Die Preise für Textilien sind über Jahrzehnte trotz allgemeiner Teuerung eher gesunken. Dahinter stehen intensive Bemühungen, die Herstellung zu verbilligen, angefangen bei den Garnen.

Den klassischen Spinnverfahren werden die neuen Kurzstapel-Spinnverfahren vergleichend gegenübergestellt. Den unterschiedlichen Garnstrukturen und Garneigenschaften entsprechen verschiedene Anwendungsgebiete und Produkteigenschaften. Der Vergleich erlaubt auch ein Abschätzen der künftigen Anwendungs- und Entwicklungsmöglichkeiten der verschiedenen Spinnverfahren.

### Einleitung

Bis in die späteren 60er Jahre wurden praktisch alle Stapelfasergarne auf Ringspinnmaschinen hergestellt. Das Ringspinnen galt zu diesem Zeitpunkt mit Recht als *Universalverfahren* für die Herstellung von Stapelgarn.

Nach diesem Zeitpunkt gelang es dem *Rotorspinnverfahren*, sich nach und nach durchzusetzen und sich neben der Ringspinnerei als echte Alternative zu etablieren. Der Erfolg des Rotorspinnens ist einerseits auf die wesentlich höhere Produktivität gegenüber dem Ringspinnen, andererseits auf die einfachere Automatisierbarkeit des Spinnprozesses zurückzuführen. Die erreichte Produktivitätssteigerung geht aus

einem Diagramm (Bild 1) von Prof. H. W. Krause deutlich hervor.

Bei der Produktion von feineren Garnen (feiner als 20 tex [g/km]) zeigten sich jedoch bald auch Grenzen des Rotorspinnens, da mit zunehmender Garnfeinheit die technologischen Probleme wuchsen und die wirtschaftlichen Vorteile abnehmen. Die Suche nach neuen Spinnsystemen, die die Ringspinnerei auch im Feingarnbereich ersetzen könnten, ist somit noch nicht abgeschlossen.

In der Zwischenzeit wurde das *Umwindspinnverfahren* entwickelt. Dabei wird ein Faserverband, der ohne Drehung in Parallellage liegt, mit einem Filamentgarn umsponnen. Dieses Spinnsystem hat seinen Anwendungsbereich in der Produktion von Grobgarnen ge-

funden. Daneben werden lediglich einige Feingarne für spezielle Anwendungszwecke nach diesem System produziert.

Das Problem, ohne Ringspinnprozess feine Garne ausschliesslich aus Stapelfasern zu produzieren, löst jedoch auch das Umwindspinnverfahren nicht. Seit einiger Zeit sind für diesen Zweck zwei potentielle Systeme im Gespräch: *Düsenspinnen* und *Friktionsspinnen*.

Das Düsenspinnen ist kein Offenend-Verfahren (OE). Das Garn besteht im wesentlichen aus mehr oder weniger parallelen Fasern im Garnkern, die von gleichartigen Fasern umwunden sind.

Das *Friktionsspinnen* hingegen lässt sich in die Kategorie der echten OE-Verfahren einreihen. Friktionsgesponnene Garne weisen über den gesamten Garnquerschnitt eine echte Drehung auf.

#### Alles hängt an einem Faden

Unsere Kleider und Heimtextilien bestehen fast alle aus Garnen. Als Normalverbraucher beachten wir kaum je die Vielfalt der Garnstrukturen – so wichtig diese für die Entwicklung brauchbarer Textilien sind.

Ein Garn lässt sich definieren als praktisch endloser Faserverband geringen Querschnittes; es ist reissfest, mehr oder weniger dehnbar und biegeweich. Die Feinheit eines Garns wird denn auch in tex [g/km] angegeben.

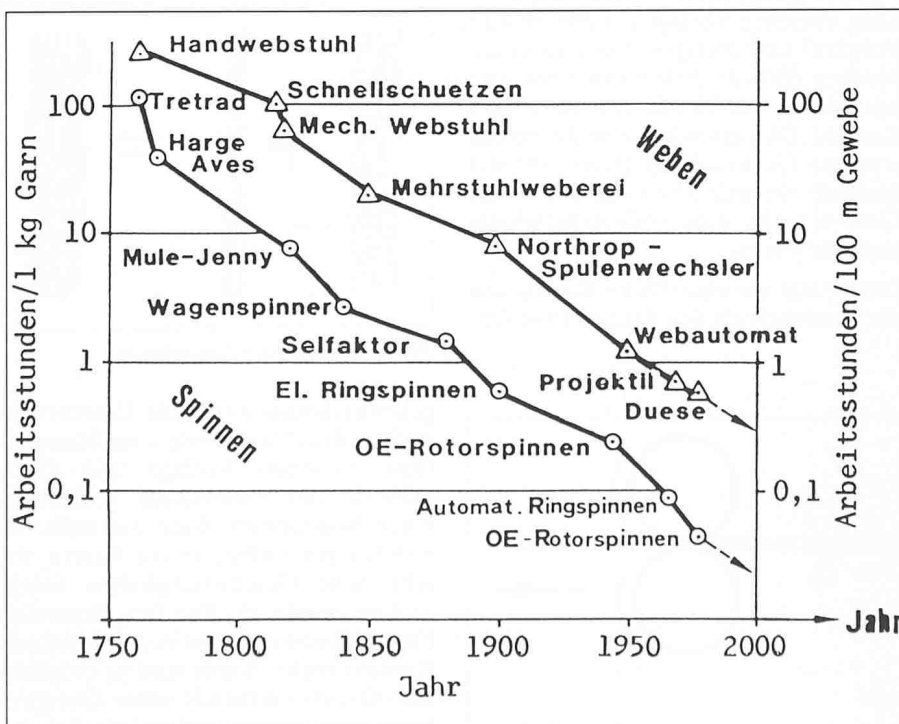
Ein Stapelfasergarn besteht aus kurzen Fasern, beispielsweise Baumwolle (Faserlänge bis etwa 20 mm), Wolle (Faserlängen in der Grössenordnung 40 bis 100 mm) oder entsprechenden Chemiefasern. Festigkeit erhält das Stapelfasergarn durch Reibungskräfte zwischen den einzelnen Fasern, wenn schraubenförmige Verdrehung des Faserverbandes oder eine Umwindung mit Endlosfilament oder mit Stapelfasern die nötigen Normalkräfte zwischen den Fasern gewährleistet.

In der Spinnerei-Vorbereitung werden die Fasern gereinigt und parallel orientiert, wobei der Faserverband durch Verziehen auf den für das Garn erforderlichen Querschnitt verfeinert wird. Im klassischen Spinnverfahren bleibt der Faserverband zusammenhängend, damit die Fasern gut orientiert bleiben; für jede in das Garn eingebrachte Drehung muss dabei die ganze Packung des bereits produzierten Garns eine Umdrehung ausführen.

Diese Geschwindigkeitsbegrenzung suchen alle neueren Verfahren zu umgehen. Bei den Offenend-Verfahren rotiert nur das Ende des Garns, an welches fortlaufend einzelne Fasern angesetzt werden, nachdem sie eine Zone ohne Materialzusammenhang einzeln – möglichst ohne Orientierungsverlust – durchfliegen haben. Bei einer anderen Gruppe neuer Verfahren geben Umwindungen dem Kern parallel durchlaufender Fasern den erforderlichen Zusammenhalt.

Der Aufwand an Arbeitszeit zur Garnerzeugung hat bisher innert jeweils 70 Jahren um eine Zehnerpotenz abgenommen (Bild 1). Die neueren Verfahrensentwicklungen lassen hoffen, dass Rationalisierung in gleichem Masse weiter fortschreitet.

Bild 1. Arbeitsaufwand in der textilen Fertigung. Arbeitsstunden in logarithmischem Massstab. Nach Prof. H. W. Krause



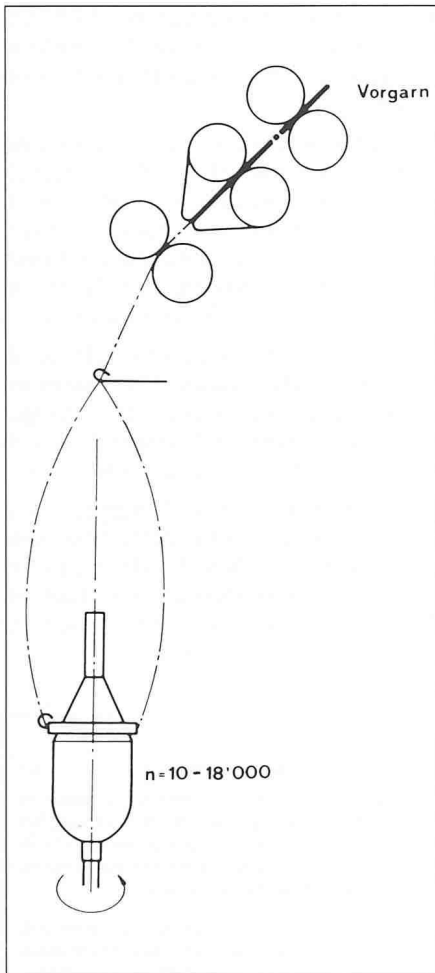


Bild 2. Prinzip des Ringspinnens

Beide Systeme, Friktion und Düsen, lassen hohe Produktionsgeschwindigkeiten zu, die deutlich über jenen der Rotorspinnmaschine liegen. Beide Systeme bieten zudem ein gutes Potential für die Automatisierung des Spinnprozesses. Daraus kann sich somit die Möglichkeit ergeben, das Ringspinnverfahren auch in feineren Garnbereichen zu ersetzen.

Für den Kurzstapel-Spinnprozess könnten in Zukunft also fünf Spinnverfahren zur Auswahl stehen: Ringspinnen, Rotorspinnen, Umwindespinnen, Düsen-spinnen und Friktionsspinnen. Diese fünf Systeme werden deshalb in verfahrenstechnischer Hinsicht im folgenden genauer untersucht.

Bild 3. Prinzip der Offenend-Spinnverfahren

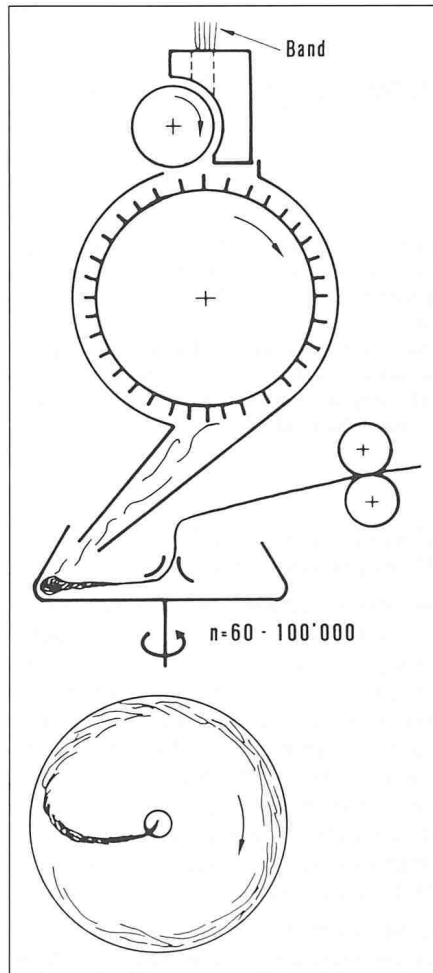
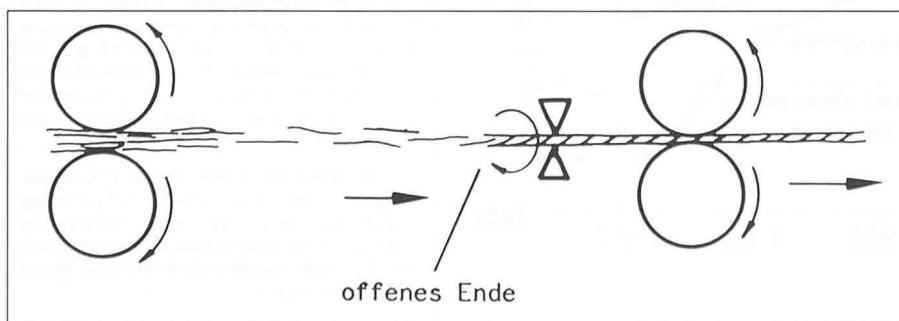


Bild 4. Prinzip des Rotorspinnens

## Die Kurzstapelspinnverfahren

### Ringspinnen

Beim Ringspinnen bleibt während des Spinnvorgangs der Materialzusammenhang zwischen Vorlage (in diesem Fall Vorgarn) und fertigem Garn ununterbrochen (Bild 2). Jede Faser steht stets mit vielen Nachbarfasern in engem Kontakt. Dies erfordert, dass die bereits erzeugte Garnpackung (Kops auf der Spindel) für jede Drehung, die in das Garn eingeht, eine volle Umdrehung ausführen muss.

Darin liegt die eigentliche Begrenzung der Produktivität des Ringspinnverfahrens,

denn der Antrieb des Kopses ist bei hohen Drehzahlen mit relativ hohem Energieaufwand verbunden. Die Packungsgröße ist entsprechend limitiert. Auch die Geschwindigkeit des Läufers auf dem Ring lässt sich nur noch unwesentlich über 40 m/s (240 km/h - Stahl auf Stahl) steigern. Das Ringspinnverfahren stößt heute auf eine feste, physikalische Grenze.

Den vielen Arbeitsstellen der Ringspinnmaschine müssen anstelle von Streckenbändern relativ feine und sehr empfindliche Vorgarne vorgelegt werden. Die - für das Massenprodukt Garn - recht kleinen Garnpackungen (Kops) müssen anschliessend umgespult werden. Das Ringspinnen erweist sich unter diesen Aspekten als ziemlich automationsunfreundlich.

Trotzdem wird die Automation des Ringspinnverfahrens schrittweise weiter vorangetrieben, gegenwärtig mit recht gutem Erfolg, z. B. mit direkter Verbindung zwischen Ringspinnmaschine und Spulmaschine (Verbundmaschine), mittels Lutenstoppsystemen sowie Produktionsüberwachungen an jeder Spinnstelle usw.

Andererseits ist das Ringspinnverfahren von der Anwendung her sehr flexibel bezüglich Garnfeinheit und Drehung. Die Qualitätsmerkmale der Ringgarne sind sehr gut; die Ringgarne haben sich in allen Anwendungsgebieten bewährt und stellen den heute gültigen Qualitätsmassstab dar.

### Rotorspinnen

Das Rotorspinnen gehört zu den Offenend-Verfahren. Diese Verfahren sind

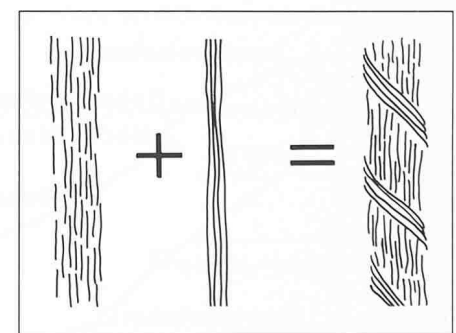


Bild 5. Struktur eines Umwindegarns

gekennzeichnet durch die Unterbruchstelle - das offene Ende - im Materialfluss zwischen Vorlage und Garn (Bild 3). Der Unterbruch kommt in einer bestimmten Zone zustande, in welcher ein Luftstrom die Fasern auf sehr hohe Geschwindigkeiten bringt und sie vereinzelt. Die frei fliegenden Fasern haben untereinander keinen Kontakt mehr. Somit wird es möglich, am offenen Garnende echte Garndrehung einzubringen, indem lediglich das

Garnende rotiert wird. Die Garnpakung braucht nur noch zum Aufwinden des neu gebildeten Garns zu rotieren, was energetisch viel günstiger ist.

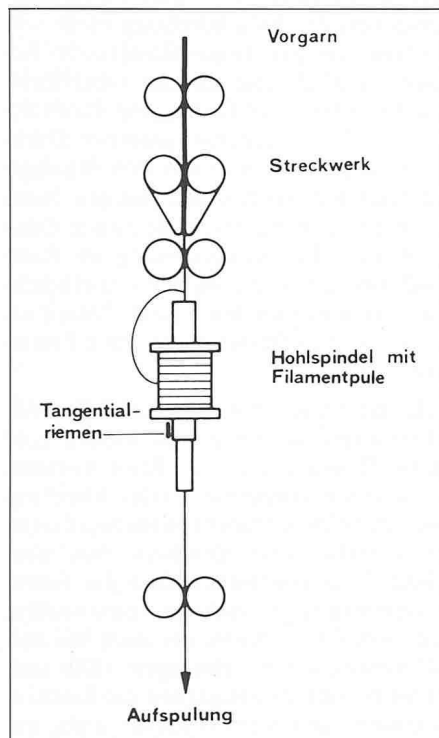


Bild 6. Umwindsprinzip: Coverspun

Beim Rotorspinnen findet der Faserflug durch die Unterbruchzone zwischen der Auflösewalze und dem Rotor statt (Bild 4). Jede Umdrehung des Rotors, der das Garnende hält, bringt eine Drehung ins Garn ein. Drehzahlen zwischen 60 000 und 100 000 U/min sind heute möglich. Dies erlaubt hohe Garnlieferungsgeschwindigkeiten.

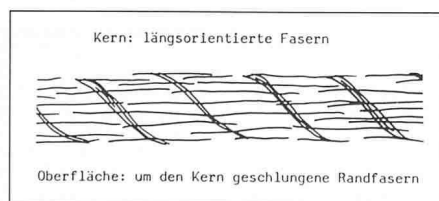


Bild 7. Struktur gebündelter Garne. Längsorientierte Fasern im Kern, um den Kern geschlungene Fasern an der Oberfläche

Zudem können der Rotormaschine Streckenbänder in grossen Kannen vorgelegt werden. Das Garn wird direkt auf grosse Kreuzspulen aufgewickelt und muss nicht mehr umgespult werden. Mit solchen Möglichkeiten der Prozessauslegung kann das Rotorspinnen für gröbere Garne und im feineren Bereich bis zu etwa 20 tex deutlich wirtschaftlicher arbeiten als das Ringspinnen.

Hingegen wird es beim Rotorspinnen sehr schwierig, infolge des notwendigen Faserfluges die Faserorientierung zu kontrollieren und beizubehalten. Die

Fasern verlieren während des Fluges ihre Orientierung weitgehend. Bei der Landung im Rotor kann die Faserorientierung zwar wieder etwas verbessert werden. Die Orientierung der Fasern im Rotorgarn ist aber dennoch schlechter als im Ringgarn. Dies hat eine spürbar geringere Festigkeit der Rotorgarne zur Folge.

Zudem weist das Rotorgarn prinzipbedingt sogenannte Bauchbinden auf, also gürtelartig um den Garnkern geschlungene Fasern.

**Umwindsinnen**

Das Umwindegarn erhält seine Festigkeit nicht durch ein Verdrehen der Fasern, sondern indem ein Endlosfilament um die ungedrehten Stapelfasern herumgeschlungen wird (Bild 5).

Während des Spinnvorgangs passiert das im Streckwerk verzogene Faserbündel die Hohlspindel, auf der die Filamentpule aufgesteckt ist (Bild 6). Dank der Rotation der Filamentpule umwindet das feine Filamentgarn das durchlaufende Faserbündel. Für jede Umwindung des Faserkerns ist eine volle Umdrehung der Filamentpule erforderlich. Hier herrschen also die gleichen Gesetze wie beim Ringspinnen. Ebenfalls in Analogie zu diesem Verfahren entspricht die Anzahl Umwindungen bei einem Umwindegarn etwa der Anzahl Drehungen/m in einem Ringgarn.

Da die Filamentspulen kleiner sind als die Ringspinnkopse, lassen sich Drehzahlen bis 35 000 U/min erreichen. Die Qualität der Umwindegarne ist dank der vorzüglichen Längsorientierung der Fasern und dem positiven Filamenteinfluss sehr gut. Als Vorlage werden meist Streckenbänder verwendet, und die Garne können direkt auf Kreuzspulen aufgewickelt werden.

Als Nachteil ist einerseits das Vorhandensein des Filamentes zu erwähnen. Das Filament kann in gewissen Endartikeln störend wirken. Auch ist das Filamentmaterial sehr viel teurer als die meisten Stapelfasern. Das Umwindsinnen ist deshalb nur dann wirtschaftlich vertretbar, wenn der Filamentanteil im Garn tief gehalten werden kann (deutlich unter 5%). Diese Forderung ist eigentlich nur im Grobgarnsektor erfüllbar.

**Düsensinnen**

Das Düsengarn ist ähnlich aufgebaut wie das Umwindegarn (Bild 7). Anstelle des Filamentes umwinden jedoch Stapelfasern den Kern aus ungedrehten Fasern und halten ihn zusammen.

Beim Düsensinnen wird die erwähnte Garnstruktur erreicht, indem nach

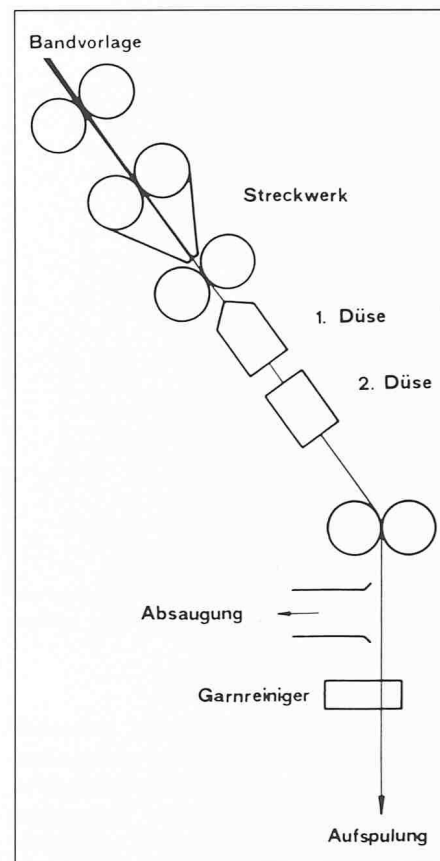


Bild 8. Prinzip des Düsensinnverfahrens (Murata, Japan)

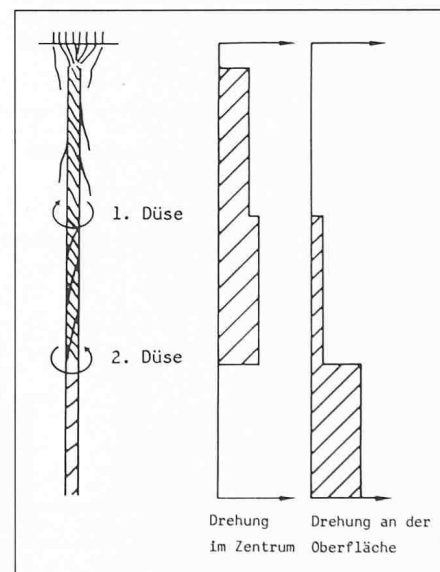


Bild 9. Garnaufbau beim Düsensinnen (Murata, Japan)

einem Streckwerk eine oder zwei Luftdralldüsen auf das durchlaufende Fasermaterial einwirken (Bild 8). Beim Zweidüsenverfahren erzeugt die zweite Düse einen starken Falschdraht im Garnkern zwischen Streckwerk und zweiter Düse (Bild 9). Die Garendrehzahl kann dabei bis 250 000 U/min erreichen. Das Garn rotiert in der Dralldüse als steife Schraubenlinie, auf welche die Druckluft mit Schallgeschwindigkeit auftrifft. Dies bewirkt die Rotation bzw. den erwähnten Falschdraht.

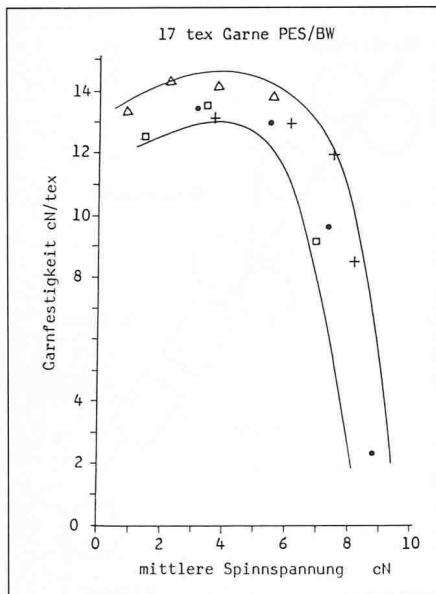


Bild 10. Garnfestigkeit in Funktion der mittleren Spinnspannung

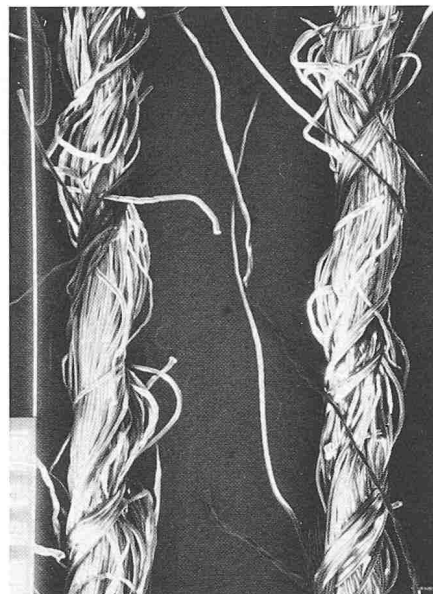


Bild 11. Düsengesponnene Garne

Wie aus Bild 10 hervorgeht, entstehen bei der Rotation dieser Garnschraubenlinie nur sehr geringe Achsialkräfte, spürbar unter 10 cN. Die Spinnspannung beim Düsenspinnen ist somit sehr gering. Bei den im Bild 10 dargestellten Spannungsmessungen wurden die Parameter Spinnverzug, Luftdruck, Liefergeschwindigkeit und Garnfeinheit in relativ weiten Grenzen variiert. Dabei

fällt auf, dass die optimale Garnfestigkeit unabhängig von den gewählten Parameterwerten immer bei einer Spinnspannung von etwa 4 cN erreicht wird. Dies erklärt sich dadurch, dass bei höheren Spannungswerten die Garnspirale gestreckter wird, d. h. der Wirkungsgrad der Drallerteilung abnimmt. Als Folge davon wird das Niveau der Falschdrehung und damit auch der

Drehung der Umwindefasern im fertigen Garn deutlich gesenkt, womit sich die Festigkeit entsprechend reduziert.

Im Streckwerk werden die Fasern relativ breit zugeführt, so dass die Randfasern von der Falschdrehung nicht voll erfasst werden. Diese Randfasern liegen ziemlich lose an der Oberfläche und werden beim Durchgang durch die erste Düse in entgegengesetzter Drehrichtung als Mantel um den falschgedrehten Kern herumgeschlungen. Nach dem Durchgang durch die zweite Düse löst sich die Falschdrehung im Kern auf, und die Drehung der Umwindefasern erhöht sich dabei stark. Damit erhält das nun fertige Garn seine Festigkeit.

Da das Düsenspinnen kein Offenendverfahren ist, weisen die Fasern eine gute Orientierung auf. Beim Verspinnen von Chemiefasern oder Mischungen mit Chemiefasern entstehen Garne von recht guter Qualität. Aus dem Bild 11 ist ersichtlich, dass die Faserorientierung tatsächlich einwandfrei ist, sowohl im Kern, als auch bei den Umwindefasern. Hingegen fällt auf, dass bei den Düsengarnen die Umwindefasern den Kern offenbar nicht immer gleich straff umschlingen. Das Garn enthält Stellen mit mehr oder weniger stark ausgeprägter Korkenzieherstruktur. Dieser über die Garnlänge va-

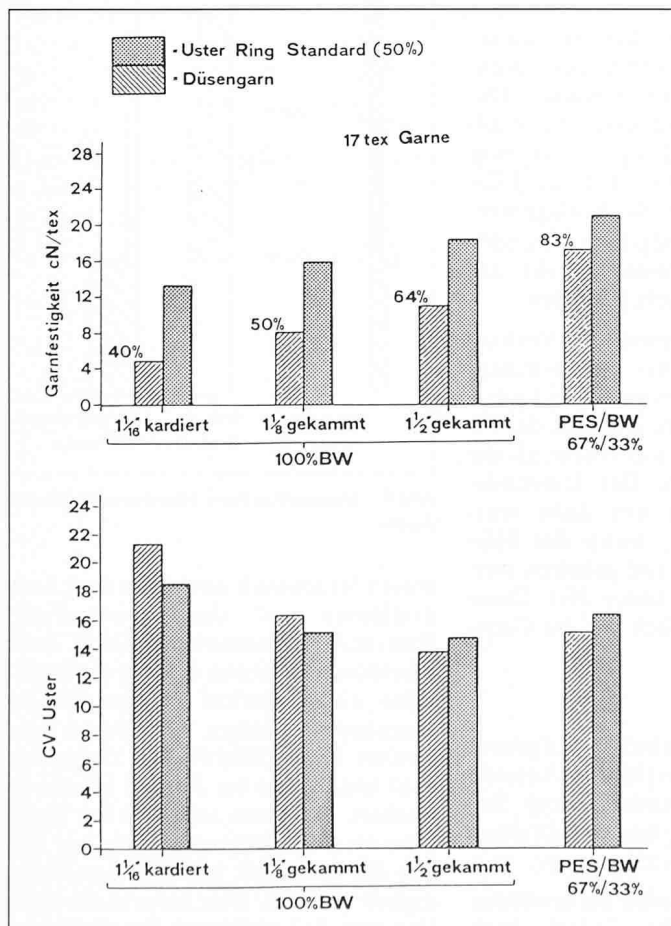
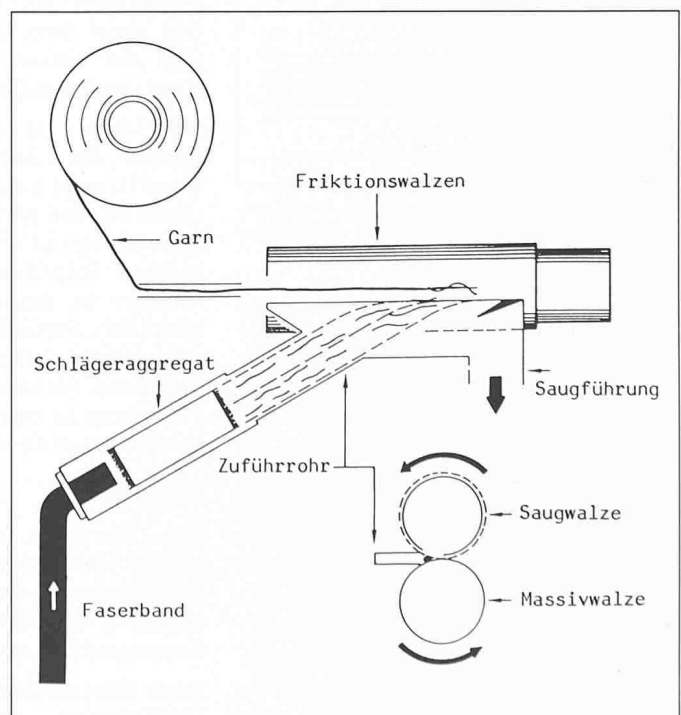


Bild 12. Einfluss der Faserlänge auf Festigkeit und Gleichmässigkeit von Garnen

Bild 13. Prinzip des Friktionsspinnverfahrens



riable Korkenziehereffekt ist ein typisches Merkmal der Düsengarne.

Beim Düsengarn ist das Verhältnis von Oberfläche zu Querschnitt von Bedeutung. Je grösser dieses Verhältnis ist, um so besser können die Umwindfasern den Garnkern zusammenhalten. Das Düsenspinnen eignet sich deshalb vor allem für die Herstellung feinerer Garne. Die Ausspinnngrenze liegt deutlich feiner als beim Rotorspinnen. Dank hoher Liefergeschwindigkeiten und dank der Möglichkeit, direkt Kreuzspulen herstellen zu können, ist das Düsenspinnen in diesem Sektor auch wirtschaftlich interessant, selbst im Vergleich zum Rotorspinnen.

Die spezielle Struktur der Düsengarne weist allerdings zwei Nachteile auf. Erstens werden die Garne relativ steif, und zweitens lassen sich mit kürzeren Fasern im Garn keine genügenden Reibungskräfte mehr erzeugen. Beim Verarbeiten reiner Baumwolle sinkt deshalb die Garnfestigkeit ziemlich stark ab (Bild 12). Während die Festigkeit der Düsengarne in Mischungen mit Chemiefasern über 80 Prozent der Ringgarnfestigkeit erreicht, fällt die relative Festigkeit beim Verarbeiten von 100 Prozent kardierter Baumwolle bis auf etwa 40 Prozent ab. Bei kurzem Stapel fällt auch die Gleichmässigkeit der Düsengarne im Vergleich zu den Ringgarnen relativ schlecht aus. In der Praxis verunmöglicht dies die industrielle Herstellung von reinen Baumwollgarnen auf der Düsenspinnmaschine.

**Friktionsspinnen**

Das Friktionsspinnen gehört wie das Rotorspinnen zu der Gruppe der Offenend-Verfahren (Bild 13). Eine Luftströmung führt die Fasern von der Auflösewalze zu einer Sammelstelle zwischen zwei Friktionstrommeln. An der Sammelstelle wird das Garn unter dem Einfluss der Friktionskräfte gebildet, die zwischen den Friktionsflächen und dem Garnende wirken. Für jede Umdrehung des Garnendes resultiert eine echte Drehung im Garn. Bei Verwendung zylindrischer Friktionstrommeln erhält das Garn dank des Übersetzungsverhältnisses von Trommeldurchmesser zu Garndurchmesser für jede Umdrehung der Friktionstrommeln ungefähr 100 Drehungen. Daher sind ohne allzu hohe Drehzahlen mechanischer Elemente sehr hohe Drehungserteilungsraten bzw. Liefergeschwindigkeiten möglich.

Diese Drallerteilungsmethode hat ferner den Vorteil, dass feinere Garne wegen ihres kleineren Durchmessers bei gleicher Friktionstrommel-Umfangsgeschwindigkeit mehr Drehungen erhalten als gröbere Garne. Daher ist beim

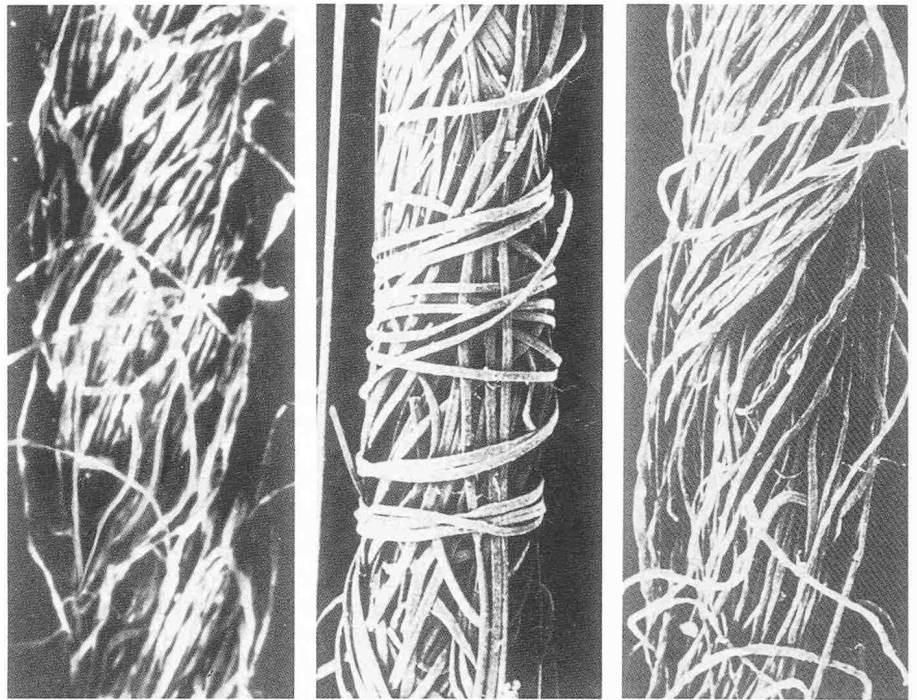


Bild 14. Garnstrukturen: Ringgarn (links), Rotorgarn (Mitte), Friktionsgarn (rechts)

Friktionsspinnen die Liefergeschwindigkeit praktisch unabhängig von der Garnfeinheit, während bei allen anderen Spinnverfahren die feineren Garne wegen des höheren Drehungsbedarfs langsamer ausgesponnen werden müssen.

Die Friktionsgarne weisen keine Bauchbinden auf und haben damit einen ähnlichen strukturellen Aufbau wie die Ringgarne. Dies führt zu Endartikeln mit relativ weichem Griff. Die Friktionsgarne sind zudem sehr gleichmässig.

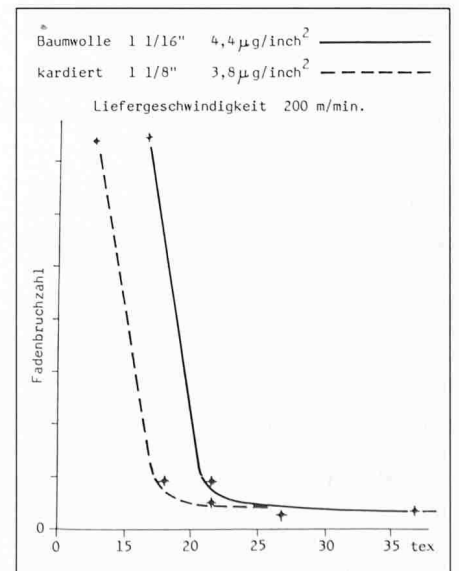
Die hohen Liefergeschwindigkeiten sowie die Möglichkeit, als Vorlage Streckenbänder zu verwenden, und der Wegfall des Umspulens führen zu einer guten Wirtschaftlichkeit des Friktionsspinnens; die Garnfertigungskosten liegen tiefer als beim Rotorspinnen, vor allem bei den feineren Garnen.

Als Hauptnachteil des Friktionsspinnens ist das allen Offenend-Spinnverfahren eigene Problem der Faserorientierung zu erwähnen. Dieses Problem ist beim Friktionsspinnen noch kritischer als beim Rotorspinnen, weil die schnell fliegenden Fasern auf einer sich nur langsam bewegenden Fläche (Siebtrommel) landen müssen. Bei dieser Landungsart ist keine Verbesserung der Faserorientierung möglich. Im Gegenteil, die Fasern werden dabei zusätzlich gestaucht, was zur Folge hat, dass viele Fasern schlingenförmig ins Garn eingedreht werden. Solche Faserschlingen sind im fertigen Garn ohne weiteres zu erkennen (Bild 14). Die Festigkeit der Friktionsgarne ist deshalb relativ tief und liegt unter derjenigen der Rotor-

garne. Bei solchen Festigkeitsvergleichen muss aber die Faserlänge mitberücksichtigt werden. Je länger und schlanker die Fasern sind, desto ausgeprägter besteht die Gefahr, dass sie beim Spinnen schlingenförmig geknickt werden. Das Friktionsspinnen zieht somit aus einem langen Stapel nur relativ geringen Nutzen.

Wie beim Düsenspinnen ist die Spinnspannung auch beim Friktionsspinnen relativ tief, ebenfalls im Bereich von etwa 10 cN. Trotzdem stellt man fest, dass bei feiner werdenden Garnen die Fadenbruchhäufigkeit plötzlich stark ansteigt (Bild 15). Diese offensichtliche Spinnngrenze ist nicht auf hohe Spinn-

Bild 15. Fadenbruchzahl in Funktion der Garnfeinheit beim Friktionsspinnen



spannungen zurückzuführen, sondern auf Instabilitäten bei der Garnbildung. Es ist deshalb beim Friktionsspinnen noch nicht möglich, feinere Garne auszuspinnen als beim Rotorspinnen. Die minimale Faserzahl im Garnquerschnitt ist also etwa ähnlich wie bei den Rotorgarnen. Beim Erreichen der Spinnngrenze steigt übrigens nicht nur die Fadenbruchzahl sprunghaft an, sondern auch die Nissenzahl (verschlungene Faserknötchen) der Friktionsgarne nimmt deutlich zu (Bild 16).

Vor allem wegen der bescheidenen Festigkeitswerte bleibt der Anwendungsbereich der Friktionsgarne recht stark eingeschränkt. Die aus Festigkeitsgründen notwendige hohe Drehung hat zudem zur Folge, dass der Griff der Endartikel doch härter ausfällt als bei Verwendung von Ringgarnen.

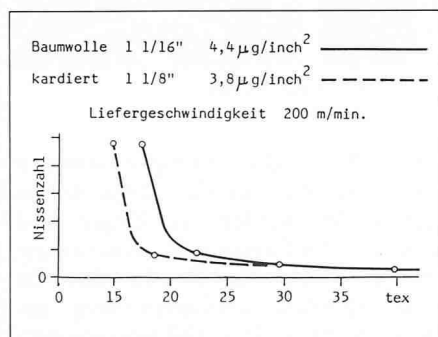


Bild 16. Nissenzahl in Funktion der Garnfeinheit beim Friktionsspinnen

## Technologische Eigenschaften und Anwendungsbereiche

Die Entwicklung neuer, revolutionierender und hochproduktiver Spinnverfahren, wie z. B. des Rotorspinnens, ergab neuartige, bis jetzt nicht bekannte Garncharaktere. Die Garnhersteller und vor allem die Weiterverarbeiter sahen sich dadurch zu einem Umdenken gezwungen.

Neue Technologien in der Spinnerei können nur dann erfolgreich angewandt werden, wenn stets der Gesamtprozess vom Rohstoff bis zum Endprodukt betrachtet wird.

### Ringspinn-Verfahren

Das rationelle und in der Anwendung sehr flexible Ringspinn-Verfahren begann sich zu Anfang dieses Jahrhunderts rasch gegenüber dem langsamen (diskontinuierlichen) Wagen- oder Selfaktorspinnen durchzusetzen.

Da sich die Garnstruktur im Prinzip nicht änderte, wurden die Endartikel, abgesehen vom technischen Fortschritt in bezug auf Garnqualität, in den grundlegenden Eigenschaften ebenfalls nicht beeinflusst. Das Ringgarn wurde

so mit allen positiven und negativen Eigenschaften zum «Mass aller Dinge». Alle Endartikel-Standards und -Eigenschaften sind davon abgeleitet.

Da alle Ringgarne in ihrer Struktur praktisch gleich sind, ist für den Endartikel nicht die Herkunft der Garne (Maschinentyp, Land usw.) wichtig, sondern allein die technischen Garndaten wie z. B. Festigkeit, Dehnung, Drehung, Gleichmässigkeit, Reinheit, zu deren Beurteilung Massstäbe existieren wie z. B. Reutlinger Garnstandards, ASTM-Standards, Uster-Statistics der Firma Zellweger usw.

### Rotorspinn-Verfahren

Mit der Einführung des wesentlich produktiveren Rotorspinn-Verfahrens Anfang der 70er Jahre ergaben sich infolge der neuartigen, gegenüber dem Ringgarn geänderten Garnstruktur nicht nur veränderte Garneigenschaften, sondern auch weitere Einflüsse auf die Fertigartikel (Tabelle 1).

Nicht zufällig setzte sich dieses Verfahren in der freien Marktwirtschaft langsamer durch als in einer Planwirtschaft bzw. in Ländern, wo das allgemeine Qualitätsniveau der Garnproduktion tief lag. Die prinzipiellen Unterschiede zum Ringgarn und zu Ringgarn-Endartikeln sind recht gross.

Neben vielen positiven Qualitätsmerkmalen weisen die Rotorgarne und die daraus hergestellten Endprodukte auch negative Eigenschaften auf.

Das im Vergleich zum Ringspinn-Verfahren rasante Entwicklungstempo des Rotorspinnens führt dazu, dass heute mehrere Maschinengenerationen nebeneinander in Betrieb stehen. Überdies lassen sich im Gegensatz zur Ringspinnerei verschiedene Garneigenschaften und damit auch Produktmerkmale in gewissen Grenzen verändern, je nach verwendeten Maschinentypen, Spinnerelementen und Maschineneinstellungen. Somit ist nicht gleichgültig, aus welchen Rotorgarnen ein gewünschter Endartikel hergestellt wird. Bei Kenntnis des Anwendungsgebietes und vor allem der notwendigen und nicht bloss traditionell bedingten Forderung an bestimmte Endartikeleigenschaften ist der Textilproduzent meist in der Lage, das richtige Produkt zu liefern.

Auch lassen sich die verschiedenen Möglichkeiten weiter variieren, z. B. durch:

- kombinierte Anwendung von Ring- und Rotorgarn,
- Ersatz von Zwirn- durch Einfachgarn,
- Änderungen im verwendeten Rohstoff,

- Einstell- und Bindungsvarianten,
- Veränderung von Ausrüstungsmethoden.

Eine sicher nicht vollständige Aufzählung der erprobten Anwendungsgebiete geben die Tabellen 2 bis 4.

Die Ausspinnngrenze der Rotorgarne wird sich übrigens in Zukunft weiterhin langsam, aber doch spürbar in Richtung feinerer Garne verschieben, einerseits dank Feinoptimierungen der Spinnerelemente und aufgrund einer weiteren Steigerung der Rotordrehzahl.

### Umwindespinn-Verfahren

Dieses Verfahren hat seine grösste Bedeutung auf dem Teppichsektor (Tabelle 5). Es sind jedoch auch mit mehr oder weniger Erfolg bereits spezielle Frottier- und Strickartikel hergestellt worden.

Je nach verwendetem Stapelfaser- und Endlosmaterial lassen sich gewisse Garn- und Artikeleigenschaften gezielt entwickeln. Wird beispielsweise ein PVA-Filament (Polyvinyl-Alkohol) im Ausrüstprozess aufgelöst, so bleibt ein weiches, reines Stapelfaserprodukt ohne Drehung zurück.

Zu beachten bleibt dabei stets die Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses. Im Vergleich zum Rotorspinnen hat hier die Zusammenarbeit zwischen Produzenten aller Herstellungstufen und Verbrauchern eine noch grössere Bedeutung.

### Düsen oder Air-Jet-Verfahren

Bedingt durch die Garnstruktur, die näher beim Umwinde- als beim Rotorgarn liegt, ergeben sich ebenfalls einige vollständig andere Artikeleigenschaften (Tabelle 6).

Positiv zu werten sind z. B. die Gleichmässigkeit und die Scheuerfestigkeit.

Negativ zu beurteilen sind vor allem der harte Griff und der dadurch bedingte steife Warencharakter.

Um diese Nachteile zu mildern, wird dieses Garn meist nur in einem Fadensystem (Kette oder Schuss) eingesetzt. In die Strickereien sind bis jetzt noch keine grösseren Mengen düsengesponnener Garne eingeflossen. Eine gründliche Artikel-Entwicklung ist auch auf dem Sektor Düsengarne unumgänglich. Verwendung findet das Garn zur Zeit vor allem für Bettwäsche, Hemden- und Mantelstoffe.

Das Düsenspinnen hat sich auf diesem Sektor in den USA und eigentlich nur dort etabliert. In den USA sind immerhin rund 30 000 Düsenspinnstellen in Betrieb, während das Düsenspinnen in Europa und im Fernen Osten kaum

Tabelle 1. Rotorspinnen, Übersicht

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Verfahren</b>                      | Rotor  |
| <b>Spinnstellen pro Maschine</b>      | bis 220  |
| <b>Liefergeschwindigkeit Rohstoff</b> | bis 170 m/min<br>Baumwolle, Chemiefasern bis 60 mm, Mischungen   |
| <b>Nummernbereich</b>                 | 15 bis 200 tex   |
| <b>Vorlage</b>                        | Streckenband   |
| <b>Garnart</b>                        | OE-Garn mit echter Drehung (mit Bauchbinden)   |
| <b>Garneigenschaften</b>              | - Tiefere Festigkeit als Ringgarn<br>- Gute Gleichmässigkeit und Reinheit<br>- Gewisse Eigenschaften steuerbar durch Spinnenelemente |
| <b>Einsatzgebiete</b>                 | Gewebe, Wirk- und Strickwaren  |
| <b>Vorteile</b>                       | - Tiefe Garnfertigungskosten<br>- Voll automatisiert   |
| <b>Besonderheiten</b>                 | Anwendungsspektrum nicht gleich wie bei Ringgarn   |
| <b>Bemerkungen</b>                    | - Zurzeit 10% der Garnproduktion der Welt<br>- Tendenz steigend  |

Tabelle 2. Anwendungsgebiete für Rotorgarn I

| Artikel             | Einsatzmöglichkeit im Vergleich zu Ringgarn | Bemerkungen            |
|---------------------|---|------------------------|
| Armeestoffe         | möglich                                     | abhängig von Standards |
| Berufskörper        | gut bis sehr gut                            |                        |
| Beschichtungsstoffe | gut bis sehr gut                            | abhängig von Standards |
| Betttücher          | gut bis sehr gut                            |                        |
| Bettwäsche          | gut   |                        |
| Cord                | möglich                                     |                        |
| Cretonne            | sehr gut                                    |                        |
| Dekorationsstoffe   | gut bis sehr gut                            |                        |
| Denims und Jeans    | gut bis sehr gut                            |                        |
| Damenkleiderstoffe  | sehr gut                                    |                        |

Tabelle 3. Anwendungsgebiete für Retorgarn II

| Artikel                   | Einsatzmöglichkeit im Vergleich zu Ringgarn | Bemerkungen          |
|---------------------------|---|----------------------|
| Druckartikel              | gut bis sehr gut                            | Vorsicht bei Velours |
| Einlagestoffe             | gut bis sehr gut                            |                      |
| Flanellwaren              | möglich                                     |                      |
| Freizeitgewebe            | gut bis sehr gut                            |                      |
| Frottierwaren             | gut bis sehr gut                            |                      |
| Handstrickgarne           | gut   |                      |
| Kettenwirkerei            | gut bis sehr gut                            |                      |
| leichte Hemden und Blusen | möglich                                     |                      |
| Mantelpopeline            | gut bis sehr gut                            |                      |
| Möbelstoffe               | teilweise bis gut                           |                      |

Tabelle 4. Anwendungsgebiete für Rotorgarn III

| Artikel       | Einsatzmöglichkeit im Vergleich zu Ringgarn | Bemerkungen   |
|---------------|---|---|
| Molton        | gut   | abhängig vom Know-how Rohstoff bis Ausrüstung               |
| Oxford        | sehr gut                                    |   |
| Rauhartikel   | möglich                                     | Ersatz für gekämmte Ringgarne möglich                       |
| Schirmstoffe  | sehr gut                                    | abhängig vom Know-how Rohstoff bis Ausrüstung               |
| Tricotagen    | gut bis sehr gut                            | anstelle Nylonfilament                                      |
| Textiltapeten | sehr gut                                    | abhängig von Rotormaschine und Anforderung mit Effektgarnen |
| Unterwäsche   | möglich                                     | mit Effektgarnen  |
| Vorhangstoffe | gut bis sehr gut                            |   |

Tabelle 5. Umwindespinnen, Übersicht

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Verfahren</b>                 | Umwinde (Parafil)   |
| <b>Spinnstellen pro Maschine</b> | 80  |
| <b>Liefergeschwindigkeit</b>     | - 200 m/min   |
| <b>Rohstoff</b>                  | Chemiefasern 60-220 mm und Filament                                 |
| <b>Nummernbereich</b>            | 25-500 tex  |
| <b>Vorlage</b>                   | Streckenband  |
| <b>Garnart</b>                   | Filamentumwundenes Einfachgarn                                      |
| <b>Garneigenschaften</b>         | - Hohe Festigkeit<br>- Gute Gleichmässigkeit<br>- 2-Komponentengarn |
| <b>Einsatzgebiete</b>            | - Teppiche<br>- Heimtextilien<br>- Streichgarnsektor                |
| <b>Vorteile</b>                  | - Geringere Fertigungskosten<br>- Weniger Prozessstufen             |
| <b>Besonderheiten</b>            | Separate Spulmaschine für Filamentspulen                            |
| <b>Bemerkungen</b>               | Geringer Filamentanteil (Grobgarne)                                 |

Tabelle 6. Düsenspinnen, Übersicht

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Verfahren</b>                 | Düsen/Air Jet (Murata)   |
| <b>Spinnstellen pro Maschine</b> | 60   |
| <b>Liefergeschwindigkeit</b>     | 120-180 m/min  |
| <b>Rohstoff</b>                  | Chemiefasern und Mischungen  |
| <b>Nummernbereich</b>            | 7,5-30 tex   |
| <b>Vorlage</b>                   | Streckenband   |
| <b>Garnart</b>                   | Gebündeltes Einfachgarn  |
| <b>Garneigenschaften</b>         | - Etwas tiefere Festigkeit<br>- Geringe Haarigkeit<br>- Rauhere Oberfläche       |
| <b>Einsatzgebiete</b>            | - Damenoberbekleidung<br>- Hemdenstoffe<br>- Betttücher                          |
| <b>Vorteile</b>                  | - Tiefe Garnfertigungskosten<br>- Wenig Personal<br>- Keine rasch bewegten Teile |
| <b>Besonderheiten</b>            | Nicht geeignet für Baumwolle   |
| <b>Bemerkungen</b>               | 3 Streckpassagen erforderlich  |

Tabelle 7. Friktionsspinnen, Übersicht

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Verfahren</b>                 | Friktion (Platt)  |
| <b>Spinnstellen pro Maschine</b> | 144   |
| <b>Liefergeschwindigkeit</b>     | 150-200 (250) m/min   |
| <b>Rohstoff</b>                  | Baumwolle und Chemiefasern bis 40 mm Faserlänge, Mischungen                                       |
| <b>Nummernbereich</b>            | 20 bis 60 tex   |
| <b>Vorlage</b>                   | Streckenband  |
| <b>Garnart</b>                   | OE-Garn mit echter Drehung (ohne Bauchbinden)   |
| <b>Garneigenschaften</b>         | - Tiefe Festigkeit<br>- Gute Gleichmässigkeit   |
| <b>Einsatzgebiete</b>            | - Strickgarne<br>- Polgarne<br>- z. T. Schussgarne  |
| <b>Vorteile</b>                  | - Tiefe Garnfertigungskosten<br>- Automatisierbar<br>- Keine rasch bewegten Teile                 |
| <b>Besonderheiten</b>            | - Einsatzgebiete bis jetzt noch beschränkt<br>- Liefergeschwindigkeit unabhängig von Garnfeinheit |
| <b>Bemerkungen</b>               | Breite Industrieerfahrung fehlt   |



| Spinnverfahren   | Drehungserteilungs-Potential/min | System begrenzt durch |                           |
|------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                  |                                  | Drehungs-erteilung    | Verzug und Fasertransport |
| Ringspinnen      | 15 000-18 000                    | ja                    | nein                      |
| Umwindespinnen   | 25 000-35 000                    | ja                    | nein                      |
| Rotorspinnen     | 80 000-100 000                   | ja                    | teilweise                 |
| Düsenpinnen      | 150 000-250 000                  | nein                  | ja                        |
| Friktionsspinnen | 200 000-300 000                  | nein                  | ja                        |

Tabelle 8. Möglichkeiten und Grenzen von Kurzstapel-Spinnverfahren

Fuss gefasst hat. Dies ist offenbar damit zu begründen, dass einerseits die Textilbetriebe in den USA stark vertikal organisiert sind und andererseits die Einschränkung auf die Verarbeitung von Chemiefaser-Mischungen dort weniger stark ins Gewicht fällt.

**Friktionsspinn-Verfahren**

Spätestens seit der letzten grossen Internationalen Textilmaschinen-Ausstellung ITMA 1983 spricht man hoffnungsvoll vom Friktionsspinn-Verfahren. Von der Struktur her (Tabelle 7) ist dieses Garn teils mit dem Ringgarn, teils mit dem Rotorgarn verwandt.

Da in diesem Garn «Bauchbinden» fehlen, erhält man im Endartikel einen weichen Griff und ein im Vergleich zu Ware aus Rotorgarn mindestens ebenso gleichmässiges Warenbild mit besserem Volumen.

Von grossem Nachteil ist infolge der «Faserschlingen»-Struktur die gegenüber dem Rotorgarn nochmals verminderte Garnfestigkeit.

Die anvisierten Anwendungsgebiete liegen somit vorerst vor allem auf dem Tricot-Bereich sowie als Schussgarn und Polgarn auf dem Velours-Sektor.

Die Friktionsgarne haben sich noch kaum einen Markt geschaffen. Vorderrhand stehen erst Pilot- und Versuchsmaschinen in Betrieb. Bevor ganze Anlagen in Betrieb kommen, ist noch zusätzliche Entwicklungsarbeit zu leisten.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Das herkömmliche *Ringspinnverfahren* hat sich in der langen Zeit seines Bestehens zu einem echt universellen Spinnverfahren entwickelt. Auf der Ringspinnmaschine lassen sich heute praktisch sämtliche Fasermaterialien verarbeiten, und in bezug auf die Garnfeinheit reicht die Palette von gröbsten bis zu feinsten Garnen. Das Ringspinnen vermag den gesamten Spinnereisektor abzudecken.

Ganz anders sieht die Situation bei den neuen Spinnverfahren aus. Alle diese Verfahren können nur in mehr oder weniger stark eingeschränkten Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Das Bild 17 zeigt die Situation in bezug auf die Garnfeinheit. Der mögliche Feinheitsbereich ist bei allen neuen Verfah-

ren ziemlich eng begrenzt. Eine ganz ähnliche Situation lässt sich auch im Zusammenhang mit dem Bereich der verspinnbaren Fasermaterialien feststellen. Auch in dieser Beziehung sind die Anwendungsmöglichkeiten der neuen Spinnverfahren oft einschneidend eingeschränkt.

Somit steht fest, dass die neuen Spinnverfahren nur in begrenzten Marktsegmenten erfolgreich sein können. Ein Verfahren, das die Universalität des Ringspinnens mit sich bringt und daher das Ringspinnen generell ablösen könnte, ist leider nicht in Sicht.

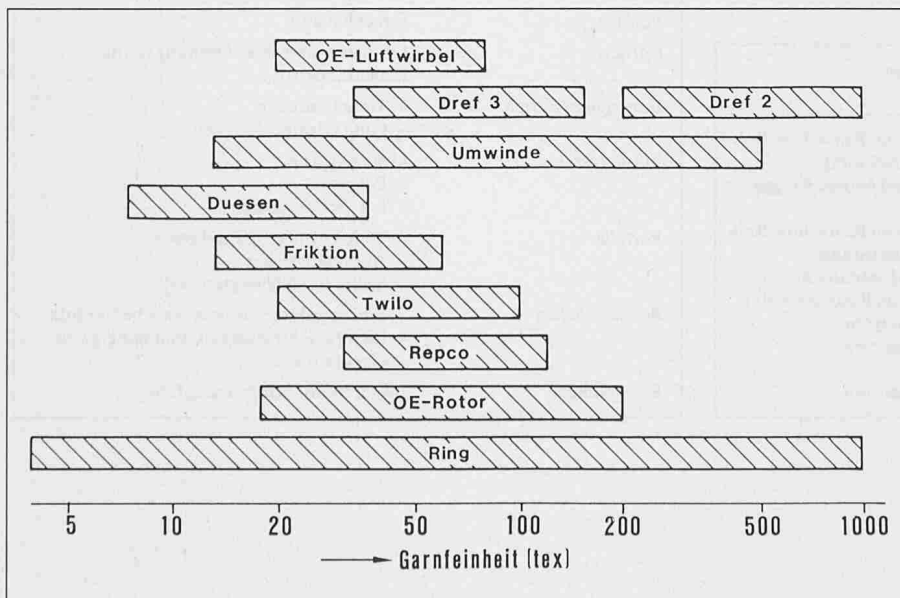
Das Ringspinnen besticht nicht nur durch seine Universalität und Flexibilität, sondern ebenso sehr durch die Qualität der Garne und die Qualität der aus Ringgarnen hergestellten Endartikel. Die Ringspinnprodukte sind zum eigentlichen Qualitätsmassstab geworden.

Auch mit Blick auf die Endprodukte haben die neuen Verfahren keinen leichten Stand. Denn alle neuen Verfahren produzieren Garne, deren Charakter mehr oder weniger vom Charakter der Ringgarne abweicht, zum Teil in durchaus positivem, zum Teil aber in negativem Sinn.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es praktisch nicht möglich ist, lediglich aufgrund eines Vergleiches der Garnwerte vorauszusagen, in welchen Endartikeln die nach neuen Verfahren gesponnenen Garne erfolgreich eingesetzt werden können. Die Andersartigkeit der nach neuen Verfahren hergestellten Garne macht es unumgänglich, die Versuche bis in den Endartikel fortzusetzen. Denn in der Regel entscheiden erst der Ausfall des Fertigartikels und die Tragversuche darüber, ob ein neues Garn in einem bestimmten Artikel zu brauchbaren Resultaten führt oder nicht. Die grossen Schwierigkeiten bei der Markteinführung des Rotorspinnens haben diese Situation sehr deutlich illustriert.

Neben diesen Nachteilen bieten die neuen Spinnverfahren natürlich auch gewichtige Vorteile. Der Hauptvorteil

Bild 17. Garnfeinheitsbereich verschiedener Spinnverfahren



liegt darin, dass sich mit den neuen Verfahren die Garnfertigungskosten gegenüber dem Ringspinnen in den meisten Fällen sehr deutlich reduzieren lassen. Ferner sind die neuen Spinnverfahren doch wesentlich automationsfreundlicher.

Für einen zusammenfassenden Vergleich der beschriebenen fünf Spinnverfahren ist es sinnvoll, den Spinnprozess in zwei Teilschritte aufzugliedern (Bild 18). Der Vorgang *Verzug und*

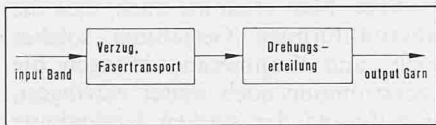


Bild 18. Prinzip des Spinnvorgangs

*Fasertransport* einerseits und der Vorgang der *Drehungserteilung* andererseits sind tatsächlich weitgehend voneinander unabhängig. In dieser Aufteilung lassen sich die Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Kurzstapel-Spinnverfahren anschaulich darstellen (Tabelle 8).

Interessant ist der grundsätzliche Unterschied in der Beurteilung der Produktivitätsgrenzen zwischen den konventionellen Verfahren und den neuen Systemen. Während die konventionellen Verfahren (Ringspinnen, Rotorspinnen, Umwindespinnen) vom drehungserteilenden System her begrenzt sind, zeigen sich die Grenzen der neuen Verfahren (Luftdüsenspinnen und Friktionsspinnen) in den Verzugs- und Fasertransportsystemen.

Bei der Entwicklung der neuen Verfahren ist es demnach gelungen, die Grenzen der konventionellen Prozesse zu umgehen. Damit ist auch der Weg zu einer wesentlichen Steigerung der Produktions- und Drehungserteilungsraten geöffnet. Diese Steigerung hat die neuen Verfahren nun jedoch an die Grenzen der Verzugs- und Fasertransportsysteme geführt. Dadurch baut sich für die Praxis eine neue Barriere auf, nämlich die der Garnqualität.

Gerade bei den beiden neusten Verfahren, Düsen- und Friktionsspinnen, sind deshalb noch grosse Anstrengungen unerlässlich zur Verbesserung der Qualität der Garne und der Endprodukte.

Auf Grund des heutigen Entwicklungsstandes ergeben sich damit für die verschiedenen Verfahren – grob gesehen – folgende Anwendungsbereiche:

**Ringspinnen**

- Universalspinnverfahren, Masstab für die neuen Verfahren.
- 85 bis 90 Prozent der Garne werden heute auf Ringspinnmaschinen hergestellt.

**Rotorspinnen**

- Grober und mittlerer Garnsektor, mit Einschränkungen.
- Das Verfahren ist auf breiter Basis eingeführt.

**Umwindespinnen**

- Grobgarnsektor (Teppiche), feinere Garne für Spezialanwendungen.
- Das Verfahren ist für Spezialanwendungen teilweise eingeführt.

**Düsenspinnen**

- Mittlerer und feiner Mischgarnsektor, mit Einschränkungen.
- Das Verfahren ist teilweise eingeführt (USA).

**Friktionsspinnen**

- Mittlerer Garnbereich, mit starken Einschränkungen.
- Das Verfahren ist noch nicht eingeführt.

Die Erfolgsaussichten für neue Spinnverfahren sehen zum Teil nicht allzu rosig aus. Die Bemühungen zur Entwicklung neuer Verfahren müssen jedoch intensiv fortgesetzt werden, denn eine bessere Wirtschaftlichkeit des Spinnprozesses ist nur über neue Verfahren erreichbar.

Das sehr schwierige Problem der Entwicklung neuer Spinnverfahren erfordert in jedem Fall unbedingt eine gute Zusammenarbeit aller interessierten Kreise, d. h. die intensive Zusammenarbeit zwischen den Maschinenbauern, den Forschungsinstituten und vor allem auch den Spinnern sowie den Weiterverarbeitern bis zum Endverbraucher.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. *Herbert Stalder*, dipl. Masch.-Ing. ETH, Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur und Institut für Textilmaschinenbau und Textilindustrie, ETH Zürich.

Zusammenstellung der Unterlagen:  
Dr. H. Stalder und Dipl.-Ing. Manfred Frey,  
Maschinenfabrik Rieter AG, Winterthur.

## Versuchsstand zur Untersuchung berührungsloser Dichtungen an der ETH Zürich

Von Peter Kündig, Zürich

Der Autor stellt den Versuchsstand zur Untersuchung von Labyrinthdichtungen vor, der am Institut für Flüssigkeitstechnik der ETH Zürich in dreijähriger Arbeit entstanden ist. Gegenüber vergleichbaren Versuchsständen der Industrie im In- und Ausland unterscheidet sich dieser speziell durch die Betriebsmöglichkeiten und die Messgenauigkeit. Zweck des Versuchsstands ist es, das Verhalten und die Eigenschaften von Labyrinthdichtungen in gezielten systematischen Experimenten zu klären. Der Beitrag gibt eine Einführung in das Vorhaben und in die Problematik, ergänzt um die Beschreibung des Versuchsstands.

### Einleitung

Die zu den berührungslosen Dichtungen [1] gehörenden Labyrinthdichtun-

gen finden vor allem in thermischen und hydraulischen Maschinen Verwendung, in denen unter anderem hohe Temperaturen und Oberflächengeschwindigkeiten den Einbau anderer

Dichtungen wie Stopfbuchsen und Dichtringe verbieten. Bild 1 zeigt als Beispiel eine mehrstufige Hochdruckpumpe.

Naturgemäss entweicht durch die Labyrinthdichtung immer eine gewisse Menge des Arbeitsmediums (z.B. Wasser oder Gas). Ziel ist es, diese unvermeidbare Leckströmung zwischen dem rotierendem Teil, dem Rotor, und dem feststehenden Teil (Gehäuse bzw. Stator) zu minimieren. Da die Dichtfunktion mit möglichst wenig Reibung erfüllt werden soll, sieht sich der Dichtungsgestalter vor eine Optimierungsaufgabe gestellt. Weil sich aber die Leckage- und Reibungsverluste direkt auf den Wirkungsgrad der Maschine auswirken, kommt dieser Aufgabe vorrangige Bedeutung zu.