

# LENZINGER BERICHTE

---

**Vorträge, gehalten auf der 17. Internationalen Chemiefasertagung vom 19. bis 21. September 1978 in Dornbirn, sowie die im Anschluß daran geführten Diskussionen (Teil II)**

	Seite
Modernes Sektionalschären von glatten und texturierten Filamentgarnen Ing. M. Bollen, Uzwil . . . . .	5
Produktion, Eigenschaften und Verhalten von spinnfaserähnlichen Filamentgarnen Dr. J. Williams und Dr. T. J. Akers, London . . . . .	14
Anwendungsbereiche und Limiten der Transfertechnik Ing. W. Badertscher, Basel . . . . .	18
Verarbeitung texturierter Garne zu Webwaren Text.-Ing. K. Nick, Winterthur . . . . .	22
Lufttexturierte Filamentgarne für Oberbekleidung Franziskus J. van Aken, Genf . . . . .	31
Praktische Erfahrungen bei der Herstellung von spinnfaserähnlichen Filamentgarnen Dipl.-Ing. Gustav Brehm, Wattwil . . . . .	42
Verarbeitung texturierter Garne zu Maschenwaren Dr. G. Meier, Winterthur . . . . .	49
Schichten von Chemiefasern und texturierten Garnen Prof. Dr. Ing. Dr. és Sci. R. A. Schutz, Mulhouse . . . . .	58
Herstellung und Eigenschaften von Trevira® Fasergarn 660 Dr. Günther Bauer, Frankfurt . . . . .	64
Thermodruck und die Anwendung von Vakuum im Thermodruck Ing. Günter Schiffer, Krefeld . . . . .	68
Nach dem Friktionsverfahren texturierte Strumpfgarne aus Polyamid Dr. István Kerényi, Budapest . . . . .	72
Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Herstellung lufttexturierter Filamentgarne mit spinnfaserähnlichen Eigenschaften Dr. Ing. Bohumil Piller, Brno . . . . .	78
Neue Möglichkeiten zum Bedrucken von Polyester-Baumwoll-Fasermischungen Dr. Hermann Schwab, Ludwigshafen . . . . .	91
Der Umbau von Streckzwirnmachines in Strecktexturiermaschinen Ing. grad. Günther Mutschler, Ebersbach . . . . .	97
Prüfung von texturierten Garnen und daraus hergestellten Flächengebilden Dipl.-Ing. Lothar Rupprecht, Dormagen . . . . .	104
Prüfmethoden für geschlichtete texturierte Polyesterfilamentgarne und die Korrelation der Prüfergebnisse zur Praxis Ing. (grad.) Helmut Bauer, Dr. Ing. Joachim Trauter, Reutlingen . . . . .	117

	Seite
Trends in der Entwicklung von Spinnpräparationen für Chemiefasern Dr. H. J. Geursen, Arnhem . . . . .	128
Verarbeitung von Filamenten auf pneumatischen Düsenwebautomaten Dipl.-Ing. Eduard Hlavac, Trebova . . . . .	136
Nachreinigung von Thermosolfärbungen im Lösungsmittel Dr. rer. nat. Jürgen Mecheels, Dr. rer. nat. Jürgen Rieker, Bönningheim . . . . .	142
Golden-Touch-Polyester — eine neue Dimension bei Polyestergerarnen D. J. Godhen, Asheville . . . . .	151
Eignung verschiedener Prüfverfahren für texturierte Filamentgarne zum Nachweis von Texturierungsunterschieden Dr. W. Stein, Mönchengladbach . . . . .	159
Einige Probleme bei der Herstellung von texturierten Textilfilamentgerarnen Prof. Dr. A. S. Tschegolja, Dr. B. V. Savinov, Kalinin . . . . .	168
Modifizierung von Textilien aus Polyesterfasern mit Niedertemperaturplasma Dipl.-Ing. Witold Rakowski, Doz. Dr. Marian Okoniewski, Lodz . . . . .	174
Der Einfluß der Produktionsgeschwindigkeit auf Herstellung und Eigenschaften von texturierten Polyestergerarnen Prof. Dr. Ing. Joachim Lünenschloß und Dipl.-Ing. Klaus Fischer, Aachen . . . . .	188
Neue Entwicklungen auf dem Gebiet des Friktionstexturierens Ing. Jean-Claude Dupeuble, Roanne . . . . .	197
Die Lösungsmitteltechnologie im Bereich der Vorbehandlung Text. Ing. Manfred Schuierer, Erbach . . . . .	206
Herstellung texturierter konjugierter Fasern und ihre textilen Einsatzmöglichkeiten Dr. Dipl.-Ing. Ivan Diacik und Dipl.-Ing. Rudolf Simo, Svit . . . . .	213
Strukturänderungen bei der Texturierung von Polyamiden und Polyestergerarnen Dr. J. O. Warwicker, Didsbury-Manchester . . . . .	221
Trocknen und Thermofixieren von Polyesterartikeln unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten Dipl.-Ing. M. Pabst, Mönchengladbach . . . . .	230
Inserentenverzeichnis . . . . .	240

## Modernes Sektionalschären von glatten und texturierten Filamentgarnen

Ing. M. Bollen, Maschinenfabrik AG Benninger, Uzwil

Sektionalschären von Filamentgarnen wird vielfach als Außenseiterverfahren angesehen, und das zu Unrecht. Vor allem in den Webereien wird dieses Verfahren wegen seiner Beweglichkeit, aber auch aus qualitativen und wirtschaftlichen Gründen eingesetzt. Beim Sektionalschären von nicht zu schlichtenden Artikeln konzentriert sich die Ketttherstellung auf eine einzige Maschine. Bei Artikeln, welche im Baum-zu-Baum-System geschlichtet werden können, bietet diese Art von Kettvorbereitung ebenfalls Vorteile.

Die in der Kettvorbereitung von Filamentgarnen erforderliche Kettqualität stellt entsprechend hohe Anforderungen an die gesamte Anlage: vom Gatter bis zur Maschine, von der Bedienung bis zur Klimatisierung des Verarbeitungsraumes. Hochleistungsfadenspanner sind Voraussetzung für eine gleichmäßige Fadenspannung und einen kontrollierten Fadenlauf. Moderne Sektionalschärmaschinen berücksichtigen in besonderem Maße die hohen Qualitätsanforderungen durch einwandfreie Fadenführung und kontrollierte, reproduzierbare Wickelvorgänge.

Fehler in der Kettvorbereitung werden meist erst in den Folgeprozessen sichtbar. Eine ungleiche Fadenlänge wirkt sich als enorme Spannungsdifferenz aus, beeinflusst die Verarbeitungseigenschaften nachteilig und führt zu erheblichen Qualitätsmängeln. Moderne Sektionalschärmaschinen verfügen über Kontroll- und Steuervorrichtungen, die zuverlässig einen gleichmäßigen Wickelaufbau und einen einwandfreien Ansatz der einzelnen Sektionen gewährleisten. Kernstück dabei ist ein elektronischer Prozeßrechner, welcher anhand der Materialdaten die richtige Maschineneinstellung errechnet und während des Schärens laufend kontrolliert bzw. gegebenenfalls auch steuert. Auf diese Weise wird der Schärprozeß einfach und vor allem sicher.

Durch den Einsatz bruchsicherer Schärtrommeln mit einstellbarem Konus ist die Schärmaschine praktisch für jede Art Material einsetzbar. Das große Fassungsvermögen der Trommel erlaubt große Kettlängen und macht den Einsatz der Sektionalschärmaschine auch wirtschaftlich auf breitem Gebiet vertretbar.

Section warping of filament yarns is regarded — unjustifiably — as an uncommon process in many quarters. Above all in weaving mills this method is employed, on account of its flexibility but also for reasons of quality and economics. With articles that are not to be sized, section-warping concentrates the production of the warp on a single machine. This method of warp preparation also offers advantages with articles that can be sized beam-to-beam.

The warp quality necessary in the warp preparation of filament yarns imposes correspondingly exact demands on the entire plant — from creel to machine, from the attendance to the air conditioning of the warping room. High-performance thread tensioners are one prerequisite for uniform thread-tension and controlled thread-run. Modern section-warpers accommodate the high quality requirements to a particularly large extent by proper thread-guiding and controlled, repeatable winding operations.

Faults in warp preparation usually are revealed only in the subsequent processes. Unequal thread lengths manifest themselves in the form of large differences in tension, which are detrimental to the processing properties and

result in serious loss of quality. Modern section-warping machines have monitoring and control devices which ensure uniform yarn build-up and proper setting of the individual sections. The brain behind all this, is an electronic process computer, which calculates the correct machine adjustment from the material data and maintains a continuous check during warping, intervening correctively as necessary. By this means the warping process becomes simpler and above all, safer.

Employing crush-proof drums with adjustable cone enables the section-warper to be used for practically all kinds of material. The large capacity of the drum allows large warp lengths, making the section-warping machine economical over a wide range.

### Einleitung

Die Kettvorbereitung nahm in der textilen Fertigung schon immer einen hohen Stellenwert ein. Von ihr hängt entscheidend die Qualität der Verarbeitungseigenschaften der Ketten bis hin zum Ausfall des Fertigproduktes ab. Darüber hinaus ist auch diese Verarbeitungsstufe einer ökonomischen Bewertung nach Aufwand und Ertrag unterworfen.

### 1. Kettvorbereitungssysteme

Vorerst sollen die wesentlichen Kettvorbereitungssysteme aufgezeigt werden, und zwar die für die Herstellung von Webketten, die das Haupteinsatzgebiet der Sektionalschärenanlagen darstellen (Abb. 1).

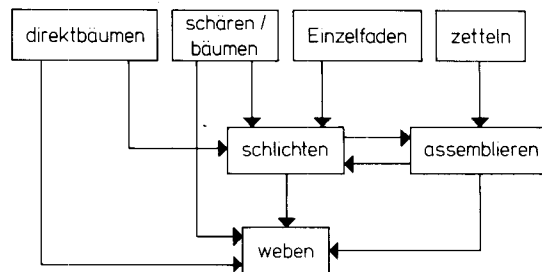


Abb. 1: Schematische Darstellung der Weberei-Kettvorbereitungssysteme

Dazu zählen:

- das Direktbäumen,
- das Sektionalschären mit oder ohne nachfolgendes Schlichten,
- das Breitzetteln mit anschließendem Assemblieren mit oder ohne Schlichten,
- das Schlichten ab Gatter oder Zettelwalze und
- das sog. Einzelfadenschlichten mit nachfolgendem Assemblieren.

Die Maschinenindustrie empfiehlt dem Verarbeiter:

- Flexibilität - wo möglich,
- Spezialisierung - wo zweckmäßig.

Es kommt also zwischen dem Maschinenbauer und dem Verarbeiter zu einem gemeinsamen Abwägen der produktionstechnischen Erfordernisse und der maschinen- und verfahrenstechnischen Möglichkeiten.

Im folgenden wird nun das Sektionalschären besprochen, doch soll auch darauf hingewiesen werden, daß sich unsere Erfahrungen auch auf alle anderen Anlagen für die bereits erwähnten Verfahren erstrecken, also beispielsweise Filamentzettelmaschinen oder Schlichtmaschinen, letztere in Kooperation mit der Maschinenfabrik Zell.

**2. Anforderungen beim Sektionalschären und ihre Berücksichtigung in modernen Anlagen**

**2. 1. Gatter für Großspulen**

Die Qualitätssicherung in der Kettvorbereitung beginnt mit der Spulenbehandlung. Besonders offene Filamentgarne sind empfindlich gegen Filamentverletzungen. Die Garnwicklungen dürfen daher auf keinen Fall berührt werden. Die Zugänglichkeit für das Aufstecken gewinnt mit zunehmendem Spulengewicht an Bedeutung. Spulen von 5 - 20 kg Gewicht machen den Einsatz von Bedienungshilfen oder sogenannten Manipulatoren erforderlich.

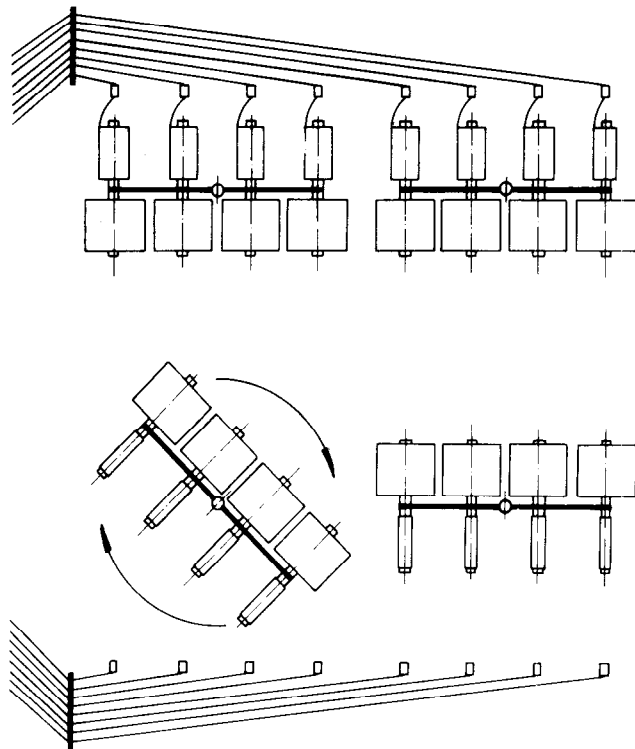


Abb. 2: Gatter GS mit drehbaren Spulentafelsegmenten; Fadenabzug nach außen

Speziell für Großspulen wurde das Gatter, Modell GS, mit drehbaren Spulentafelsegmenten entwickelt (Abb. 2 u. 3). Unabhängig von der laufenden Produktion kann die Anschlußpartie auf der integrierten Reserveaufsteckung vorbereitet werden. Bei Fadenabzug nach innen ist eine optimale Zugänglichkeit für das Aufstecken von außen sichergestellt.

**2. 2. Fadenspanner**

Immer häufiger wird anstelle des Wortes *Fadenspan-*

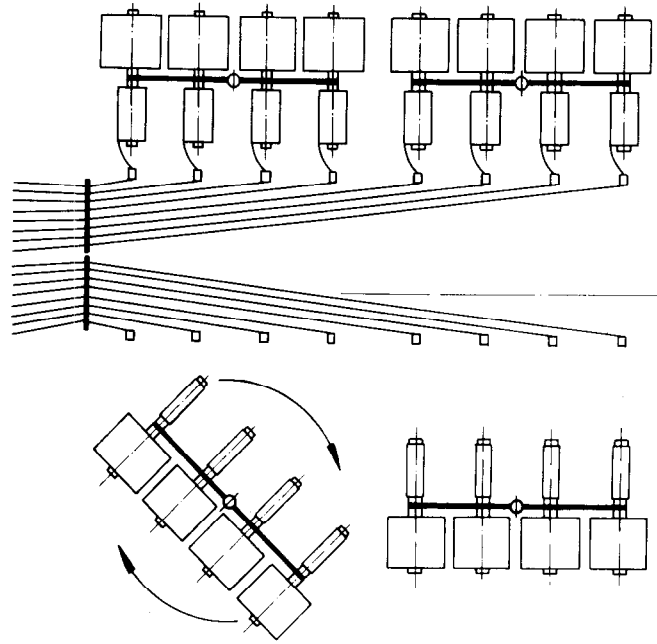


Abb. 3: Gatter GS mit drehbaren Spulentafelsegmenten; Fadenabzug nach innen

nung der Ausdruck *Fadenzugkraft* verwendet. Wenn ich hier bei *Fadenspannung* bleibe, so deshalb, weil dieser Ausdruck in der Praxis, also in den Textilbetrieben, nach wie vor der gebräuchliche ist.

Der Zwang nach Hochleistung bei guter Qualität stellt erhebliche Anforderungen an den Fadenspanner.

Die wichtigsten davon sind:

- Verstellbarkeit hinsichtlich der Spannung,
- universeller Einsatz, also sowohl für Endlos- als auch für Stapelfasern, für ungedrehte bis hochgedrehte Garne usw.,
- Spannungstreu und Betriebssicherheit und nicht zuletzt
- eine genügende Fadenlaufruhe.

Diese Forderungen lassen sich am besten durch einen Fadenspanner nach dem Normaldruckprinzip erfüllen, wie beispielsweise durch unseren Zweiteller-Normaldruckspanner, Modell GZB. Die materialentsprechende Fadenspannung wird mit Hilfe der zentral einstellbaren Druckbelastung für die Bremsteller eingestellt, wobei ein feingraduierter Skalenwert jederzeit dessen Reproduktion erlaubt. Der Fadenspanner ist für einen Garntiterbereich von 7 - 7000 dtex geeignet und zählt wohl zu den universellsten aller bekannten Spanner. Die Abbildung 4 zeigt diesen im Schnitt.

Neben absoluter Gleichmäßigkeit der Bremstellerbelastung sichert eine selbsttätige Tellerreinigung dank dem zentral gesteuerten, positiven Tellerantrieb die erforderliche Spannungstreu. Zur Erzielung einer guten Fadenlaufruhe sind die beiden Tellerpaare elastisch gelagert. Der mittels eines Federlements erteilte Bremsdruck verteilt sich auf eine große Bremsfläche. Die Fadenlaufruhe wird letztlich auch durch einen geraden, umschlingungsfreien Durchlauf des Fadens durch die beiden Tellerpaare erzielt.

Ganz neue Dimensionen in der Qualität der Spannungserteilung wurden durch eine Neuerung am GZB-

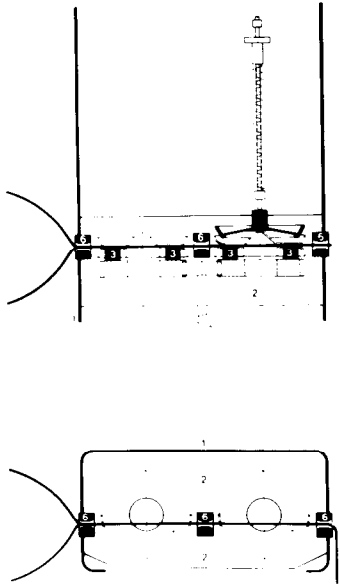


Abb. 4: Fadenspanner GZB; Schnitt und Aufsicht

Normaldruckspanner erreicht. Der Einsatz eines dynamischen Umlenkelements überwindet die 90° Umschlingung am Spannerauslauf, und damit kommt es zu keiner Verstärkung der ablaufbedingten Spannungsschwankungen. Im Gegenteil, die Umlenkrolle hat eine enorm beruhigende Wirkung auf den Fadenlauf, und da sie keinen Schlupfproblemen ausgesetzt ist, ist diese Weiterentwicklung bezüglich der Fadenlaufqualität auch den dynamischen Fadenspannern überlegen (Abb. 5 und 6).

Wie die Bilder zeigen, bietet der GZB-Spanner mit Umlenkrolle auch während den Anlauf- und Stoppphasen eine hohe Spannungstreue, während bei dynamischen Spannern selbst unter Einsatz aufwendiger Steuerungen bei Geschwindigkeitsveränderungen größere Spannungsschwankungen kaum vermeidbar sind. Im weiteren sind dynamische Spanner in der Regel für einen schmalen Einsatzbereich oder für geringe

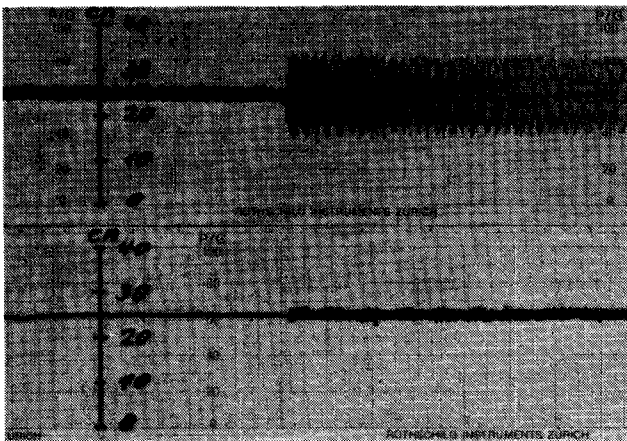


Abb. 5: Vergleich der Spannungsdiagramme  
oben: Spanner GZB nicht dynamisiert  
unten: Spanner GZB dynamisiert  
Material: PE text. 167 dtex, Geschwindigkeit 600 m/min

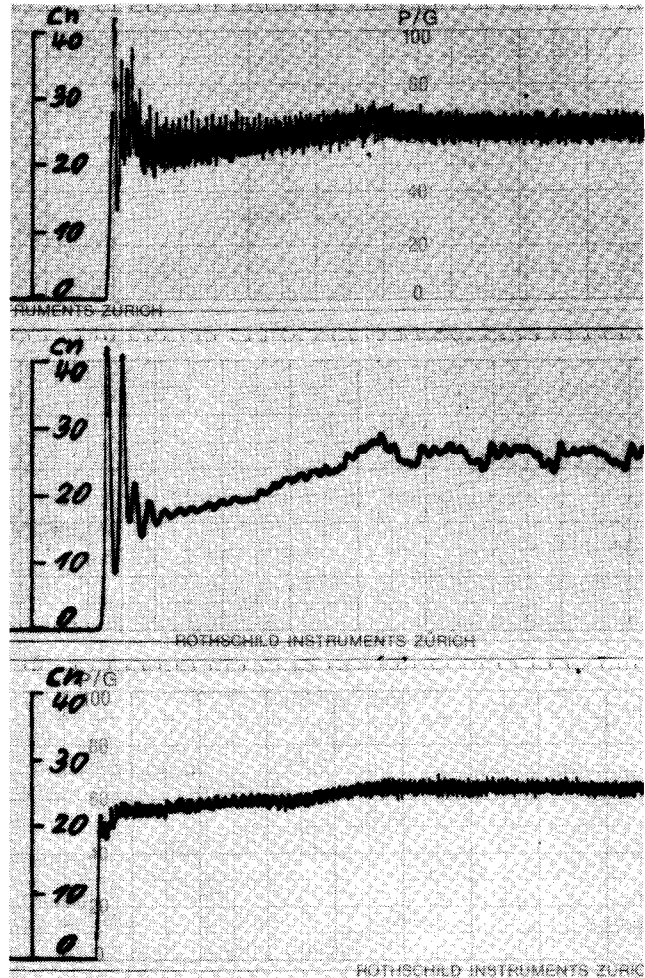


Abb. 6: Vergleich der Spannungsdiagramme  
oben: Hysteresespanner  
Mitte: Preßrollenspanner  
unten: Spanner GZB dynamisiert  
Material: PE text. 167 dtex, Geschwindigkeit 0-600 m/min

Fadengeschwindigkeiten ausgelegt. Die Dynamisierung des GZB-Spanners hingegen schmälert seinen bereits erwähnten Einsatzbereich von 7 - 7000 dtex in keiner Weise und läßt darüber hinaus Fadengeschwindigkeiten bis zu 1000 m/min zu.

### 2. 3. Sektionalschärmaschine

Filamentgarne setzen hohe Verarbeitungsmaßstäbe. Fehler in der Kettvorbereitung werden meist erst in den Folgeprozessen sichtbar. Daher ist die Verhütung von Bedienungsfehlern ein wesentlicher Schritt zur Erzielung einer gleichmäßigen und hohen Kettqualität beim Sektionalschären.

*Wichtigste Forderung: Gleiche Wickellänge aller Fäden!*

Nur ein absolut zylindrischer Wickelaufbau auf der Schärtrommel gewährleistet gleiche Fadenlängen über die gesamte Kettbreite. Werden beispielsweise Unterschiede in der Ablaufspannung der Spule nicht ausgeglichen, so ergibt sich dadurch ein unterschiedliches Auftragsverhalten (Abb. 7).

Aber bereits Fehler in der Konushöhe oder im Riet-trägervorschub können Ursache für einen ungleich-

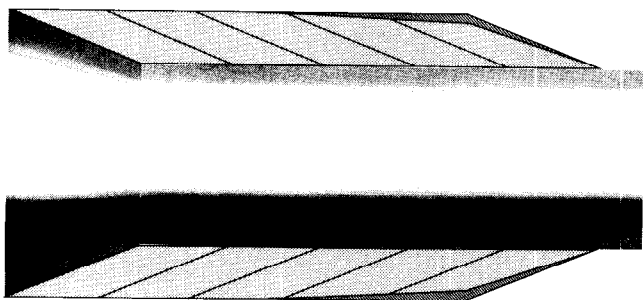


Abb. 7: Auftragsfehler durch Summierung der Schichtdickendifferenzen bei Spannungszunahme

mäßigen Garnwickel sein. Beträgt der Auftragsfehler an der fertiggeschärten Kette beispielsweise 3 mm, so entspricht dies beim letzten Trommelumgang einem Längenfehler von 19 mm mit entsprechenden Spannungsunterschieden als Konsequenz.

Hierzu einige Praxismessungen:

- Material: Nylon 66, 78 dtex/Kettbaumdurchmesser, 700 mm/Wickeldurchmesser, auf der Schärtrommel 1030 mm;  
 kürzester Faden 3217 mm, Fadenspannung beim Bäumen 23 cN;  
 längster Faden 3236 mm, Fadenspannung beim Bäumen 10 cN;
- Material: Polyester texturiert, 167 dtex/Kettbaumdurchmesser, 1000 mm/Wickeldurchmesser, auf der Schärtrommel 1270 mm;  
 kürzester Faden 3981 mm, Fadenspannung beim Bäumen 37 cN;  
 längster Faden 4000 mm, Fadenspannung beim Bäumen 18 cN.

Ein gleichmäßiger Wickelaufbau läßt sich nur erreichen, wenn das Auftragsverhalten dank kontrollierter Laufbedingungen für alle Sektionen gleich gehalten wird. Es gilt also, die Schichtdicke bzw. den Auftragszuwachs pro Trommelumgang unter Kontrolle zu bringen. Dies kann mit Hilfe der von uns entwickelten elektronischen Auftragssteuerung mit Konushöhenermittlung erreicht werden (Abb. 8).

Wie arbeitet diese Steuerung?

Zuerst ist am GZB-Spanner die dem jeweiligen Material entsprechende Fadenspannung einzustellen. Wie

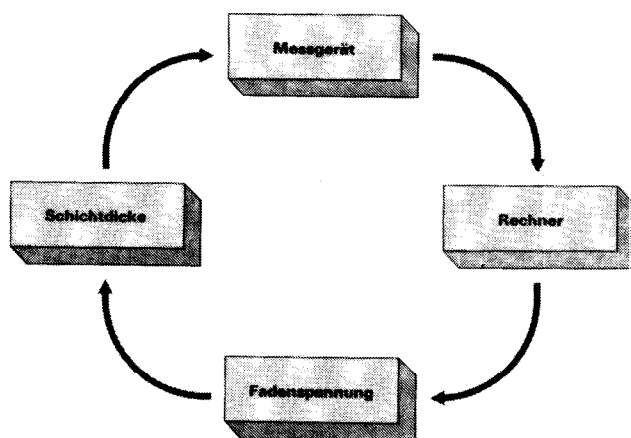


Abb. 8: Prinzipieller Ablauf der Auftragssteuerung

bereits besprochen, bleibt diese dank dem Spannerkonzept und infolge konstanter Schärgeschwindigkeit über den ganzen Schärprozess weitgehend konstant. Jede Abweichung, bedingt durch Änderungen des Spulendurchmessers und durch Anlauf- und Stoppphasen, führt zu einer Schichtdickenveränderung. Der Prozessrechner vergleicht diese mit dem Sollwert und veranlaßt die Rückführung auf die Sollspannung bzw. auf die richtige Schichtdicke.

Bei feinen Filamentgarnen reicht es in der Regel, den Schärkonus auf den vom Rechner ermittelten und während des Schärens kontrollierten Wert einzustellen. Bei voluminösen, vor allem bei texturierten Garnen, schafft die erwähnte Auftragssteuerung konstante, beliebig reproduzierbare Wickelverhältnisse mit gleicher Fadenlänge und egalere Spannung beim Bäumen. Die Auswirkungen ungenauer Konushöhe und unegaler Materialaufträge auf der Trommel oder konischer Wickelformen sind ein für allemal eliminiert.

Eine weitere Qualitätsforderung richtet sich an das nahtlose Anfügen der einzelnen Sektionen. Fehler beim Bandansatz und auch in der Bandführung wirken sich bei Filamentgarnen besonders nachteilig aus (Abb. 9). Bei den Sektionalschärmaschinen — Modelle SE

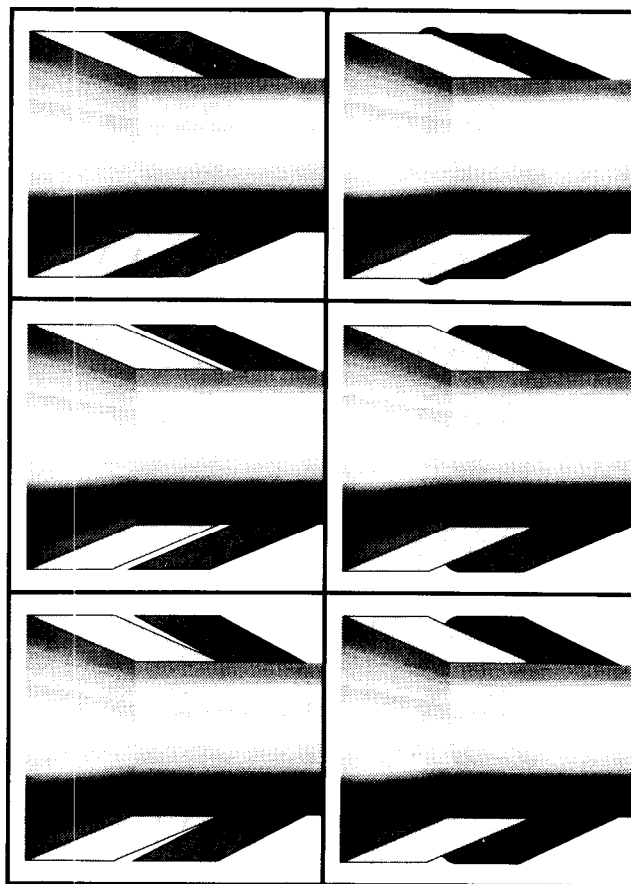


Abb. 9: Auswirkungen an der Bandnahtstelle bei ungenauem Bandansatz oder einem Bandbreitenfehler:  
 linke Kolonne: theoretische Darstellung  
 rechte Kolonne: praktische Auswirkungen  
 oben: Band zu eng angesetzt  
 Mitte: Band zu weit angesetzt  
 unten: Bandbreitenabnahme während des Schärens

und SC — ist der Bandansatz äußerst genau. Die automatische Leitblattpositionierung arbeitet mit einer Genauigkeit von 1/10 mm. Absolut neu ist dabei, daß am Ende eines Bandes für die nächste Sektion an beiden Seiten beliebig viele Fäden angefügt oder entfernt werden können. Die Maschine steuert trotzdem die genaue Position an. Damit ist eine weitere Vereinfachung in der Bedienung erreicht und eine Fehlermöglichkeit ausgeschaltet.

Eine genaue Bandführung ist ebenfalls sichergestellt: einerseits durch einen auf präziser und robuster Schärtraverse absolut spielfrei geführten Schärschlitten und andererseits durch einen minimalen Abstand des Leitblattes zum Auflaufpunkt. Die Steuerung der automatischen Schärschleifabhebung erfolgt in Abhängigkeit vom Wickelaufbau durch den elektronischen Prozeßrechner ohne Bedienungseingriff. Der Fadenlauf ist dabei weitgehend frei von zusätzlichen Umschlingungen und Umlenkungen (Abb. 10, 11 und 12).

Das Konstanthalten der Schär- und Bäumgeschwindigkeit sowie der Bäumspannung gehört zum heutigen Stand der Technik bei modernen Schärmaschinen. An

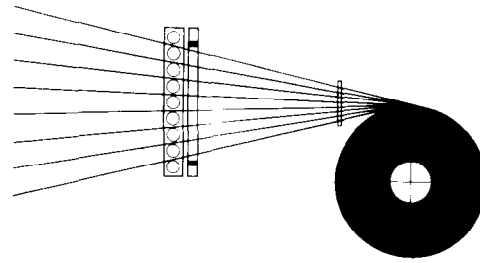


Abb. 12: Fadenkreuzvorrichtung ZUA; schematischer Fadenlauf (Betriebsstellung)

unseren Modellen SC und SE werden diese drei wesentlichen Funktionen durch den elektronischen Prozeßrechner berührungsfrei gesteuert; ebenso die zur Erzielung einer genügenden Baumhärte notwendige Fadenspannung beim Bäumen.

Moderne Webmaschinen benötigen vielfach derart hart gewickelte Bäume, daß allein durch das Anspannen der Fäden beim Bäumen extrem hohe Fadenspannungen eingesetzt werden müssen, was oft zu Lasten der Fadenqualität geht.

Diese Baumhärte kann mit halbem Spannungswert erreicht werden, sofern die als Zusatzvorrichtung lieferbare Preßvorrichtung eingesetzt wird. Die Elastizität und der Garncharakter, besonders bei texturierten Garnen, bleiben so am besten erhalten (Abb. 13 u. 14).

Filamentgarne werden zur Verbesserung der Webeigenschaften vielfach geölt oder gewachst. Dies kann mit Hilfe einer Wachs- oder Ölvorrichtung während des Bäumens erfolgen. Unsere Wachs- oder Ölvorrichtung verfügt über einen Gleichstromantrieb, der von 1 - 26 Umdrehungen pro Minute regelbar ist.

Wird eine Flusenkontrolle notwendig, so ist auch an der Sektionalschäranlage der Einsatz eines Flusenwächters zwischen Gatter und Maschine möglich, ebenso der Einsatz eines Fadenspeichers (Abb. 15).

Noch ein Wort zur Automation. Neben der Sicherung der Qualität dient sie der Vereinfachung der Bedienung. Ein Schritt in diese Richtung ist an den Sektionalschärmaschinen der Modelle SC und SE mit der

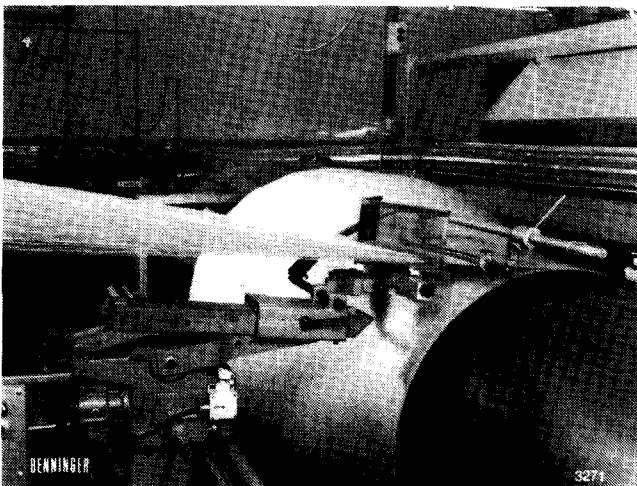


Abb. 10: Automatische Blattabhebung; Position am Bandanfang

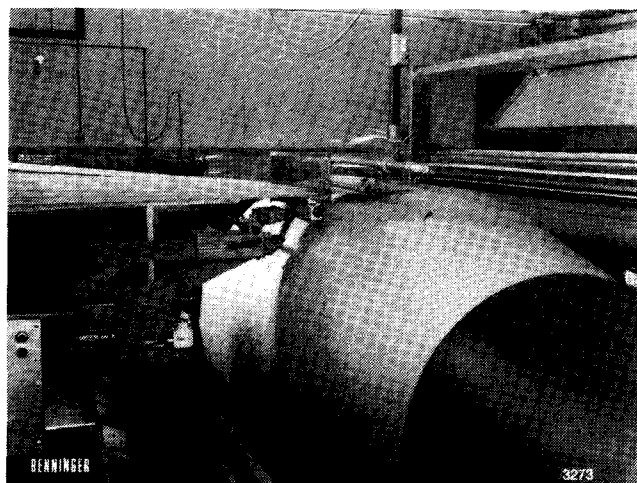


Abb. 11: Automatische Blattabhebung; Position am Bandende

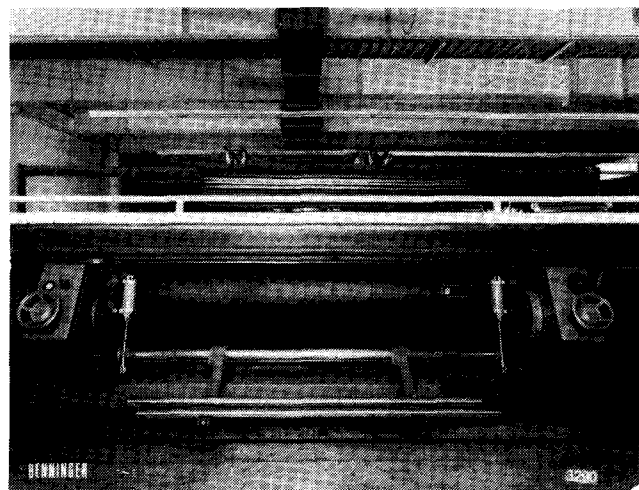


Abb. 13: Preßvorrichtung ohne Baum

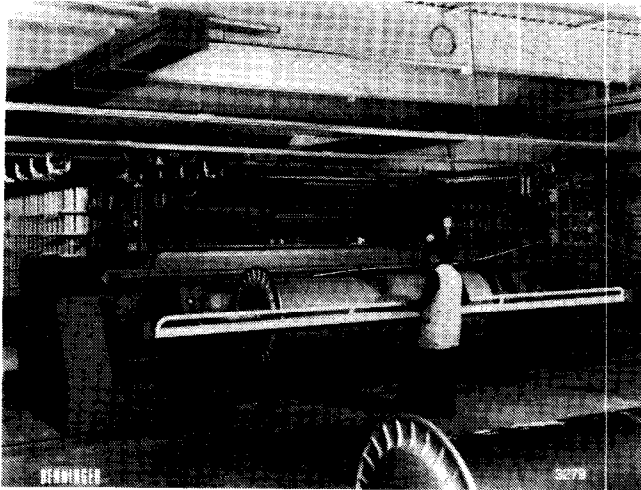


Abb. 14: Preßvorrichtung mit Baum

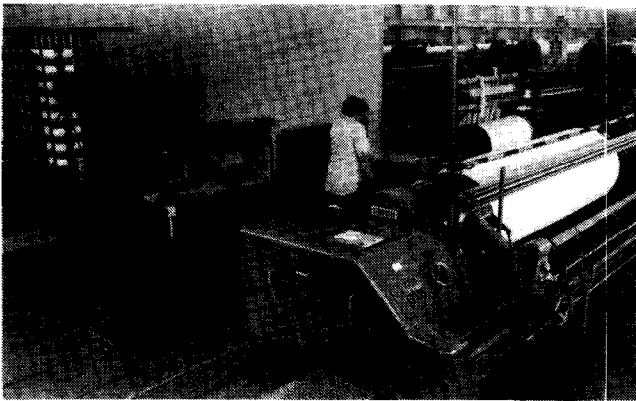


Abb. 15: Schärenanlage mit Flusenwächter

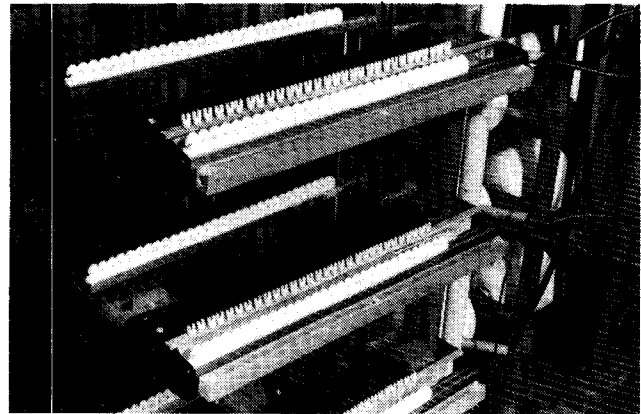


Abb. 16: Ionisierung am Gatter

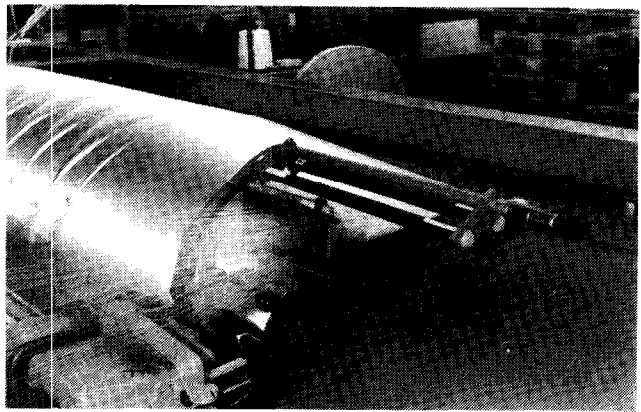


Abb. 17: Ionisierung am Leitblatt

elektronischen Abstellautomatik und einer autonatischen Folgesteuerung gemacht worden. Die Maschine stellt sich wenige Meter vor dem Erreichen der vorgeählten Meterzahl für das Fadenkreuz oder das Bandende automatisch ab und läuft dann im Kriechgang exakt auf die genaue Länge weiter. Das Anvisieren des Fadenkreuzes oder des Bandendes durch die Schärerin fällt damit weg. Nach dem Abschneiden und Befestigen des Bandes genügt ein Knopfdruck, um die vorher erwähnte Bandansatzautomatik vollautomatisch ablaufen zu lassen. Nimmt man noch die ebenfalls besprochene Auftragssteuerung mit automatischer Konushöhenermittlung hinzu, dann kann man beim heutigen Sektionalschären von einem wirklich einfachen Verfahren sprechen. In Hinblick auf die Personalsituation in unseren Betrieben sind Bedienungsvereinfachungen und -sicherungen ein Gebot der Stunde.

2. 4. Raumklima, elektrostatische Aufladung

Der Neigung zu elektrostatischer Aufladung, die der geringen Leitfähigkeit von Filamentgarnen zuzuschreiben ist, kann durch günstige Klimabedingungen und den Einsatz von Ionisiervorrichtungen wirksam begegnet werden (Abb. 16 und 17).

Muß Filamentgarn vor der Verarbeitung konditioniert

werden? Hier ist ein klares Ja am Platz. Die Regel ist, das Material 24 Stunden vor der Verarbeitung im klimatisierten Raum ausgepackt, am besten auf Gatterwagen aufgesteckt, zu lagern. Die Ihnen sicher bekannten Unfälle, wie geborstene Kett- oder Teilbäume und zusammengedrückte Schärtrommeln, können zum Teil auf Verstöße gegen diese Regel zurückgeführt werden. Die Einschnürungskräfte werden vor allem dann frei, wenn es nach dem Wickelvorgang zu einem Feuchtigkeitsverlust kommt, was einer Volumenreduktion gleichzusetzen ist.

3. Die Wirtschaftlichkeit

Welches sind die wirtschaftlichen Aspekte des Sektionalschärens? Die Kettqualität bestimmt weitgehend das weitere Laufverhalten und schließlich den Qualitätsausfall des Fertigartikels in hohem Maße. Sie ist von allergrößter Bedeutung, leider aber nur schwer in Zahlen auszudrücken. Hingegen ist es möglich, anhand von Produktionsdaten mittels EDV Produktionsberechnungen anzustellen und diese zu Wirtschaftlichkeitsvergleichen heranzuziehen (Abb. 18).

Diese Abbildung macht deutlich, daß das Schär-/Bäum-System bis zu einer bestimmten Los- bzw. Partiegröße wirtschaftlich interessant ist und daß das Zetteln/Assemblieren erst ab ca. 18 000 m geringfügig kostengünstiger wird.



SFr. /  $1 \cdot 10^6$  Fadenmeter

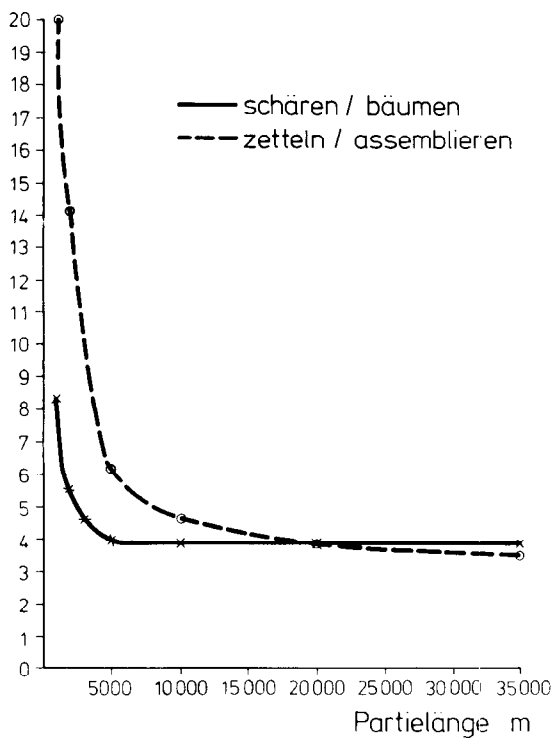


Abb. 18: Kosten in Abhängigkeit von der Partiegröße ohne Schlichten

Bei Materialien, die von Baum zu Baum geschlichtet werden, liegt die Rentabilitätsgrenze bei 14 000 m Auftragslänge (Abb. 19).

SFr. /  $1 \cdot 10^6$  Fadenmeter

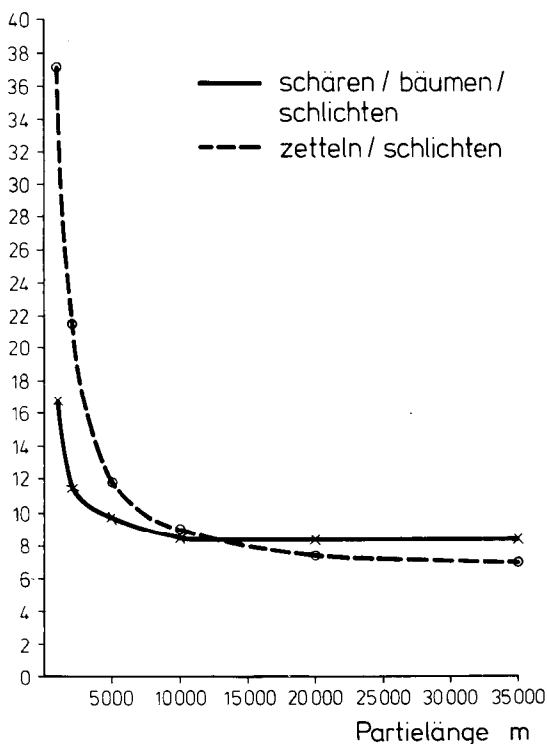


Abb. 19: Kosten in Abhängigkeit von der Partiegröße inklusive Schlichten

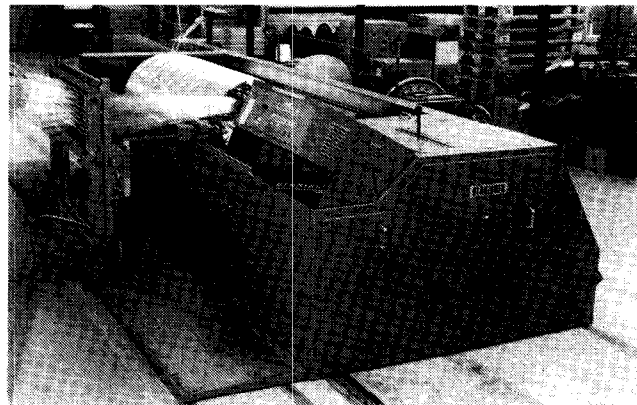
Es lohnt sich auf jeden Fall, solche Wirtschaftlichkeitsüberlegungen unter Einbezug aller betriebsspezifischen Produktionsbedingungen durchzuführen. Die Erfordernisse der Beweglichkeit sowie die qualitätsbezogene Eignung der Systeme müssen ebenfalls mitbewertet werden.

#### 4. Sektionalschären von Filamentgarn in der Praxis

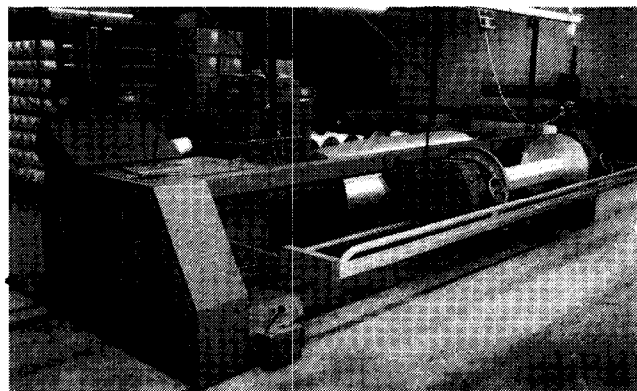
Wenn auch nahezu alle Kettqualitäten sektionalgeschärt werden können, zeichnen sich, nicht zuletzt aus Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitserwägungen heraus, Einsatzschwerpunkte ab (Abb. 20 a und 20 b). Vorzüglich werden alle hochgedrehten Garne, Crepe und Voile etc. sektionalgeschärt. Die idealen Fadenlauf- und Fadenführungsverhältnisse verhindern das gegenseitige Verkordeln und Verdrehen der Fäden. Das Fadenkreuz entspricht genau der Fadenfolge beim Wickelprozeß.

Auch bei ungedrehten Filamentgarnen findet man das Sektionalschären häufig im Einsatz. Es handelt sich vor allem um Ketten, die ungeschlichtet auf Wasserdüsenwebmaschinen abgewoben werden, wie zum Beispiel Polyamid 44 dtex f 10 luftverwirbelt.

Für Garne mit Kett Drehung, unabhängig ob texturiert oder glatt, ist das Schlichten ab Schärbaum im Baumzu-Baum-System für viele Weber das beweglichste und kostengünstigste Verfahren. Außerdem beweist die Praxis, daß vor allem bei texturierten Garnen geschärte Ketten weniger Texturier-Streifenneigung zeigen als beispielsweise ab Zettelwalzen oder Gatter geschlichtete Ketten.



a



b

Abb. 20 a u. b: Gesamtansicht der Schärenanlage

### Zusammenfassung

Moderne Hochleistungsschärnanlagen sind weitgehend universell und produzieren qualitativ hochwertige Ketten:

- durch den Einsatz von Hochleistungsfadenspannern für hohe Fadenlaufqualität und gleichmäßige Fadenspannung, auch bei hoher Produktionsgeschwindigkeit, und
- durch Sektionalschärmaschinen, die unter Ausnutzung modernster Meß- und Regeltechnik den Bedienungsanfang auf ein Minimum reduzieren, die Fehlermöglichkeiten ausschalten und somit eine hohe Betriebs- und Qualitätssicherheit erzielen.

Bruch sichere Schärtrommeln mit einstellbarem Konus machen die Schärmaschine praktisch für jede Materialart einsetzbar. Das große Fassungsvermögen der Trommel — bei unserem Modell SE reicht es aus, um 1-m-Bäume zu füllen — erlaubt große Kettlängen und macht den Einsatz der Sektionalschärmaschine auch wirtschaftlich auf breitem Gebiet vertretbar.

### Diskussion:

**Köb:** Herr Bollen hat uns anhand eines einzigen Erzeugnisses einer Firma demonstriert, wie es heute möglich ist, empfindliche Materialien mit hohen Geschwindigkeiten in solcher Qualität auf Kettbäume zu bringen, daß später eine einwandfreie Verarbeitung gewährleistet ist.

**Schutz:** Sie haben eine Regulierung der Fadenspannung durch Rechner in Ihre neue Maschine eingebaut. Welche Spannungsunterschiede können Sie noch wahrnehmen, und welche Toleranzen der Spannung erlaubt Ihr neues System?

**Bollen:** Es ist richtig, daß der Wickelprozeß durch die Fadenspannung beeinflusst wird. Zu Beginn des Schärens geben wir eine dem Material entsprechende Fadenspannung vor, und der Rechner kontrolliert das Auftragsverhalten auf der Schärtrommel bei der gegebenen Fadenspannung. Ändert sich diese Fadenspannung durch irgendwelche Einflüsse, beispielsweise während des Anlaufes oder beim Abstellen der Maschine, bei Veränderungen des Spulendurchmessers oder beim Spulenwechsel während des Schärens oder aber auch bei einer Veränderung der Geschwindigkeit, so registriert das Meßgerät eine Schichtdickenveränderung als Folge der Spannungsänderung. Der Rechner führt mittels des regulierbaren Fadenspanners die Fadenspannung auf die vorgegebenen Werte zurück, sodaß wieder ein gleiches Schichtdicken- bzw. Auftragsverhalten erzielt wird. Sie fragten nach der Toleranz oder den Spannungsunterschieden. In der Regel sind es Spannungsschwankungen, die kurzzeitig plus/minus 10% betragen.

**H. Bauer:** Treten bei der Konstruktion Ihrer Schärtrommel mit Konuslinealen und zylindrischem Körper Spannungsunterschiede zwischen den ersten und den letzten Bändern auf? Mir ist bekannt, daß bei solchen Konstruktionen und texturierten Garnen Spannungsunterschiede auftreten.

**Bollen:** In welcher Form liegen diese Spannungsunterschiede vor, als Folge von Wickeldurchmesserunterschieden?

**Bauer:** Beim Umspulen werden die letzten Bänder gegenüber den ersten lose.

**Bollen:** Ich habe in einem Dia über das übliche Verhalten bei nicht geregelter Schärverfahren gezeigt, daß es bei Abnahme des Spulendurchmessers und der damit ver-

bundenen Spannungszunahme vielfach zu einem Abfall des Wickeldurchmessers kommt. Wir nennen das die sogenannte Zigarrenform.

Die Auftragssteuerung von BENNINGER kontrolliert aber ständig das Wickelverhalten, und die Spannungsveränderungen werden gegebenenfalls durch Veränderung des Fadenspanners auf den richtigen Wert zurückgeführt. Bei gleicher Fadenspannung können Sie voraussetzen, daß die Wickelverhältnisse gleich sind.

**Köb:** Ich glaube, daß die Frage nicht ganz beantwortet ist, denn Herr Bauer meinte, daß die Bändchen an den Randzonen des Konus, d. h. außen, eine andere Spannung erhalten. Sie können aber nur die Gesamtspannung regeln und nicht die Außenbänder gegenüber den Bändern, die in der Mitte liegen.

**Bollen:** Das ist an und für sich ein grundsätzliches Problem des Konusschärens. In diesem Zusammenhang wurde auch das Vieleck zitiert und die damit gegebene geometrische Veränderung der Länge. Dieses Problem wird von uns berücksichtigt, indem man den Ansatzpunkt etwas auf die Keilseite verschiebt, womit die unmittelbar auf die Konuskeile auflaufenden Fäden einen etwas größeren Umfang vorfinden. Mit dieser Maßnahme ist eine für die Praxis ausreichende Genauigkeit erzielbar.

**Hlavac:** Welche max. Länge der Kette ist für 44 dtex möglich, und welche Lagendicke ist auf dem Kettbaum zu erzielen?

**Bollen:** Der entscheidende Faktor ist die mögliche Wickelhöhe. Diese dürfte bei texturierten Garnen und bei der Schärtrommelkonstruktion von BENNINGER ausreichend sein, um Webäume von 1000 mm Scheibendurchmesser zu füllen.

**Waldecker:** Wenn ich Sie richtig verstanden habe, ist die Steuerung der Fadenzugkraft eine Steuerung der Fadenscharzugkraft. Wenn das so ist, dann gilt das Verfahren nur dann, da Sie keinen Fadenspannungsausgleicher haben, wenn man ohne Magazin, d. h. ohne Überlauf, schärt, d. h. Schären beispielsweise ab Wagengatter bei gleichmäßigen Spulen, die gleichmäßig gewechselt werden. Ist das richtig?

**Bollen:** Die mittlere Fadenspannung im Schärband bestimmt das Wickelverhalten. Dies gilt auch für das Magazin-gatter-System, wo unterschiedliche Spulendurchmesser und damit verbundene unterschiedliche Ablaufadenspannungen auftreten. Vom Rechner, d. h. von der Auftragssteuerung, wird das Spannungsniveau auf einer für das gesamte Band repräsentativen mittleren Fadenspannung gehalten.

**Waldecker:** Innerhalb der Fadenschar bleibt also die Einzelspannung in Abhängigkeit vom Spulendurchmesser leicht unterschiedlich?

**Bollen:** Das ist grundsätzlich richtig. Durch die Dynamisierung des Fadenspanners, wo auch die letzte Umschlingung durch die Rolle überwunden wird, kommt es zu keiner Verstärkung der naturgemäß auftretenden Ablaufspannungsunterschiede.

**Köb:** Sie sprachen einerseits von einer Dynamisierung des Fadenspanners, haben aber gesagt, daß die Umlenkungen durch eine Rolle ersetzt sind. Wie ist das physikalisch gelöst? Haben sie auf die Umschlingung verzichtet und eine Normaldruckbremse montiert, oder hat es etwas mit der Dynamisierung zu tun, daß die Rolle noch zusätzlich ausgleichend wirkt?

**Bollen:** Es handelt sich um eine Rolle, welche zur Überwindung der 90-Grad-Umschlingung am Ausgang des Normaldruckspanners montiert ist. Ihre Wirkung auf die Fadenlaufhöhe habe ich im Vortrag mit dem vergleichenden Dia „Fadenlauf mit und ohne dynamisches Umlenkelement“ aufgezeigt.

**Köb:** Das Bild war durchaus klar. Es ging nur darum, festzustellen, ob es eine besondere Rolle ist oder eine, die nur eine Umlenkung bewirkt.

**Bollen:** Diese Rolle bewirkt die 90-Grad-Umlenkung und dank ihrer Masse eine enorme Beruhigung des Fadenlaufes.

## Produktion, Eigenschaften und Verhalten von spinnfaserähnlichen Filamentgarne

Dr. D. J. Williams und Dr. T. J. Arkers,  
Courtaulds LTD., London

Spinnfaserähnliche Filamentgarne zeigen viele der besten Eigenschaften von gesponnenen Garnen, wie z. B. warmen Griff und gutes Deckvermögen, während bei ihnen die normalerweise geringen Garn- und Stoffherstellungskosten der Filamentgarne beibehalten werden können. Außerdem können bestimmte Fasern, wie z. B. Triacetate, die normalerweise in Stapelform nicht in befriedigender Weise verarbeitet werden können, in Einsatzgebiete für gesponnene Garne, z. B. in hochbauschigen Strickartikeln, eingesetzt werden, wo sie die Stabilität, wie dies von Triacetat bekannt ist, verbessern.

Die Möglichkeiten, das allgemeine Aussehen von kontinuierlichen Filamentgarne zu verbessern, werden am Beispiel zweier Courtaulds Produkte gezeigt.

Nachteile, die Acrylgarne durch Pillen und geringen Formstabilitätseinsatz bei Hochbauschstrickartikeln zeigen, werden durch „Tricel-Soft“ beherrscht.

„Tricel-Soft“ ist ein lufttexturiertes Garn, in welchem in Stapelform gebrachte Triacetatfilamente von einem Nylongarn gelegt sind. Das gibt dem Garn einerseits reduzierten Glanz und einen warmen Griff, wie er normalerweise von Wollprodukten bekannt ist, und andererseits eine gleichmäßige Festigkeit durch das Nylonfilamentgarn. Die geringe Festigkeit der Triacetatfilamente führt zu Produkten mit geringem Pillvermögen.

Ein texturiertes Polyestergarn aus Filamenten, entlang deren Längen die Kräuselung, deren Festigkeit, der Durchmesser und die Anfärbbarkeit variieren, verleiht Gestriicken und Geweben aus Polyester natürliches Aussehen und natürlichen Griff. Da die Garneigenschaften ähnlich jenen aus konventionellem texturiertem Polyester vor dem Färben und Ausrüsten sind, wird die Stoffproduktion in ihrer Effizienz nicht beeinträchtigt. Details der Garn- und Filamenteigenschaften werden erörtert.

Spun like continuous filament yarns offer many of the best properties of spun yarns, for example warm handle, good cover, whilst maintaining the generally lower yarn and fabric production costs associated with continuous filament yarns. In addition, certain fibres, e. g. triacetate, which cannot be processed satisfactorily in staple form may be used in spun yarn outlets, e. g. high bulk knitwear, to give improved stability associated with triacetate. The problem of improving the general aesthetics of continuous filament yarns is described with specific reference to two Courtaulds products.

A textured polyester yarn comprising filaments, which randomly vary along their length in crimp, tensile properties diameter, and dyeability confers a "natural" appearance and handle to polyester knitted and woven fabrics. Since the yarn is similar in properties to conventional textured polyester before dyeing and finishing, fabric production efficiencies are not impaired. Details are provided of yarn and filament properties.

For high bulk knitwear markets the deficiencies in acrylic yarns of pilling and poor dimensional stability are overcome by "Tricel-Soft". Tricel-Soft is an air textured yarn in which stapled triacetate filaments have a random lay about a nylon yarn. This gives the yarn a reduced lustre and warm handle normally associated with wool type products and at the same time the uniform strength of a continuous filament nylon yarn. The low strength of the triacetate filament confers low-pilling characteristics to the products.

## Einleitung

So wie die Verbreitung und das Produktionsvolumen von Chemiefasern zunahm, wurden auch Methoden zur Modifizierung der Garne entwickelt, vor allem solche, die zu einem Bausch, ähnlich dem von gesponnenen Garnen aus natürlichen Fasern, führten. Den größten Erfolg brachte der Falschzwirnprozeß, der gerade für Nylon, Polyester und Triacetat zu einem sehr hohen Niveau entwickelt wurde. Ein anderer Prozeß, der den Charakter kontinuierlicher Filamentgarne entscheidend modifizierte, wurde von Du Pont als Taslanprozeß eingeführt.

Die zwei Garne, die hier beschrieben werden sollen, stellen Weiterentwicklungen eines texturierten Polyestergarns und eines lufttexturierten Garns, das Triacetatfilamente enthält, dar. Diese neuen Entwicklungen führen zu spinnfaserähnlichen Filamentgarne, die viele der besten Eigenschaften der gesponnenen Garne, wie z. B. warmen Griff und gutes Deckvermögen, mit den im allgemeinen geringeren Garn- und Stoffherstellungskosten der kontinuierlichen Filamentgarne vereinen. Darüber hinaus können aber auch bestimmte Fasern, wie z. B. Triacetat, die in Stapelform nicht in befriedigender Weise verarbeitet werden können, für Einsatzgebiete von gesponnenen Garnen verwendet werden, wie z. B. für bauschige Strickwaren.

## Tricel-Soft

### a) Produktion

Triacetatfasern können als Stapelgarn nicht in befriedigender Weise verarbeitet werden: die geringe Festigkeit führt zu vielen Problemen, so daß die daraus gesponnenen Garne wirtschaftlich nicht lebensfähig sind.

Bemühungen in früheren Jahren, Triacetate in den Markt der gesponnenen Garne einzuführen, begannen mit dem Lufttexturierprozeß, den Courtaulds weiterentwickelt hat. Ein nach dem normalen Luftdüsentexturierprozeß hergestelltes Garn erfüllt die meisten Ansprüche, die an ein gesponnenes Garn in bezug auf hohen Bausch und geringen Glanz gestellt werden, der Griff ist aber infolge von Schlaufen an der Oberfläche oft hart, so daß das Garn und daher auch der Stoff nur eine geringe Dehnbarkeit besitzt und sich tot anfühlt.

Da Triacetat eine schwache Faser ist, ist es möglich, die Luftdüsen so arbeiten zu lassen, daß die Schlaufen an der Oberfläche reißen und freie Faserenden entstehen, die den Griff des Stoffes wesentlich verbessern; das Garn ist aber sowohl zu schwach als auch zu wenig lebendig, um kommerzielles Interesse zu erlangen. Um eine entsprechende Festigkeit im Endgarn zu erreichen, ist es daher notwendig, ein festes kontinuierliches Filamentgarn einzuarbeiten, das nicht gerissen wird und daher zur Festigkeit beiträgt. Nylon und auch Polyester boten sich als Möglichkeit dafür an, und beide wurden auch untersucht. Wegen der leichteren Anfärbbarkeit wurde schließlich Nylon gewählt. Die relativen Festigkeiten von Nylon und Triacetat sind in Abbildung 1 gezeigt.

Die Notwendigkeit, eine Kombination von 2 Fasern (eine schwache und eine starke Faser) zu verwenden, führte zu dem Problem des homogenen Mischens, so

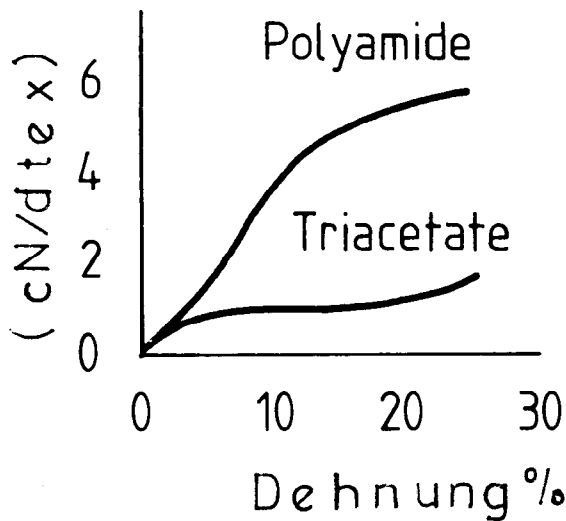


Abb. 1: Belastung/Dehnbarkeit

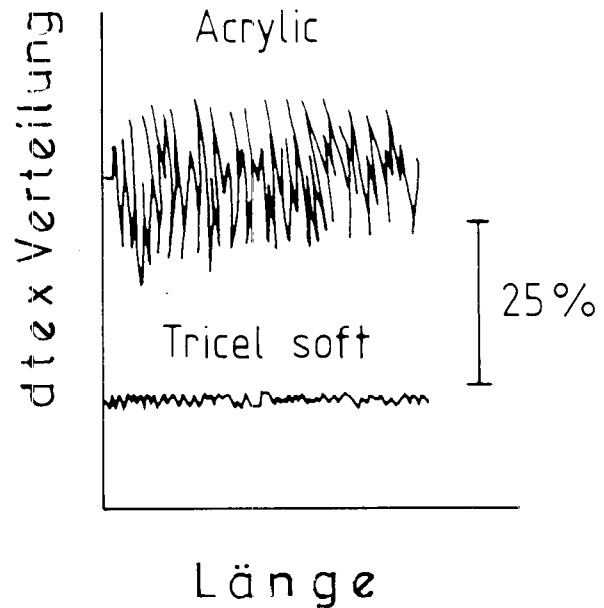


Abb. 2: Uster-Garngleichmäßigkeits-Messungen

daß einheitliche Farben beim Färben erreicht werden konnten. Außerdem mußte der Grad des Reißens der Triacetatfilamente genau kontrollierbar sein. Durch die Verwendung von Tricel-Mehrfachgarn der British Celanese Ltd., in dem Nylon- und Triacetatfasern pre-assoziiert sind, konnten die Nylon- und Triacetatfasern schließlich erfolgreich gemischt werden. Die mehrfache Zuführung von nicht-assoziierten Garnen ergab nicht den gewünschten Effekt. Der Reißgrad der Triacetatfasern muß genau eingehalten werden, da der Griff des Stoffes nachteilig beeinflusst wird, wenn zu wenige Fasern reißen, aber doch in jedem einzelnen Verarbeitungsstadium zu viele Flusen vorhanden sind, wenn zu viele Reißstellen vorhanden sind.

Der Herstellungsprozeß ist im Grunde ein Standard-Luftdüsentexturierungsprozeß. Um aber eine genaue Kontrolle des Reißgrades zu gewinnen, ist es notwendig, ein Triacetat mit einer bestimmten Festigkeit herzustellen und die Lufttemperatur, den Druck und die Feuchtigkeit in den Düsen und in der Umgebung genau einzuhalten. Das hergestellte Garn ist als Tricel-Soft bekannt und ist roh oder nach einem Spulfärbeprozess gefärbt erhältlich.

**Garn- und Stoffeigenschaften**

Im Aussehen ist Tricel-Soft gesponnenen Garnen sehr ähnlich. Wie jedoch zu erwarten ist, ist die Garngleichmäßigkeit sowohl in bezug auf den Titer als auch auf die Festigkeit den gesponnenen Garnen überlegen; diese Eigenschaften reflektieren das Ausgangsmaterial für das Garn, nämlich kontinuierliche Filamente. Die Schwankungen im Garntiter, verglichen mit gesponnenem Acrylgarn, gemessen auf einem Ustergarngleichmäßigkeitsmesser, werden in Abbildung 2 gezeigt.

Die Verarbeitungseigenschaften sowohl für das Stricken als auch für das Weben werden durch die Nylonkomponente bestimmt, und die extrem hohe Leistungsfähigkeit des Herstellungsprozesses beruht darauf, daß die Festigkeit des Garns niemals unter die des kontinuierlichen Nylonfilaments absinkt. Es gibt keine Schwachstellen in dem Garn, und es gibt keine Nissen. Tricel-Kleidungsstücke sind jenen aus gesponnenen

Acryl- oder Wollgarnen ähnlich. Den unmittelbaren visuellen Vorteil, den dieses Garn bietet, ist die Maschenklarheit, die vor allem bei Jacquardkonstruktionen sichtbar wird.

Die wahren Vorteile von Tricel-Soft werden erst nach mehrfachen Trage- und Waschzyklen sichtbar. Die inhärente Stabilität sowohl von Celon- als auch von Tricelfasern gewährt eine hohe Formstabilität des Kleidungsstückes. Die Zahlen in Tabelle 1 veranschaulichen diese Stabilität. Darüber hinaus zeigt sich aber eine ganz eindeutige Überlegenheit des Aussehens von Tricel-Soft-Bekleidungsstücken. Da nur die sehr schwachen Triacetatfasern reißen, ist das Pillen kein Problem, denn die Einzelfilamente sind nicht stark genug, um die kleinen Pillen an der Stoffoberfläche festzuhalten. Auch die Zieherbildung ist kein Problem, da die kontinuierlichen Nylonfilamente keine Schlaufen bilden. Die Abreibeeigenschaften sind gut, vor allem sind sie besser, als man von einer Ware aus 100 % Triacetatfasern erwartet. Da das Färbeverhalten von Nylon und Triacetatfasern verschieden ist, ist es möglich, nur die Nylonkomponente zu färben, was attraktive Effekte ergibt.

Tabelle 1

Tricel Soft	Wolle/Nylon
+ 1,8 % die Länge	+ 5 %
+ 1,2 % die Brustbreite	+ 2,5 %
+ 1,9 % die Saumbreite	+ 11,2 %
+ 0,8 % die Ärmellänge	+ 6,1 %

**Spinnfaserähnliche, kontinuierliche Filamentgarne aus Polyester**

Der unbefriedigende Griff und das Aussehen von Stoffen aus texturierten, kontinuierlichen Polyesterfilamenten ergibt sich aus ihrer Gleichförmigkeit. Das

Falschzwirnen führt zu einem texturierten Garn, in dem alle Filamente die gleiche Kräuselung aufweisen. Jedes Filament ist daher mit den anderen in bezug auf Kräuselung, Färbbarkeit, Schrumpf- und Bauschvermögen identisch. Das Aussehen des Stoffes ist daher sehr gleichförmig, und die Oberfläche ist glatt.

Mit Hilfe eines neuen Garnherstellungsprozesses entwickelt Cou t a u l d s ein spinnfaserähnliches Filamentgarn aus Polyester, in dem sowohl die Filamente voneinander verschieden sind als auch Unterschiede entlang eines einzelnen Filaments auftreten. Unmittelbar nach der Herstellung hat dieses Garn das Aussehen eines falschzwirntexturierten Polyester-garns, aber durch das Entwickeln des Bausches bildet sich eine davon sehr verschiedene Garnkonstruktion.

An jedem einzelnen Punkt des Garnquerschnitts zeigt sich, daß das Garn aus zwei verschiedenen Filamenttypen mit unterschiedlichem Aussehen besteht. Das Kerngarn, bestehend aus Filamenten mit einer relativ geringen Kräuselfrequenz, ist von hochgekräuselten Filamenten umgeben. Das Garn ist aber nicht nur eine einfache Mischung von hoch- und niedriggekräuselten Filamenten, da auch jedes einzelne Filament willkürlich zwischen diesen zwei Formen wechselt.

Neben dieser willkürlichen Kräuselungsgleichmäßigkeit, die zu einem sehr hohen Bausch und zu großer Weichheit führt, unterscheiden sich die einzelnen Filamente auch noch durch andere Eigenschaften. Die Filamente zeigen eine breitere Streuung im Titer als bei einem konventionell texturierten Garn, doch ist die Verteilung der Titerwerte im Garn gleichmäßig und nicht eine Mischung von bestimmten Titerwerten. Der Titerbereich der einzelnen Filamente schwankt um 2,5 dtex zum Unterschied von 1,0 dtex bei normalen falschzwirntexturierten Polyesterfilamenten (Abb. 3 a und 3 b).

Auch die Festigkeitseigenschaften streuen mehr als bei einem normal texturierten Garn; die Dehnbarkeit der Filamente kann sich um 60 %, verglichen mit 30 % bei texturiertem Polyester, ändern (Abb. 4 a und 4 b). Das verursacht Unterschiede sowohl im Schrumpfverhalten als auch in der Färbbarkeit von Filament zu Filament.

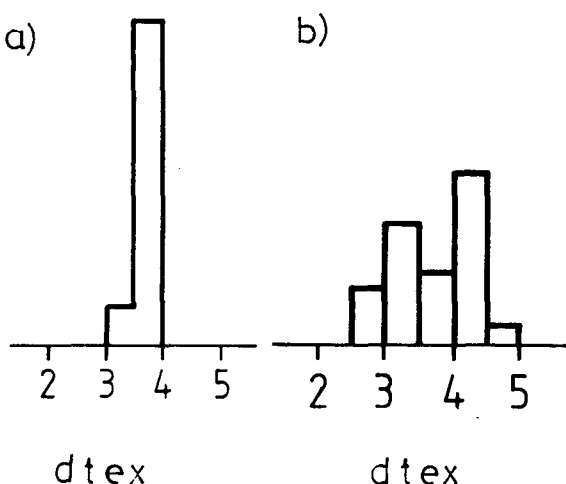


Abb. 3: Einzeltiterverteilung:  
 a) texturierter Polyester  
 b) spinnfaserähnlicher Polyester

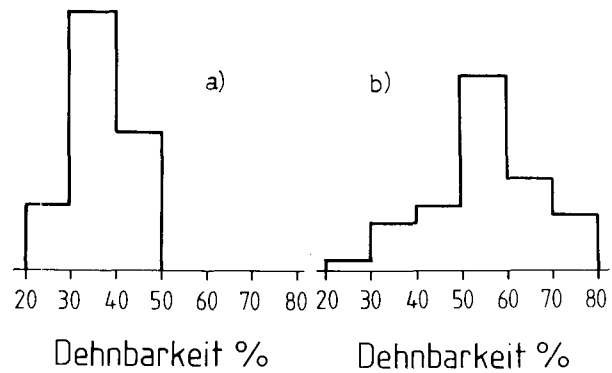


Abb. 4: Faserdehnbarkeitsverteilung:  
 a) texturierter Polyester  
 b) spinnfaserähnlicher Polyester

Diese Unterschiede der Filamenteigenschaften sind sehr verschieden von jenen, die man durch Mischen verschiedener Filamenttypen erreicht. Verfolgt man ein einzelnes Filament entlang der Länge, so findet man einen kontinuierlichen Wechsel von Titer und Festigkeitseigenschaften (Abb. 5 - 7).

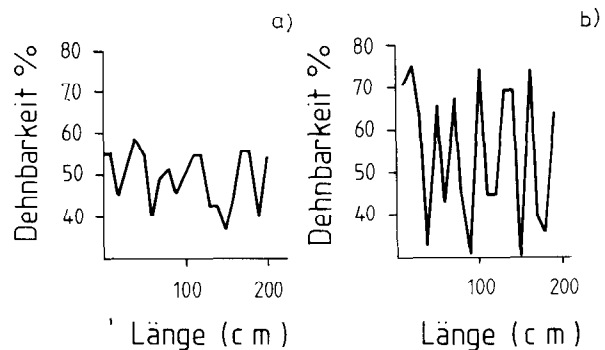


Abb. 5: Dehnbarkeit entlang der Faserlänge:  
 a) texturierter Polyester  
 b) spinnfaserähnlicher Polyester

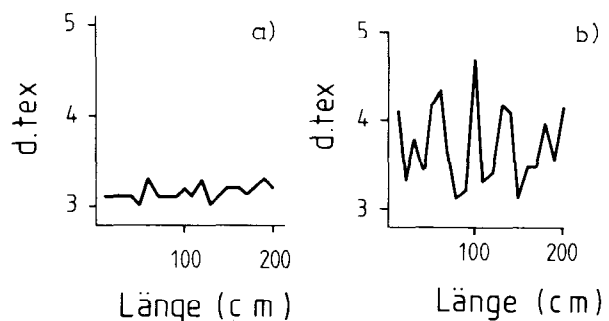


Abb. 6: Titerverteilung entlang der Faserlänge:  
 a) texturierter Polyester  
 b) spinnfaserähnlicher Polyester

Diese einmalige Kombination von Fasereigenschaften im Garn führt im Stoff zu einem Griff und Aussehen, die wesentlich verschieden sind von jenen in den Stoffen, die aus konventionell falschgezwirnten texturierten Garnen hergestellt werden. Die Unterschiede

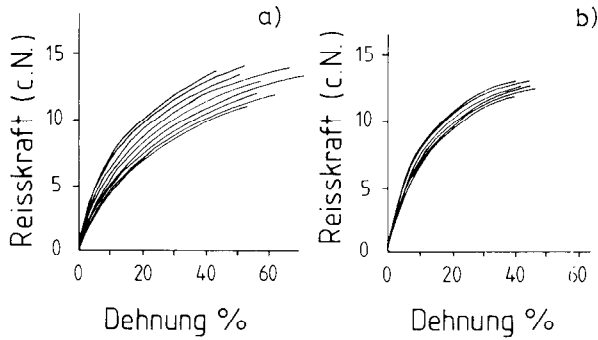


Abb. 7: Belastung/Dehnbarkeit:  
 a) spinnfaserähnlicher Polyester  
 b) texturierter Polyester

im Bauschvermögen und im Schrumpfverhalten ergeben eine unregelmäßige Stoffoberfläche beim Färben; diese wieder führt zu einem warmen und weichen Griff, wie er normalerweise von gesponnenen Garnen bekannt ist. Die Schwankungen in der Färbbarkeit sowohl von Filament zu Filament als auch entlang eines einzelnen Filaments, erzeugen einen eigenartigen Effekt, ähnlich wie bei gesponnenen Garnen. Außer der Verbesserung des Griffs wird auf diese Weise auch ein natürliches Aussehen erzielt.

Da das Garn vor dem Färben keine Schlaufen aufweist, kann es mit ähnlicher Leistungsfähigkeit wie ein texturiertes Garn verarbeitet werden. Keine Probleme entstehen beim Stricken, Wirken oder beim Weben. Da es auch keine gebrochenen Filamentenden gibt, die aus dem Garn herausstehen, gibt es kein Pillingproblem im Stoff und kein Abreiben; auch die Maschenklarheit, wie sie normalerweise von gesponnenen Garnen gezeigt wird, leidet in keiner Weise.

**Diskussion**

**Köb:** Es wurden uns hier zwei neue Garne vorgestellt: ein spinnfaserähnliches Garn und eines, das nach der Schlingentechnologie hergestellt wurde.

Welche Färbetechnik würden Sie für das Garn aus Polyamid und Triacetat vorschlagen, wenn man beide Komponenten anfärben will? Muß das in getrennten Bädern durchgeführt werden?

**Williams:** Will man die beiden Komponenten auf dieselbe Farbtiefe einfärben, so benutzt man ein Färbebad, aber eine Mischung aus einem Dispersionsfarbstoff und einer sauren Farbstoffkomponente, um das Polyamid auf denselben Farbton und auf dieselbe Farbtiefe zu bringen.

**van Krimpten:** Welche Einsatzgebiete für diese neuen Garne sind vorgesehen? Haben Sie schon etwas Spezifisches im Auge?

**Williams:** Die speziellen Einsatzgebiete für Tricel-Soft sind hochbauschige Strickwaren, obwohl ein Teil sicher auch in Webwaren eingesetzt werden wird.

**Akers:** Das Polyestergerne wurde fast für alle Einsatzgebiete, wo kontinuierliches texturiertes Polyestergerne verwendet werden kann, entwickelt. Im Moment setzen wir die Garne vorwiegend in gewebten Materialien mit leichtem Gewicht, vor allem in Damenbekleidung ein. Wir sind aber bestrebt, die Einsatzgebiete auch auf Herrenbekleidung und feinere Gewebe auszudehnen.

**Riggert:** Sie haben für das Polyesterfilamentgerne die Polyesterfaser so modifiziert, daß Unterschiede in der Kristallinität entlang des Filaments auftreten. Könnten Sie diese Modifizierung etwas detaillierter beschreiben?

**Akers:** Einzelne Filamentteile haben eine höhere Orientierung und andere eine geringere. In den weniger orientierten Teilen ist die Kristallinität geringer, daher nehmen diese Teile mehr Farbstoff auf als die stark orientierten kristallinen Teile.

**K. Bauer:** Welche Art von Düsen verwenden Sie, und wie hoch ist die Produktionsgeschwindigkeit, die Sie bei dem Triacetat/Nylongarne erreichen?

**Williams:** Wir erreichen eine Produktionsgeschwindigkeit von ca. 400 m/min mit Düsen, die wir selbst entwickelt haben.

**van Krimpten:** Wie liegen die Preisverhältnisse beim Polyestergerne? Sind diese Garne teurer als normal texturierte Polyestergerne oder liegen die Herstellungskosten ungefähr in derselben Größenordnung?

**Akers:** Im Moment können wir Ihnen noch keine Details geben, wie dieses Garn hergestellt wird. Für die nächste Zukunft beabsichtigen wir, diese Garne zu verweben und die Stoffe auf den Markt zu bringen; wir wollen keine Garne verkaufen. Selbstverständlich ist uns bewußt, daß man Stoffe aus Polyesterfilamentgerne mit verbesserter Ästhetik gegenüber normal texturierten PE-Materialien nur dann verkaufen kann, wenn auch der Preis dieser Garne nicht sehr viel höher liegt als der von kontinuierlich texturierten Polyesterfilamentgerne.

**Denton:** Gestern hörten wir über die Spannungssensibilität von Heathcoat's Faser M-Garne, die dadurch bedingt ist, daß das Garn während der Texturierung relaxiert, schrumpft und daher gedehnt werden kann.

Auch Ihr Polyestergerne hat Bereiche einer geringen Orientierung, und ich nehme daher an, daß es auch gedehnt werden kann, wie eben ein unvollständig verstrecktes Garn. Resultiert daraus nicht, daß dieses Garn spannungssensitiv wird? Verändert sich bei der Belastung nicht der Charakter des Garnes?

**Akers:** Nein, wir haben bereits viele Tonnen von diesem Garn hergestellt und verwebt. Wir kontrollieren die Spannung bei diesem Garn genauso wie bei jedem anderen Garn.

Es sind ja nicht Garnabschnitte, die dehnbar sind, sondern nur Teile der einzelnen Filamente. Wenn man daher die Dehnbarkeit des Garnes mißt, so ist sie gleichmäßig und konstant. Neben jedem dehnbaren Abschnitt eines Filaments liegt ein Abschnitt von niedriger Dehnbarkeit des benachbarten Filaments, der verhindert, daß eine Dehnung des Gesamtgarnes erfolgt. Die Dehnung ist entlang der gesamten Garnlänge konstant.

**Brown:** Treten beim Kreuzfärben Probleme durch eine differenzielle Abreibung bei Tricel-Soft auf?

**Williams:** Wenn man das Garn sehr starker Beanspruchung aussetzt, dann würde man sicher Unterschiede bemerken. Vor allem dann, wenn die Triacetatfaser abgerieben wird und die gefärbte Nylonfaser zum Vorschein kommt. In hochgebauschter Strickware wird das natürlich nicht der Fall sein, und wir haben daher keine derartigen Erfahrungen gemacht.

## Anwendungsbereiche und Limiten der Transfertechnik

Ing. W. Badertscher, Ciba-Geigy AG, Basel

Der Transferdruck ist auch für den konventionellen Textildrucker von Interesse. Der Übergang erfordert allerdings ein Umdenken und Abwägen technischer und wirtschaftlicher Belange. Die Chemie hat den Bedingungen des Transferdrucks entsprechende Farbstoffe entwickelt. Zurzeit zeichnet sich eine Überproduktion von Transferpapier ab. Dies führt zur Suche nach neuen Einsatzmöglichkeiten; deren Chancen und Grenzen werden aufgezeigt.

Transfer printing is also of interest to conventional printers. The transition will, however, require some rethinking and the evaluation of technical and economical factors. The chemical industry has developed dyestuffs meeting the requirements of transfer printing. For the time being there is an oversupply of transfer paper, which explains why new fields of application are looked for. Limitations and possibilities are outlined.

Das Prinzip des Transferdrucks hat wegen seiner technologischen Einfachheit immer mehr Textildrucker angespornt, sowohl für den Eigenbedarf als auch für den Verkauf selbst Transferpapiere zu bedrucken. Zurzeit sind es bereits über 50 Betriebe mit einer breiten geographischen Verteilung (Abb. 1).



Abb. 1: Geographische Verteilung der textilen Transferdrucker

Da nicht nur die Textildrucker, sondern auch die traditionellen Transferpapierhersteller ihre Produktionskapazität beträchtlich erhöht haben, wurde im Verlauf von 1977 eine Überkapazität ersichtlich.

Dies führte zwangsläufig zu einer Intensivierung der Suche nach neuen Möglichkeiten. Es lassen sich dabei vier Trends feststellen, die in Abbildung 2 gezeigt sind.

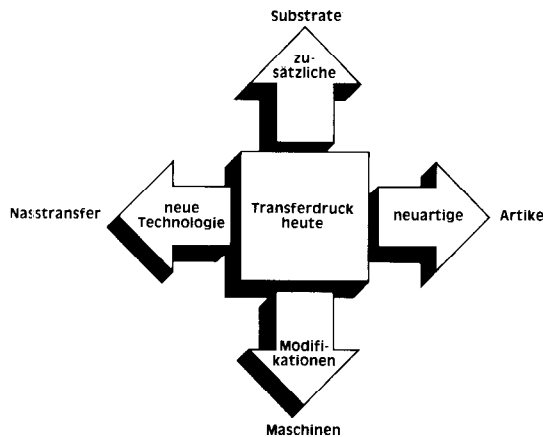


Abb. 2: Trends beim Transferdruck

Von den aufgezeigten Entwicklungsmöglichkeiten möchte ich auf die beiden Richtungen:

- zusätzliche Fasersubstrate und
- Naßtransfertechnik

etwas differenzierter eingehen.

Zuerst die Faseranwendungsbereiche:

Wir haben eingangs erwähnt, daß der Transferdruck sich durch seine einfache Applikation auszeichnet.

Es ist also offensichtlich, daß wir für weitere Faseranwendungsbereiche dieses Hauptkriterium mitberücksichtigen wollen.

Andererseits muß mit einer neuen Technologie der derzeitige Stand der Technik bezüglich der Koloristik, d. h. Farbtiefe, Farbenbrillanz und Echtheiten, erreicht werden.

Wenn wir die Anwendbarkeit des Transferdrucks unter diesen Gesichtspunkten betrachten, ergeben sich die in Abbildung 3 dargestellten Fasergruppen.

Faser-Anwendungsbereiche	Limiten	Arbeitsweise
PES, Qiana	praktisch keine	einfach
PA, PAC, CT	Echtheiten (PA) Faserdeformation (PAC)	einfach
PES/CEL, CEL	Echtheiten Brillanz Faserschädigung	mit Vorbehandlung Nachwaschen

Abb. 3: Fasergruppen und Limite der Anwendbarkeit des Transferdrucks

### Kommentar zu diesen Fasergruppen

#### 1. PES, Qiana

Diese beiden Fasern bleiben nach unserer Ansicht auch in Zukunft der wichtigste Anwendungsbereich.

Als Limite bleiben die ursprünglichen Nachteile, nämlich

- eine gewisse negative Beeinflussung der Faser-oberfläche sowie
- die limitierte Penetration.

Es ergibt sich daraus, daß der Transferdruck wohl kaum den Direktdruck auf PES verdrängen wird. Wir können uns jedoch wohl vorstellen, daß sich das derzeitige Verhältnis von:

70 % Direktdruck zu 30 % Transferdruck

noch etwas zugunsten des Transferdrucks verschieben wird.

## 2. PAC, PA, CT

Hier haben wir es mit einer Gruppe von Fasern zu tun, die sich von Natur aus für den Transferdruck eignet. Es ergeben sich jedoch folgende Limiten:

### — PA

Die Anwendung des Transferdrucks auf PA ist durch die Tatsache limitiert, daß Dispersionsfarbstoffe im Druck bei mittleren bis hohen Farbtiefen zu geringen Naßechtheiten führen.

Es kommen demzufolge nur diejenigen Artikel in Betracht, für die keine hohen Echtheitsansprüche gestellt werden.

### — CT

CT ist zur Zeit im Textildruck keine bedeutende Faser. Sie eignet sich generell für den Transferdruck sehr gut, vorausgesetzt, daß man ohne den allgemein üblichen S-Finish auskommen kann.

### — PAC

Ein besonders interessantes Thema stellt der Trockentransferdruck auf PAC dar. Auf Grund der artikelbezogenen, vielseitigen Verwendungsmöglichkeit ist die PAC-Faser prädestiniert, dem Transferdruck ein neues Anwendungsgebiet zu schaffen.

Dabei sind folgende Kriterien von Wichtigkeit:

- Temperaturbeständigkeit der Faser (sollte 200-210°C ohne Vergilben bzw. Verhärten ertragen) und
- Anfärbbarkeit der Faser mit Dispersionsfarbstoffen.

Es ergeben sich also im Vergleich zu PES einige neue Kriterien, bei denen der Faserhersteller die Schlüsselrolle spielt.

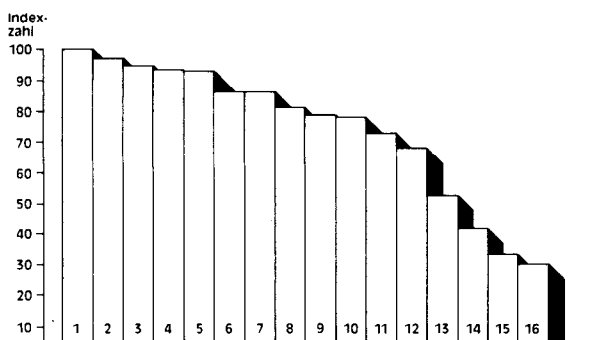


Abb. 4: Anfärbbarkeit der PAC-Fasern

Aus diesem Grunde haben wir mit 16 verschiedenen PAC-Faserprovenienzen eine systematische Untersuchung durchgeführt.

Untersuchungskriterien dieser 16 Fasern waren: Farbausbeute, Griffbeeinflussung und Vergilbung.

Als erstes möchten wir die Anfärbbarkeit der PAC-Fasern im Trockentransfer mit Dispersionsfarbstoffen betrachten (Abb. 4).

Wir haben die 16 Testfasern mit einem Testfarbstoff transferiert und dabei die stärkste Farbausbeute als Indexzahl 100 definiert. Die Graphik zeigt, daß enorme Unterschiede in der Farbausbeute auftreten.

Das Vergilbungsverhalten haben wir nicht ausgemessen, sondern lediglich in die drei Gruppen eingeteilt: keine Vergilbung, leichte Vergilbung und starke Vergilbung (Abb. 5).

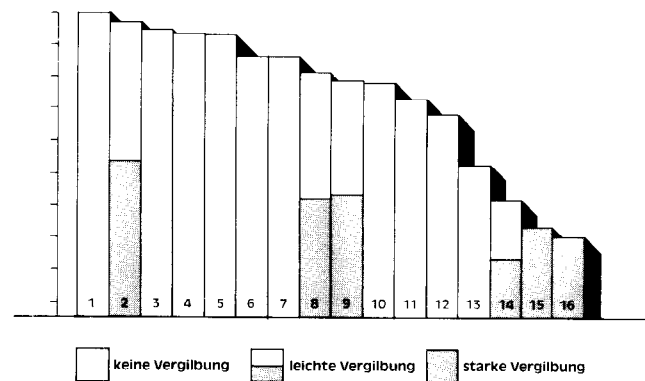


Abb. 5: Kriterium der Vergilbung bei PAC-Fasern

Die Griffbeeinflussung wurde auf die gleiche, empirische Art dargestellt (Abb. 6).

Zusammenfassend kann man sagen, daß der Transferdruck auf PAC in erster Linie von der Auswahl der Acrylfaser abhängig ist. Die Farbstoffauswahl spielt natürlich ebenfalls eine große Rolle, wobei der Endartikel im Vordergrund steht.

Für den DOB-Bereich sind die gewünschten Echtheiten und die gewünschte Brillanz mit den bis jetzt bekannten Transferfarbstoffen durchaus zu erreichen.

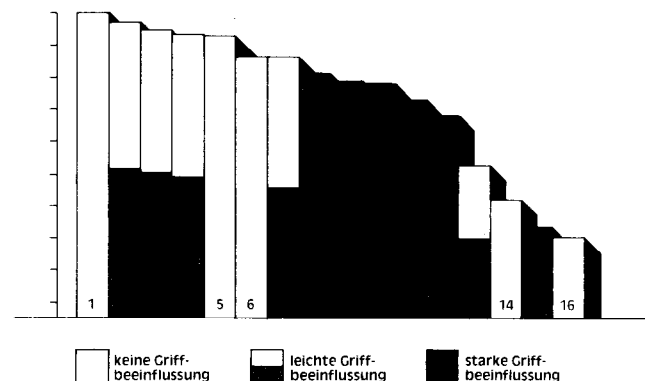


Abb. 6: Griffbeeinflussung bei PAC-Fasern



Im Dekorationsbereich dagegen verlangt man eine tiefe Penetration und gute Lichtechtheiten. Für diesen Anwendungsbereich ist daher eine spezielle Farbstoffselektion notwendig. Der Schlüssel zum Erfolg für den Trockentransferdruck auf PAC bleibt jedoch die Faserprovenienz.

3. PES/CEL und CEL

Mit dem Einsatz von Naturfasern wird die Arbeitsweise im Transferdruck beträchtlich kompliziert (Abb. 7).

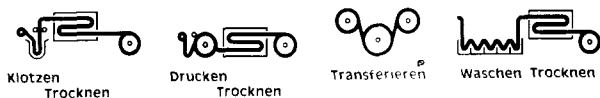


Abb. 7: Schematische Darstellung des Transferdrucks auf PES/CEL

Trotz dieser beträchtlichen applikatorischen Aufwendungen wird der Stand der Technik bezüglich Echtheiten und Brillanz nicht erreicht. Erschwerend kommt hinzu, daß insbesondere der PES/CEL-Artikel im allgemeinen im Billigbereich liegt. Beim Transferdruck auf Baumwolle gilt als Maßstab die Brillanz und Farbtiefe der Reaktivdrucke. Beide werden mit dem Transferdruck zurzeit noch nicht erreicht.

Zusammenfassend können wir also festhalten, daß der Anwendungsbereich der Trockentransfertechnologie in einem sehr engen Zusammenhang mit der Faserauswahl steht. Die Abbildung 8 zeigt die industrielle Realisierbarkeit der Trockentransfertechnologie zwischen den Extremfasern PES und Wolle. Der Naßtransferdruck ist eine weitere Entwicklung, die zum ersten Mal an der ITMA in Mailand 1975 vorgestellt wurde.

Anwendung	realisiert	mit Limiten realisiert	in ganz speziellen Einzelfällen	nicht realisierbar
Substrate				
PES				■
Otiana				■
CT				■
PES WO				■
PAC		■		
PA				■
CEL				■
CA				■
PES CEL			■	
WO		■		

□ Trockentransfer-technik      ■ Naßtransfer-technik

Abb. 8: Industrielle Applikation der Trockentransfertechnik zwischen PES und Wolle

Die Naßtransfermethode beruht auf dem Prinzip, das die Abbildung 9 veranschaulicht. Man erwartet von der Naßtransferstechnologie eine Ergänzung in den Faserbereichen: PA, WO, PAC. Ferner ist eine textilschonende Temperaturbehandlung (maximal 120°C) nötig sowie eine kontinuierliche Druckanlage in dem Sinne, daß mit trockenem Textil in das System eingefahren wird und fertig getrocknete Drucke das System

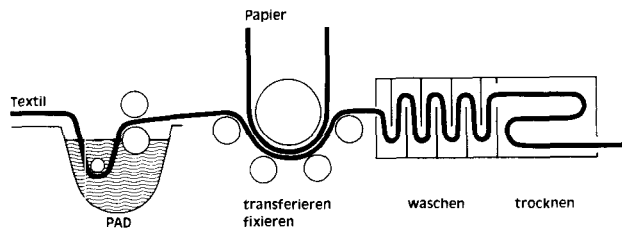


Abb. 9: Prinzip der Naßtransferdruckmethode

- Vorzüge: — Ergänzung zu Trockentransferdruck (Fasern: PA, WO, PAC)  
 — Kontinuedruckanlage (eventuell auch Färbeanlage)  
 — Temperaturbehandlung ist textilschonend

wieder verlassen. Obwohl seit der ersten Vorstellung der Naßtransferstechnologie bereits mehr als 5 Jahre intensiver Arbeit hinter uns liegen, müssen wir sagen, daß nach unserer Ansicht zum heutigen Zeitpunkt diese gesteckten Ziele nicht erreicht worden sind. Insbesondere zeigt sich die Realisierung koloristisch einwandfreier Drucke in verschiedenen Faserbereichen als äußerst schwierig.

Betrachten wir die Faserauswahl, Trockentransfer und Naßtransfer, dann sehen wir, daß bis jetzt der Komplementäreffekt dieser beiden Methoden noch nicht voll befriedigen kann.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, daß die Transferstechnik vielen Bereichen der Textilhochveredelung neue und entscheidende Impulse gegeben hat. Auch diese Technologie hat jedoch ihre Limiten. Wir sind daher sicher, daß der Transferdruck die konventionellen Kolorierungsmethoden nicht ersetzen wird. Wir glauben aber, daß der Transferdruck noch weitere Entwicklungsmöglichkeiten besitzt. Ob sich dabei ein innovativer Schwerpunkt auf den Fasern, den Artikeln, den maschinellen Entwicklungen oder gar beim Naßtransfer bildet, läßt sich zur Zeit noch nicht eindeutig abschätzen. Sicher erscheint uns lediglich, daß noch nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind.

Diskussion

**Herlinger:** Herr Badertscher, herzlichen Dank, daß Sie so deutlich die Grenzen aufgezeigt haben. Aus Ihrem Vortrag klang ja an, daß hier noch nicht das letzte Wort gesprochen sei und daß für den Chemiker und Technologen noch eine Menge Arbeit zu tun bleibt, um neue Produkte auf den Markt zu bringen.

**Schiffer:** Ich nehme an, daß Ihnen bekannt ist, daß die selben Unterschiede auch beim Polyamid 66 bestehen. Es gibt Faserqualitäten von Polyamid 66 auf dem Markt, die hervorragende Farbechtheiten bringen, und bei anderen Qualitäten, vor allem im Teppichbereich, lohnt es sich nicht, sie transfer zu bedrucken.

**Badertscher:** Ich bin mit Ihren Ausführungen durchaus einverstanden. Es hätte nur den Rahmen dieser Ausführungen gesprengt, auf solche Einzelheiten einzugehen. Ich habe eben vor allem die Polyacrylnitrilfasern gewählt, weil hier die Unterschiede so besonders groß sind.

**Berger:** Die coloristische Eignung verschiedener Polyacrylnitrilfaserstoffe ist für mich schon erklärbar: Erstens werden diese Fasern nach zwei Spinnverfahren, dem Naß- und Trockenverfahren, hergestellt und zweitens liegen die meisten als ein ternäres Copolymerisat vor. Ich glaube, hier liegt der Schlüssel zur Erklärung.

**Badertscher:** Auch wir verstehen das Phänomen der unterschiedlichen Farbausbeute. Ich wollte nur unterstreichen, daß es nicht ausreicht, ein Papier mit der Bezeichnung für Polyacrylnitrilfaserstoffe zu verkaufen. Bei Polyester ist das durchaus möglich. Wenn daher Polyacrylnitrilfaserstoffe trocken transfergedruckt werden sollen, dann soll alles in einem Haus geschehen, denn nur dann besteht die Möglichkeit, die Qualität genau zu kontrollieren.

**Berger:** Bei den Polyester/Baumwolle- oder Polyester/Viskose-Mischungen ist der Trockentransferdruck noch nicht zum Durchbruch gekommen. Habe ich Sie richtig verstanden?

**Badertscher:** Ja, Sie haben mich richtig verstanden, die Gründe dafür sind folgende: Mischungen aus Polyester/Baumwolle müssen vorbehandelt und auch nachgewaschen werden. Dieser Aufwand ist bei den Artikeln, die Sie normalerweise mit Pigmenten bedrucken, nicht gegeben.

Beim Bedrucken von Polyester/Baumwolle mit Pigmenten erhält man sicher gute Lichtechtheiten. Beim Trockentransfer ist das nicht gewährleistet, weil die Echtheiten an der untersten Grenze liegen, das heißt, Sie lösen zwar einen Teil der Probleme, schaffen aber wieder neue.

Außerdem müssen wir, und das ist vor allem für die Baumwolle relevant, mit einer nicht unbeträchtlichen Faserschädigung rechnen. Wenn man ein Polyester/Baumwolle-Gewebe mit Kunstharz imprägniert, dann 30 sec bei 200 oder 210°C transferiert, so verändern sich die Reißfestigkeiten. Deshalb glauben wir, daß es nicht nur eine Frage des Preises ist, sondern auch technologisch mit dem, was sich auf dem Markt befindet, nicht vergleichbar ist; es entspricht nicht dem Stand der Technik.

**Berger:** Könnte man bei Äthylenoxid oder anderen Comonomeren modifiziertem Polyester, der bei tiefen Temperaturen carrierfrei färbbar ist, nicht auch mit tieferer Temperatur auskommen? Sind solche Untersuchungen gemacht worden?

**Badertscher:** Die Temperatur wird nach unserer Ansicht nicht von der Faser, sondern vom Farbstoff bestimmt. Es wurde erwähnt, daß die Sublimation der Farbstoffe im Zusammenhang mit den Molekulargewichten der Farbstoffe zu sehen ist, aber es spielt noch etliches mehr mit. Sie können eben gewisse molekulare Gebilde von Farbstoffen nicht beliebig verkleinern.

Wenn Sie bei tieferen Temperaturen transferieren wollen, dann müßte der Dampfdruck dieser Farbstoffe höher sein, wodurch neue Probleme dazukommen, wie Ghostingeffekte, Verdampfen der Farbstoffe und schlechte Haltbarkeit der Papiere.

Wir glauben daher, daß 200°C vom Verfahren her der tiefste Punkt ist und daß es gar nichts nützt, wenn man auf 160° oder 140° heruntergehen will.

**Sayle:** Nach der kalten Dusche, die wir durch Ihren Vortrag erhalten haben, im Anschluß auf den so begeisterten Vortrag von Herrn Schaub, hätte ich noch eine Anmerkung zu dem Komplex Cellulose-Cellulosemischungen. Es erhalten doch heute sicher 80% aller Cellulosegewebe oder -gewirke eine Hochveredlung. Es müßte doch möglich sein, diese Ausrüstung mit einer Vorbehandlung für den Transferdruck bzw. Thermodruck zu integrieren, sodaß das Verfahren doch wirtschaftlich gemacht werden kann; vielleicht könnte man die Kondensationsstufe gleichzeitig mit dem Umdruck ausführen.

**Badertscher:** Ich möchte mich hüten, auf das Glatteis zu gehen, denn ich bin ein Drucker und kein Ausrüster. Ihre Frage ist sehr präzise und sehr attraktiv. Sie hat nur nach unserer Ansicht einen Haken, nämlich daß die Vorbehandlung nach der Farbausbeute zu richten ist. Wenn Sie im Transferdruck eine Vorbehandlung machen, dann haben Sie sich nach dem Transfereffekt zu richten. Sie kön-

nen anschließend nicht auch noch gleichzeitig Ihre Spezialwünsche, wie einen etwas weicheren Griff, einen härteren Griff, sandiges Aussehen usw., als Appreteur integrieren. Sicher kann man alles in einem Arbeitsgang machen, aber es gibt nur ein Finish, das Sie akzeptieren müssen. Es ist aber grundsätzlich richtig, daß die Kondensation im gleichen Arbeitsgang vorgenommen werden könnte.

**Schiffer:** Wir wissen ja, daß die Unterschiede bei den Polyacrylnitrilfasern nicht nur beim Transferdruck vorhanden sind, sondern wir kennen sie auch durch das Färben von Polyacrylnitrilplüschchen auf Kontinuierfärbanlagen und wissen, daß da bis 100% verschiedene Ergebnisse herauskommen können, je nach der eingesetzten Polyacrylnitrilfaser. Ich möchte daher sagen: Probleme gibt es nicht nur bei Polyacrylnitrilmaterialien, sondern auch beim Transferdruck.

**Badertscher:** Das ist ganz richtig. Wenn ein Transferierer die nötigen Papiere und die Polyacrylnitrilfasern kauft und weder eine Ahnung davon hat, wofür die Papiere geeignet sind, noch welche Polyacrylnitrilfasern vorliegen, dann ist die Gefahr ganz besonders groß, daß er Schiffbruch erleidet. Wir empfehlen Transferdruck auf Polyacrylnitrilmaterialien daher nur dort, wo alle Elemente selbst kontrolliert werden können, d. h., wo alles unter einem Dach gemacht wird, d. h. weiter, wo man weiß, welche Polyacrylnitrilfaser vorliegt und welche Papiere man verwenden muß.

**Schiffer:** Das hieße ja dann, daß der Drucker Mut zum Transferdruck haben sollte und es nicht einem anderen überlassen sollte. Lange Zeit nahmen die klassischen Rouleaux- oder Rotationsdrucker eine Abwehrstellung gegenüber dem Transferdruck ein, und es kam dann in der Folge zu den Kleintransferdruckern. Jeder machte den Transferdruck, und es gab eine Reihe von Abzugsbildchenkollektionen. Daher ist es so wichtig, wozu Sie sich bekennen: Wenn man Drucker ist, kennt man die Faser und kann auch gut transferdrucken.

**Badertscher:** Das ist absolut richtig, und ich stelle mit Freude fest, daß die wenigen Drucker, die Transferdrucke auf Polyacrylnitrilmaterialien durchführen, Textildrucker sind. Der Transferdruck auf Polyacrylnitril ist eine textile Operation und braucht textiles Know-how, braucht Faser-Know-how und Farbstoff-Know-how, was bei Polyester viel weniger nötig ist.

Je weiter man sich von Polyester entfernt, umso „textiler“ werden die Verhältnisse. Die Mischungen aus Polyester/Cellulose benötigen schon ein sehr textiles Verhalten.

**Herlinger:** Gibt es nicht auch für Cellulose Modifizierungsmöglichkeiten? Wenn wir von Cellulose/Polyester reden, dürfen wir nicht automatisch Polyester/Baumwolle voraussetzen? Die Herstellung von Zellwolle bietet sich vielleicht für eine thermodruckgerechte Vorbereitung der Fasern in Kombination mit Polyester an. Ich sehe hier einige Chancen vom Faserstoff her, diese Technologie aufzunehmen.

**Badertscher:** Diese Möglichkeit haben wir sehr intensiv studiert, sie ist im Grunde nur ein Organisationsproblem. Wenn man als Umdrucker irgendwo Polyester/Baumwolle- oder Polyester/Zellwolle-Mischungen kaufen könnte, die für den Thermodruck vorpräpariert sind, dann wäre das eine ungewöhnliche Erleichterung des Arbeitsablaufes. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß man nachträglich auswaschen muß und daß das Verfahren daher im Vergleich zum Pigmentdruck teuer ist. Mit der Lichtechtheit steht man an der untersten Grenze, sodaß hier der Stand der Technik gegebenenfalls nicht zu erreichen ist. Natürlich wäre es für den Umdrucker eine Erleichterung; es ist aber einem Transferdrucker nicht mehr zumutbar, selbst vorzubehandeln und selbst auszuwaschen. Was ich gesagt habe, heißt natürlich nicht, daß ein guter Textilbetrieb nicht auch einmal 100 000 oder vielleicht sogar eine Million Meter durchaus befriedigend auf diese Weise herstellen kann. Es wird aber in absehbarer Zeit sicher nicht zu einem technologischen Durchbruch in der Größenordnung kommen, wie dies bei Polyester der Fall war.

**Herlinger:** Ich hoffe, einige Faserhersteller nehmen dies als Aufforderung an.

## Verarbeitung texturierter Garne zu Webwaren

Text. Ing. K. Nick, Sulzer AG, Winterthur

Einleitend wird auf die Bedeutung, die den texturierten Garnen zukommt, hingewiesen. Der Autor geht dabei auch auf die verschiedenen Garntypen ein, die der Weberei heute zur Verfügung stehen, zeigt die Einsatzgebiete für Gewebe aus texturierten Garnen und aus texturierten Garnen in Mischung mit Spinnfasergarnen auf und macht auf den sich allgemein abzeichnenden Trend zu Stretchgeweben aufmerksam. Den Hauptteil seiner Ausführungen widmet der Autor der Verarbeitung texturierter Garne auf Projektilwebmaschinen unter Berücksichtigung der Kett- und Schußvorbereitung. Untersucht werden vor allem: das Laufverhalten texturierter Garne in der Weberei und der Einfluß der Stillstandshäufigkeit auf die Webmaschinenzuteilung und die Webkosten. Zusätzlich werden webtechnische Einstellungen besprochen.

The importance of textured yarns is discussed initially. The author considers the various yarn types that are now available to weaving mills, specifies the fields of application of fabrics made from textured yarns as well as of those made from textured yarns mixed with spun-fibre yarns, and draws attention to the general trend towards stretch fabrics. The author devotes the major part of his paper to the processing of textured yarns on projectile weaving machines, including the preparation of the warp and weft. Investigations are conducted primarily on the running behaviour of textured yarns in the weaving mill and the influence of the stoppage frequency on machine allocations and weaving costs. In addition, adjustments concerning weaving technology are discussed.

### Einleitung

Die Tatsache, daß das Österreichische Chemiefaser-Institut seine diesjährige Tagung unter das Thema „Moderne gebauschte Filamentgarne — ihre Herstellung, Verarbeitung und Veredlung“ gestellt hat, zeigt sicher sehr eindrücklich die Bedeutung, die den texturierten Garnen heute zukommt.

Auch ein Blick auf die Faserproduktion des vergangenen Jahres macht deutlich, daß im Bereich der endlosen Synthefasern die Entwicklung zu Garnen mit Spinnfasercharakter zu tendieren scheint. 1977 wurden weltweit 12,6 Mio. Tonnen Chemiefasern erzeugt. Die endlosen Synthefasern waren hieran mit 4,5 Mio. Tonnen beteiligt. Der Anteil texturierter Garne belief sich dabei auf 3,15 Mio. Tonnen oder 70 % (Abb. 1).

Wenn auch der weitaus überwiegende Teil dieser Garne zu Maschenwaren, insbesondere zu Rundstrickwaren verarbeitet wird, so ist doch nicht zu übersehen, daß sich der prozentuale Anteil texturierter Garne in der Weberei in den vergangenen Jahren ständig erhöht hat und sich hier auf einen wesentlich größeren Artikelbereich verteilt als im Maschen-sektor.

Chemiefaser-Produktion 12.6 Millionen t

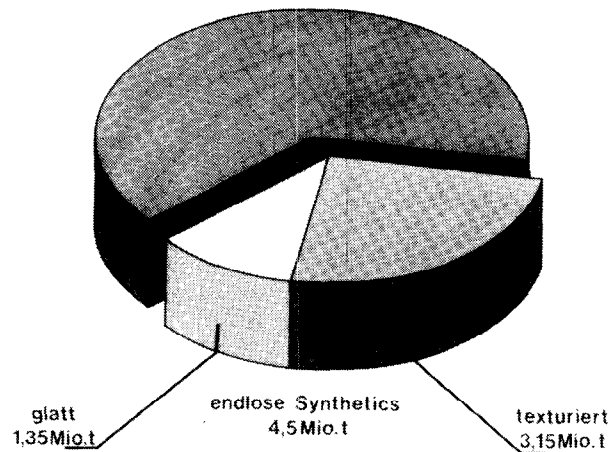


Abb. 1: Anteil texturierter Garne an der Chemiefaserproduktion 1977

### Einsatzgebiete

Texturierte Garne werden vor allem im Bereich der Damen- und Herren-Oberbekleidung, im Hemden- und Blusensektor, im Bereich der Sportbekleidung sowie im Krawattensektor und zur Herstellung von Polster- und Dekostoffen eingesetzt (Abb. 2).

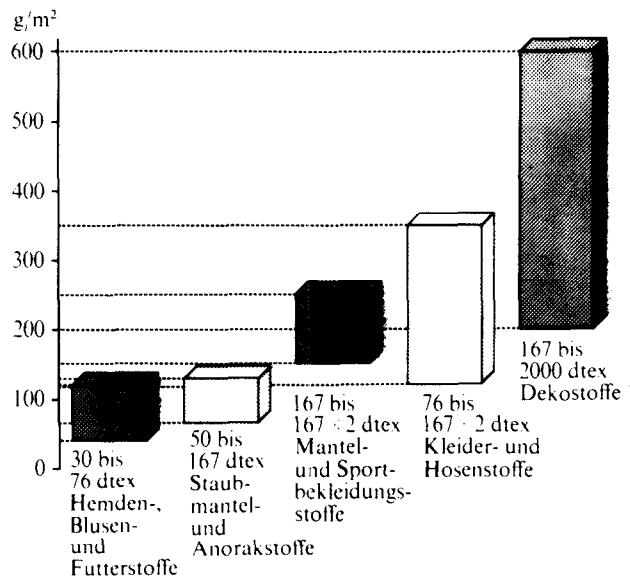


Abb. 2: Einsatzbereiche texturierter Polyestergerne

Der Feinheitsbereich der Garne liegt, in Abhängigkeit vom Artikel, zwischen 30 und 2000 dtex. Die Gewebe haben je nach Verwendungszweck ein Gewicht von 50 bis 600 g/m².

Während in den USA und Japan, im westlichen und südlichen Afrika sowie in einigen Ländern Mittel- und Südamerikas schon seit längerem im Bereich der Damen- und Herren-Oberbekleidung Syntheticgewebe mit einem Comfort-Stretch bis zu 16 % gefragt sind, verhält sich der europäische Markt dieser Entwicklung gegenüber eher noch zurückhaltend (Abb. 3).

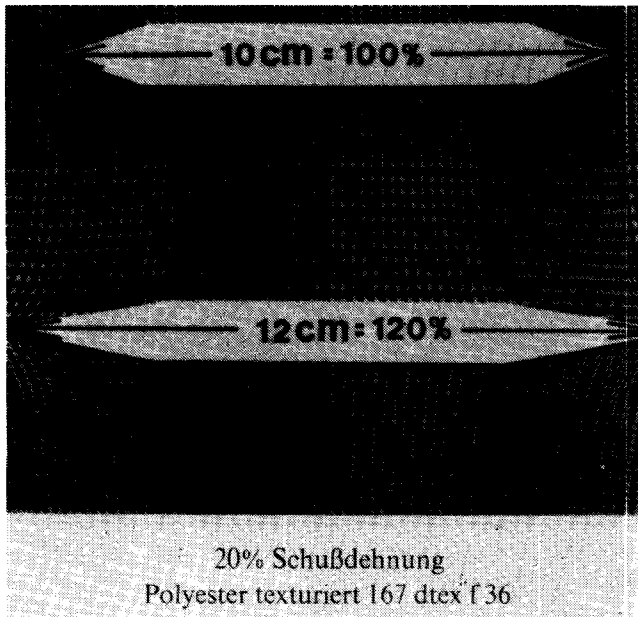


Abb. 3: Gewebe mit Comfort-Stretch

Der Grund hierfür dürfte vornehmlich in den hohen Anforderungen liegen, die der Verbraucher hier an das Trageverhalten der Gewebe stellt.

Die Möglichkeit, texturierte Garne zusammen mit Spinnfasergarnen aus Wolle oder Baumwolle, aus Viscose, Leinen oder Mohair zu verarbeiten, erlaubt es jedoch heute, Gewebe herzustellen, die hinsichtlich ihrer Gebrauchseigenschaften und ihrer Ästhetik auch gehobenen modischen Ansprüchen zu entsprechen vermögen (Tab. 1).

Tab. 1: Einsatzmöglichkeiten von Endlos Garnen in Mischung mit Spinnfasergarnen

Artikel	Material (Mischung in %)						Garn-Nr.		Einstellung Fd/cm	
	PES	Wolle	Mohair	BW	Lycra	Div.	Kette	Schuss	Kette	Schuss
Oberbekleidung										
Tropical L 1/1	75		25				107 dtex : 2	25 tex : 2	20	17
Tropical L 1/1	75		10			Visc.	42 tex : 2	42 tex : 2	20	16
Tropical L 1/1	30	20				50	25 tex : 2	50 tex	20	16
Jacquard BOB	50			50		Leinen	100 dtex	50 tex	60	28
Jacquard HAKA	50	50					100 dtex	25 tex : 2	60	28
Freizeitbekleidung										
L 1/1	90			10			250 dtex	50 tex	20	16
Cord	50			50			190 dtex	50 tex	17	52
Cord	20			80			50 tex	50 tex	20	68
Sportbekleidung	68				32		110 dtex	110 dtex	21	44
Sportbekleidung	40	40			20		110 dtex	20 tex : 2	54	87
Berufsbekleid.	33				67		30 tex	30 tex	37	23
Bettwäsche	67				33		36 tex	36 tex	24	24
Möbelstoffe					10	Ac.	90	diverse		

Interessant ist in diesem Zusammenhang sicher die Feststellung, daß die hochelastischen Gewebe, die mehrheitlich als Skigabardine und Sporthosenstoffe Verwendung finden, nun einen Partner im kettenelastischen Cord erhalten haben, der vornehmlich zu Freizeitbekleidung verarbeitet wird.

Die Entwicklung neuer texturierter Garne und Faserkombinationen hat auch dem Heimtextiliensektor neue Impulse verliehen. Die Dekostoffhersteller nutzen dabei in zunehmendem Maße die Möglichkeit,

Vorhangstoffe auf modernen, breiten Hochleistungsmaschinen *Breite für Höhe* zu weben und so die Konfektionskosten auf ein Minimum zu reduzieren.

**Garntypen**

Die Texturierung der Garne erfolgt mehrheitlich nach dem Falschdrahtzwirnverfahren. In Abhängigkeit von der Kräuselkontraktion unterscheiden wir zwischen den hochelastischen, den mittelelastischen und den niederelastischen Kräuselgarnen, den sogenannten Settypen.

**Einsatzmöglichkeiten der Projektilewebmaschine**

Texturierte Garne und texturierte Garne in Mischung mit Spinnfasergarnen können auf der Projektilewebmaschine problemlos verarbeitet werden, sofern die Qualität der Garne den Anforderungen entspricht, die sich aus dem Webprozeß und aus dem herzustellenden Artikel ergeben, und Kette und Schuß sachgemäß vorbereitet werden (Abb. 4).

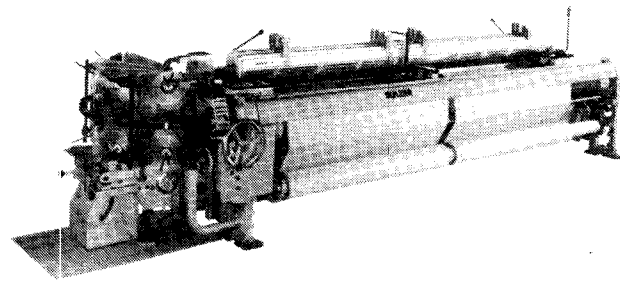


Abb. 4: Projektilewebmaschine

Für den Einsatz der Projektilewebmaschine in diesem Bereich spricht zudem die Tatsache, daß ihr Schußeintragsprinzip die Messung der Fadenspannung während des Schußeintrages und damit die genaue Kontrolle und Regulierung der Schußfadenspannung erlaubt.

Zur Herstellung von Geweben aus oder mit texturierten Garnen sind bestimmte Teile der Maschine den spezifischen Anforderungen dieses Sektors angepaßt. Der Anteil der Maschinen, die speziell zur Verarbeitung von Endlos Garnen ausgerüstet sind, liegt, gemessen am Gesamtbestand installierter Sulzer-Webmaschinen, heute weltweit bei 30 %.

Bei der Wahl des geeigneten Webmaschinentyps ist das unterschiedliche Schrumpfverhalten der verschiedenen Garntypen und die Ausrüstung der Gewebe zu berücksichtigen.

Gewebe mit einem Comfort-Stretch von 10 bis 16 % werden mit Vorteil einbahnig auf der 85" bzw. 216 cm breiten, zweibahnig auf der 153" oder 389 cm breiten Maschine hergestellt.

Die Fertigbreite von 150 cm setzt bei einem Comfort-Stretch von 16 % eine Blattbreite von rund 193 cm voraus. Der Einsprung von der Blattbreite zur Rohbreite beträgt etwa 6 %, von der Rohbreite zur Fertigbreite etwa 17,5 %. Die Stretchbreite ist, verglichen mit der Fertigbreite, um rund 16 % höher (Abb. 5).

Gewebe, die normal ausgerüstet werden, können bis zu einer Fertigbreite von 150 cm auch zweibahnig auf der 130" bzw. 330 cm breiten Maschine hergestellt werden.

**Comfort Stretch**

Anzugsstoff Körper 2/2  
167 dtex x 2 oder  
250 den

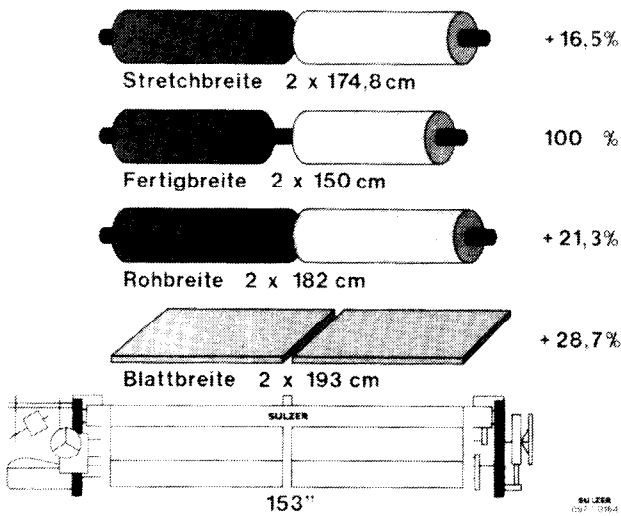


Abb. 5: Breiteneinstellung bei Comfort-Stretch-Geweben

**Kett- und Schußvorbereitung**

Nach diesem kurzen Überblick über den Anwendungsbereich texturierter Garne und über die Einsatzmöglichkeiten der Projektilwebmaschine gebe ich einige Hinweise zur Vorbereitung der Webketten und des Schußmaterials.

**Vorbereitung der Webketten (Tab. 2)**

Ungedrehte, texturierte Garne werden vorteilhaft mit einer Fadenzahl von 1000 bis 1200 Fäden breitgezettelt. Anschließend wird von Baum zu Baum geschichtet — mit Vorteil auf einer Schlichtemaschine mit kombinierter Trocknung, mit Heißluft und Trockenzylinder. Die Fäden sind so zu führen, daß sie sich gegenseitig nicht berühren und während des gesarten Trocknungsvorgangs getrennt bleiben. Nach dem Schlichten werden die Zettelbäume zur gewünschten Gesamtfadenzahl zur Webkette assembliert.

Ketten aus gedrehten, texturierten Garnen werden ebenfalls mit Vorteil nach dem Breitzettelfverfahren vorbereitet. Dabei ist zu beachten, daß die Garne aufgrund der aufgetragenen Drehung zur Schlingenbildung neigen. Wenn auch mit den entsprechenden

Hilfsmitteln, mit Plissee-Manschetten oder federnden Schlaufen aus Monofilfäden ein großer Teil der sich bildenden Schlingen während des Zettelprozesses wieder ausgestreckt wird, besteht doch Gefahr, daß einzelne Schlingen auf den Zettelbaum bzw. Kettbaum gelangen, sich bei der Weiterverarbeitung in der Weberei öffnen und Leerabstellungen durch den Kettfadenwächter verursachen. Der optischen Überwachung des Fadenlaufes mit entsprechenden Geräten, z. B. Visomat oder Lindley, kommt daher im Hinblick auf die Kettqualität große Bedeutung zu.

Bei Zettelgeschwindigkeiten zwischen 400 und 600 m/min ist während des Zettelprozesses mit Abstellungen zu rechnen, die im Bereich der Stillstände bei der Verarbeitung gesponnener Garne liegen, d. h. mit 5 bis 15 Stillständen je 10<sup>7</sup> Fadenmeter.

Die Ketten können der Webmaschine direkt vorgelegt werden, doch empfiehlt es sich, im feineren Nummernbereich zwischen 50 und 70 dtex die Ketten leicht zu schlichten.

Ketten aus gezwirnten, texturierten Garnen mit 170 bis 180 Drehungen/m in den üblichen Titern für den Oberbekleidungssektor, z. B. 167 dtex x 2, lassen sich problemlos auf Sektionalschärmaschinen vorbereiten. Zwischen Schärblatt und Schärtrommel ist ein Ionisator anzubringen, um eine elektrostatische Aufladung des Schärbandes zu vermeiden. Die Kettfäden sind, insbesondere bei höheren Schärgegeschwindigkeiten, durch schnell reagierende Wächteranlagen, z. B. durch Fotozellen, zu überwachen. Es ist auf einwandfreie Bandansätze zu achten, um Streifigkeit im Bandabstand zu vermeiden. Wichtig ist die gleichmäßige Fadenspannung während des Schärprozesses. Die Fadenspannung sollte dabei zwischen 0,15 und 0,18 cN/dtex liegen. Unterschiede in der Fadenzugkraft können zu Streifigkeit in der Kette führen.

In der Regel werden kleinere Partien unter 1000 kg geschärt. Größere Partien dagegen werden mit Vorteil gezettelt.

Mehrheitlich kann auf das Schlichten verzichtet werden. In bestimmten Fällen wird mit einer sehr geringen Schlichteaufgabe mit bis zu 1% in Wasser dispergierbarem Polyester oder 1 bis 2% Polyacrylat geschichtet.

Endlosgarne mit fasergarnähnlichem Charakter werden mit Vorteil breitgezettelt, von Zettelbaum zu Zettelbaum geschichtet und anschließend assembliert.

Bei den texturierten, luftverwirbelten Zweifachgarnen ohne Drehung ist zu unterscheiden zwischen den texturierten, luftverwirbelten Zweifachgarnen mit unregelmäßig auftretenden Verwirbelungsstellen, mit 3 bis 100 Verwirbelungsstellen/m, und den sogenannten Co-mingled-Garnen mit regelmäßig auftretenden Verwirbelungsstellen, mit 80 bis 90 Verwirbelungsstellen/m. Im Hinblick auf eine optimale Kettvorbereitung empfiehlt es sich, die luftverwirbelten Garne mit unregelmäßig auftretenden Verwirbelungsstellen breitzetteln, von Zettelbaum zu Zettelbaum zu schlichten und anschließend über ein Hakenriet zwecks Bildung des Fadenkreuzes zu assemblieren. Dagegen können die Co-mingled-Garne sowohl nach dem Sektionalschär- als auch nach dem Breitzettelfverfahren vorbereitet und gegebenenfalls ungeschichtet verarbeitet werden.

Tab. 2: Möglichkeiten der Kettvorbereitung endloser Polyestergerne

Vorbereitung der Bäume	Sektionalschären	Breitzetteln	Breitzetteln	Breitzetteln
Schlichteprozess von ... zu ...	Kettbaum-Kettbaum	Zettelbäume-Kettbaum	Zettelbaum-Zettelbaum	Gatter-Baum
Vorteile für Schlichteprozess	Volle Fadenzahl	Volle Fadenzahl	Einzelfaden	Einzelfaden
Polyester: (PES)				
ohne Drehung zero			●	●
niedr. Drehung (bis 300 T/m)	■	■	●	●
mittl. Drehung (300 bis 600 T/m)	●	●	●	●
hohe Drehung, (über 600 T/m)	▲		▲	
texturiert ohne Drehung			●	■
texturiert gedreht 170 T/m	■	■	●	
texturiert gezwirnt	▲		▲	
texturiert (luftverwirbelte Zweifachgarne)		■	●	

SULZER 097611719-2

● empfehlenswert    ■ möglich    ▲ ohne Schlichteprozess

**Schlichteauflage**

Die Schlichteauflage hängt vom Schlichteprodukt (Polyacrylat oder in Wasser dispergierbarer Polyester), das verwendet wird, von der Garndrehung und der Kettdichte ab. Es lassen sich daher nur annähernde Angaben über die geeignete Schlichteauflage machen. Die Tabelle gibt einige Hinweise über die Schlichteauflage bei der Verarbeitung verschiedener Polyestergerne (Tab. 3). Die geschlichteten Garne werden in den meisten Fällen direkt an der Schlichtemaschine mit Hartwachs nachgewacht.

**Tab. 3: Schlichteauflage bei Verarbeitung texturierter Polyestergerne**

Material	Schlichten	Weberei-Webbarkeit	Schlichteauftrag %	
			Polyacrylate	Polyester
PES text. feine Titer gedreht (Einfachgarne)	ja	sehr gut	6 - 9	3 - 5
PES text. grobe Titer gedreht (Zwirne)	nein	sehr gut	0 bzw. 1 - 2	0 - 1
PES text. ungedreht (Einfachgarne)	ja	z.Z. Versuche mit Faserhersteller	12 - 20	-
PES luftverwirbelt text. (Einfachgarne)	ja	gut	10 - 12	8 - 10
PES luftverwirbelt feine Titer, text. (2-Fachgarne)	ja	z.Z. Versuche mit Faserhersteller	10 - 14	-
Co-mingled-Garne	nein	gut	-	-
PES luftverwirbelt grobe Titer, text. (2-Fachgarne) Techn. Garne	teilweise (abhängig von Verwirbelung)	gut	0 - 3	-

SULZER 0977 0180-1

**Schubvorbereitung**

In der Vergangenheit wurden texturierte Garne mehrheitlich ab Präzisionskreuzspulen mit 3°30' Konizität oder mit bikonischem Spulenaufbau, d.h. mit beidseitig eingezogenen Stirnflächen, verarbeitet. In jüngster Zeit werden hier jedoch vermehrt zylindrische Spulen mit einem Kerndurchmesser von etwa 100 mm und einer Hublänge zwischen 150 und 300 mm verwendet (Abb. 6). Während Garne auf Präzisionskreuzspulen der Webmaschine in der Regel direkt vorgelegt werden können, sind bei der Verarbeitung von Garnen auf Kreuzspulen mit wilder Wicklung Ablaufstörungen zu befürchten, die den Einsatz eines Schussfadenspeichers notwendig machen.

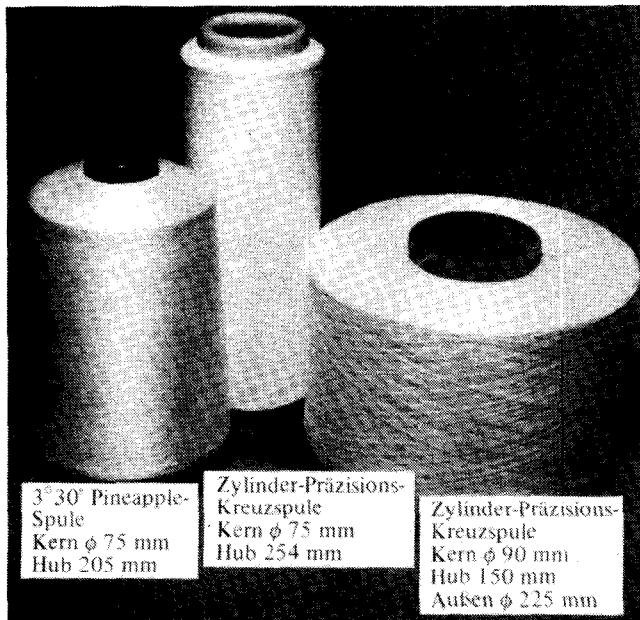


Abb. 6: Schussgarnaufmachung

Die Abbildung 7 zeigt den Fadenspannungsverlauf bei Direkteintrag eines Polyestergerne von 56 dtex von zylindrischen Kreuzspulen mit einem Hub von 100 mm. Im oberen Teil des Bildes sind die Spannungsspitzen dargestellt, die während des Schusseintrags auftreten. In der Regel wird die höchste Spannung bei Abbremsen des Schussfadens durch den Bremslöffel erzeugt.

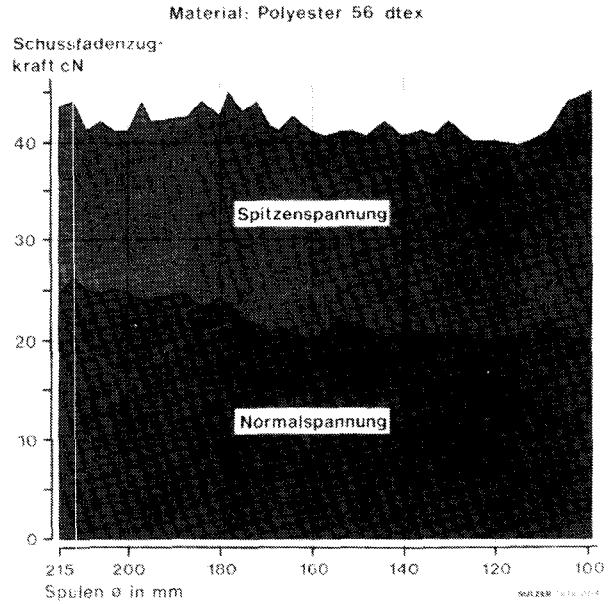


Abb. 7: Verlauf der Schussfadenspannung bei Einsatz von zylindrischen Spulen

Werden für den Direkteintrag ungeeignete Vorlagen verwendet, d.h. Spulen mit zu kleinem Kerndurchmesser oder zu großer Hubbreite, so kann sich dies auf die Fadenspannung auswirken. Generell kann man sagen, daß bei der Verwendung von Fadenspeichern die

**Spulen Garn-Nr.:133 dtex**

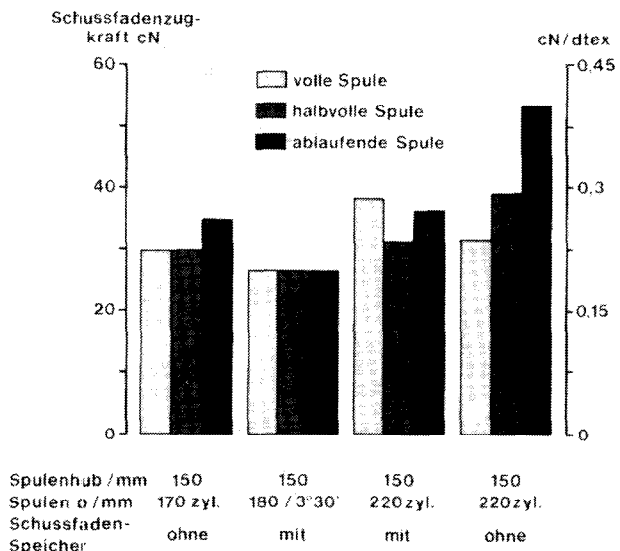


Abb. 8: Spannungswerte bei Vorlage verschiedener Schussspulen

mittlere Fadenspannung etwas höher ist als bei Direkteintrag. Ein höherer Fadenspannungsanstieg, wie er in der Regel bei zu kleinem Spulenkerndurchmesser festgestellt wird, kann jedoch durch den Einsatz eines Fadenspeichers weitgehend eliminiert werden (Abb. 8). Die Säule 2 zeigt die gleichmäßigen Spannungswerte bei Abzug von konischen Präzisionskreuzspulen über den Fadenspeicher, die Säule 3 die Fadenspannung bei Abzug von zylindrischen Kreuzspulen über den Speicher und die Säule 4 die unterschiedlichen Werte bei Direkteintrag von zylindrischen Kreuzspulen mit einem Kerndurchmesser von 56 mm.

Mit zunehmender Hubbreite (300 mm) werden die Verhältnisse noch ungünstiger, so daß unbedingt auf die Einhaltung der Minimalforderungen für den Spulenkerndurchmesser zu achten ist.

**Weberei**

Nach diesem Überblick über die Kett- und Schußvorbereitung texturierter Garne komme ich nun zur Verarbeitung texturierter Garne auf der Projektilewebmaschine selbst. Zunächst sollen die webtechnischen Einstellungen bekannt gemacht werden und anschließend soll näher auf das Laufverhalten texturierter Garne in der Weberei und auf den Einfluß der Stillstandshäufigkeit auf die Webmaschinenzuteilung und die Webkosten eingegangen werden.

**Webtechnische Einstellungen**

Bei der Verarbeitung texturierter Garne auf der Projektilewebmaschine sind das Gewebestützblech und die Webschäfte so einzustellen, daß die Kettfäden im Unterfach hoch, d. h. maximal 1 mm unter der Projektilführungsbahn, zu liegen kommen. Der Fachschluß sollte bei ca. 35 bis 40° erfolgen, so daß die Webschäfte zum Zeitpunkt des Blattanschlages fast in Parallellage stehen. Die Höhe des Spannbaumes ist so einzustellen, daß ein symmetrisches Webfach entsteht. Bei geringerem Breiteneinsprung wird die Maschine mit kurzen, bei größerem Breiteneinsprung mit langen Filamentbreithaltern bestückt. Es werden Plastik- oder Zinnbundwebblätter mit rostfreien, polierten Blattzähnen eingesetzt. Eine Warenaufwicklung mit spezieller Warenführung dient der Verhinderung von Falten. Die Klemmkraft der Projektilklammern beträgt bei Verarbeitung feiner Titer im Bereich von 40 bis 167 dtex 1900 g, bei groben Titern von 167 dtex x 2 bis 940 dtex 2500 g.

Gewebe aus texturierten nieder- und mittelelastischen Garnen können mit Einlegekanten hergestellt werden. Sofern die Einlegekante in der Ausrüstung unerwünscht ist, wird mit Dreherleisten, mit Schnitt- oder Schmelzkanten gearbeitet. Gewebe aus texturierten hochelastischen Garnen sind grundsätzlich mit Schnitt- oder Schmelzkanten herzustellen, da die Einlegekante infolge des unterschiedlichen Schrumpfverhaltens gegenüber dem Gewebegrund in der Ausrüstung stark wellig würde. Die Verarbeitung texturierter Garne auf Webmaschinen mit Kartenschaftmaschine setzt, da der Fachschluß sehr spät erfolgt, den Einsatz einer Steppfadenvorrichtung voraus. Diese fixiert das eingelegte Fadenende innerhalb der Kante und gestattet eine einwandfreie Kantenbildung. Werden texturierte Garne auf Webmaschinen mit einer Exzentermaschine verarbeitet, so kann durch Verän-

derung des Fachschlusses der zwei Kantenschäfte das Fadenende ebenfalls früher eingebunden und eine einwandfreie Kante gebildet werden.

**Laufverhalten texturierter Garne in der Weberei**

Geht man davon aus, daß in der Filamentweberei in der Regel mit 0,2 bis 5 Stillständen pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß gerechnet wird, so können die Laufeigenschaften texturierter Garne, rein oder in Mischung mit Spinnfasergarnen, in der Weberei aufgrund der durchgeführten Versuche und Untersuchungen und der Ergebnisse aus der betrieblichen Praxis durchaus als gut bezeichnet werden.

In diesem Zusammenhang ist vielleicht zu erwähnen, daß die Stillstandshäufigkeit bei zwei- oder mehrbahnigem Weben, bei doppelter oder mehrfacher Anzahl von Kettfäden nicht linear zunimmt, sondern daß, wie die Untersuchungen zeigen, eine Stillstandsabnahme, bezogen auf 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß, eintritt (Abb. 9). Diese Feststellung trifft im übrigen auch auf die Verarbeitung gesponnener Garne, z. B. aus PES/Baumwolle, zu.

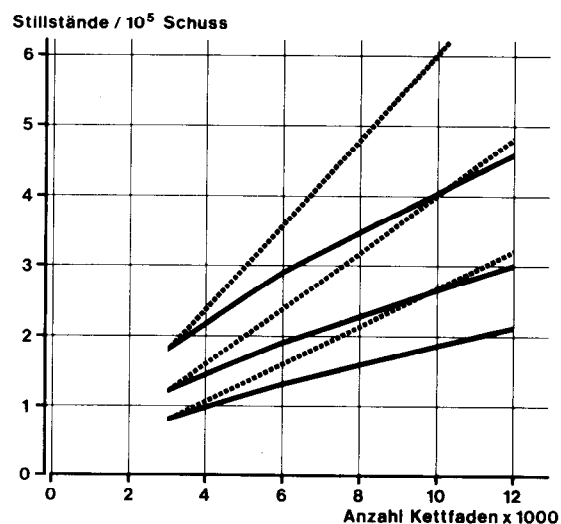


Abb. 9: Stillstandshäufigkeit in Abhängigkeit von der Kettfadenzahl

Die Abbildung 10 gibt die effektiv ermittelten Stillstandswerte vier verschiedener Artikel an, bezogen auf 100.000 Schuß. Der erste Artikel wies, mit 10.200 Kettfäden auf der Projektilewebmaschine hergestellt, 6,51, mit 6800 Kettfäden auf einer modernen konventionellen Maschine gewebt, 8,20 Kettstillstände auf. Bei der Herstellung des vierten Artikels auf der Projektilewebmaschine wurden bei 12.432 Kettfäden 12,86, auf der konventionellen Maschine bei 6120 Kettfäden 11,04 Kettfädenbrüche ermittelt.

Auf eine einheitliche Basis von 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß bezogen (Abb. 11), entsprechen diese Werte 6,51 bzw. 12,06 Kettstillständen bei der Projektilewebmaschine gegenüber 10,35 und 18,04 Kettstillständen bei der konventionellen Maschine.

Betrachtet man die gesamten Kett- und Schußstillstände, so stellt man fest, daß diese ohne Berücksichtigung der wesentlich höheren Schußleistung

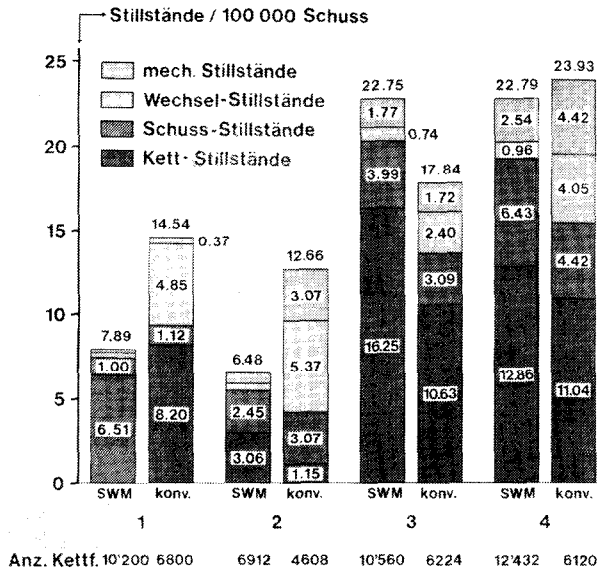


Abb. 10: Gesamtstillstände pro 100.000 Schuß

tenfadendbrüche und nachgeführte Fäden der Weberei zugerechnet. Die mechanisch bedingten Stillstände durch Übergabefehler, durch Abstellungen des Kett- und Schußfadenwächters wurden gesondert erfaßt. Die Ketten wurden zum Teil im eigenen Betrieb vorbereitet. Das Schußgarn wurde, entsprechend der Garnqualität, der Garnaufmachung und der Beschaffenheit der Spule, direkt oder über dem Schußfadenspeicher eingetragen.

Ungedrehte, texturierte Garne

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß ungedrehte, texturierte Garne sowohl in der Kette als auch im Schuß einwandfrei auf der Projektwebmaschine verwendet werden können.

So wurden bei der Herstellung eines Köpers 2/1 mit einem ungedrehten, texturierten Polyesterarn der Garnnummer 72 dtex in Kette und Schuß, mit 37,5 Fäden/cm in der Kette und 29,5 Fäden/cm im Schuß 1,32 Kettstillstände und 0,9 Schußfadenbrüche pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß festgestellt. Ein Körper 2/1 mit einem ungedrehten Polyesterarn der Garnnummer 50 dtex in der Kette und 76 dtex im Schuß, mit einer Kettfadendichte von 48,2 Fäden/cm und einer Schußdichte von 35 Fäden/cm wies pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß 4,27 Kett- und 0,14 Schußstillstände auf.

Weitere Versuche sowohl mit glatten Filamentgarnen in der Kette und ungedrehten, texturierten Garnen im Schuß als auch ungedrehten texturierten Garnen in Kette und Schuß führten zu ähnlichen Ergebnissen.

Voraussetzung für die Verarbeitung ungedrehter, texturierter Garne, dies haben die Versuche eindeutig bestätigt, sind eine einwandfreie Garnqualität und die optimale Vorbereitung von Kette und Schuß. Da die Mehrzahl aller Kettstillstände auf Fadenbeschädigungen infolge eines ungenügenden Fadenschlusses zurückzuführen sind, muß dem Schlichteprozess in diesem Zusammenhang besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Ursache der Schußstillstände, auch dies haben die Versuche gezeigt, sind vor allem Fadenverhängungen auf der Schußgarnspule, die den Einsatz eines Schußfadenspeichers vorteilhaft erscheinen lassen.

Gedrehte, texturierte Garne

Die Voraussetzungen, die beim Einsatz ungedrehter, texturierter Garne gegeben sein müssen, haben auch bei der Verarbeitung gedrehter, texturierter Garne Gültigkeit, wenn auch hier die bei ungedrehten, texturierten Garnen zu beobachtenden Probleme weniger stark in Erscheinung treten.

Die Untersuchungen und Ergebnisse aus der industriellen Praxis zeigen ein durchaus positives Bild. So lag die Stillstandshäufigkeit bei einem Kett satin aus einem Texturgarn der Garnnummer 50 dtex mit 180 Drehungen/m in Kette und Schuß, mit 64 Fäden/cm in der Kette und 34 Fäden/cm im Schuß bei 3, bei einem Körper aus einem Garn der Garnnummer 76 dtex mit 180 Drehungen/m in Kette und Schuß, mit 44 Fäden/cm in der Kette und 32 Fäden/cm im Schuß bei 2 und bei einem Futtertaft aus einem Garn der Garnnummer 50 dtex in der Kette und 110 dtex im Schuß mit ebenfalls 180 Drehungen/m und einer Kett- und

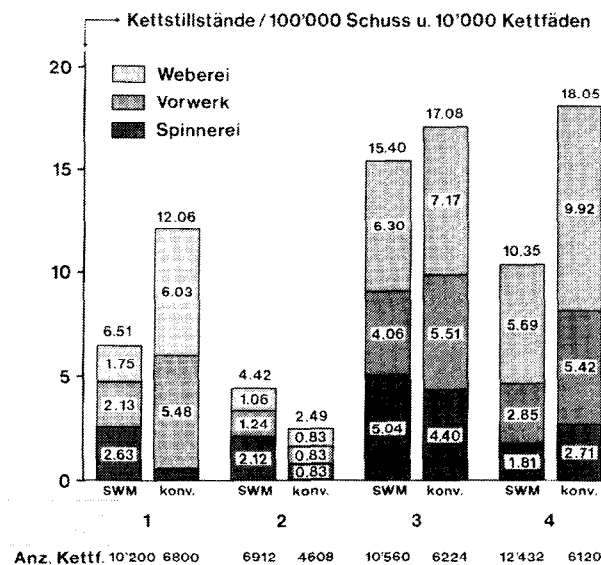


Abb. 11: Kettstillstände pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß



Schubdichte von 40 bzw. 25 Fäden/cm bei nur 0,6 Stillständen pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß.

**Gezwirnte, texturierte Game**

Da der größte Teil der texturierten Game heute mit ca. 180 Drehungen/m gezwirnt zu Geweben für Damen- und Herrenoberbekleidung verarbeitet wird, wurden auch die Laufeigenschaften der Zwirne über einen längeren Zeitraum hinweg untersucht. Dabei zeigte sich, daß sich die Zwirne sehr gut auf Projektilewebmaschinen verarbeiten lassen, wobei die ermittelten Stillstandswerte den im Filamentbereich üblichen Werten entsprechen.

Artikelbezeichnung: Kett-Körper 2/1

Material	Garn-Nr. dtex	Einstellung
Kette Schul?	Kette Schuß	Kette Schuß
PES PES	167x2 167x2	22 20
Fadenzahl Blattbreite		
total 8220 2x193 cm		
Stillstände/10 <sup>5</sup> Schuß und 10 000 Kettfäden		

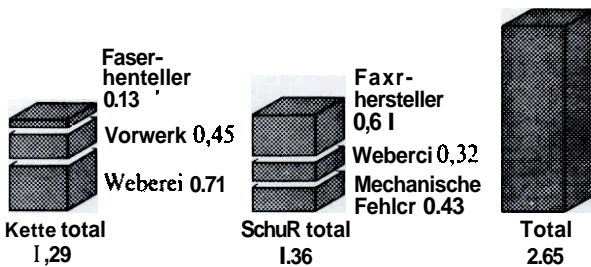


Abb. 12: Laufverhalten texturierter Game in der Weberei (Körper 2/1)

So wurde bei einem Körper 2/1 bzw. 2/2 mit einem Zwirn der Garnnummer 167 dtex x 2 in Kette und Schuß, mit 22 Fäden/cm in der Kette und 20 Fäden/cm

Artikelberechnung: Körper 2/2

Material	Garn-Nr. dtex	Einstellung
Kette Schuß	Kette Schuß	Kette Schuß
PES PES	167x2 167x2	22 20
Fadenzahl Blattbreite		
total 8820 2x193 cm		
Stillstände/10 <sup>5</sup> Schuß und 10 000 Kettfäden		

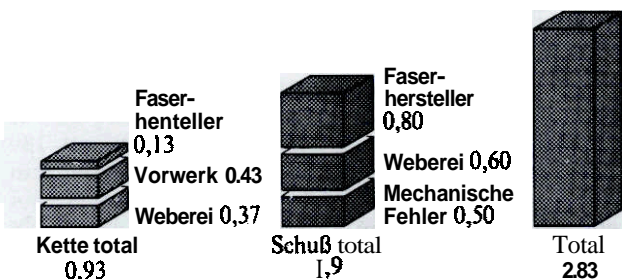


Abb. 13: Laufverhalten texturierter Game in der Weberei (Körper 2/2)

Artikelberechnung: Panama

Material	Garn-Nr. dtex	Einstellung
Kette Schuß	Kette Schuß	Kette Schuß
PES PES	220x2 220x2	22 20
Fadenzahl Blattbreite		
total 8220 2x193 cm		
Stillstände/10 <sup>5</sup> Schuß und 10 000 Kettfäden		

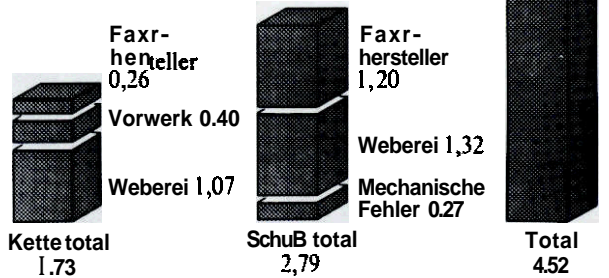


Abb. 14: Laufverhalten texturierter Game in der Weberei (Panama)

im Schuß 2,65 und 2,83 Stillstände pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß ermittelt. Ein Panamagewebe mit einem Zwirn der Garnnummer 220 dtex x 2 in Kette und Schuß, mit ebenfalls 22 Fäden/cm in der Kette und 20 Fäden/cm im Schuß wies gesamt 4,52 Stillstände pro 10.000 Kettfäden und 100.000 Schuß auf (Abb. 12 — 14).

**Texturierte, luftverwirbelte Zweifachgarne ohne Drehung**

Ferner wurden auch die texturierten, luftverwirbelten Zweifachgarne ohne Drehung in die Untersuchungen einbezogen. Dabei zeigte sich, daß die texturierten, luftverwirbelten Zweifachgarne ohne Drehung mit unregelmäßig auftretenden Verwirbelungsstellen, die sogenannten Interlaced, im feineren Garnnummernbereich bei Verarbeitung in der Kette infolge der unterschiedlichen Verwirbelungsabstände Schwierigkeiten bereiten können. So besteht bei der Wahl eines zu feinen Blattstiches die Gefahr, daß einzelne Kapillaren deformiert und aufgeschoben werden, ohne daß hierdurch ein Fadenbruch entsteht. Um dieser Gefahr wirkungsvoll zu begegnen, muß dem Schlichteprozess bei der Verarbeitung dieser Game besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dagegen wurde festgestellt, daß die Interlaced-Game im groberen Titerbereich von 940 dtex, ebenso wie die Co-mingled-Garne, der Webmaschine ungeschlichtet vorgelegt werden können. Die bei der Verarbeitung von Co-mingled-Garnen im Bereich bis 167 dtex x 2 ermittelten Stillstandswerte liegen dabei im Stillstandsbereich der texturierten Game mit 180 Drehungen/m.

**Endlosgarne mit fasergarnähnlichem Charakter**

Bei Verarbeitung von Endlos Garnen mit fasergarnähnlichem Charakter können, wie die Untersuchungen und die Ergebnisse aus der betrieblichen Praxis zeigen, abstehende Fasern oder Schlingen Fehler im Gewebe — vor allem sogenannte Überspringer — verursachen. Eine gute Bindung der abstehenden Fasern oder Schlaufen an den Fäden ist deshalb im Hinblick auf die Weiterverarbeitung dieser Game besonders

wichtig. Versuche mit Polyesterschichten mit etwa 4 % Schlichteaufgabe haben hier in der Weberei zu guten Ergebnissen geführt.

**Einfluß der Stillstandshäufigkeit auf die Webmaschinenzuteilung und die Webkosten.**

Am Schluß meiner Ausführungen möchte ich noch kurz auf den Einfluß der Stillstandshäufigkeit auf die Webmaschinenzuteilung und die Webkosten eingehen.

Die Filamentweberei bietet infolge der niedrigen Stillstandshäufigkeit besonders günstige Voraussetzungen für eine hohe Leistung, eine gute Auslastung der Produktionsmittel und eine einwandfreie Gewebequalität. Dies gilt auch bei der Verarbeitung texturierter Garne, die bei entsprechender Garnqualität und sachgemäßer Kett- und Schußvorbereitung sehr gute Laufeigenschaften zeigen und ebenso gute Stillstandswerte erreichen wie die glatten Garne.

Sie sehen in Abbildung 15 die Sulzer-Webmaschinenanlage eines führenden europäischen Unternehmens, das vor allem glatte und texturierte Polyamid- und Polyestergerne, rein oder in Mischung mit Baumwolle, verarbeitet. Die 264 Sulzer-Webmaschinen, Einfarbenmaschinen in Nennbreiten von 130 und 153“, sind zweibahnig belegt und werden in jeder Schicht von drei Webern bedient, d. h., einem Weber sind 88 Maschinen zugeteilt. Der Webernutzereffekt liegt bei 97 %, der Betriebsnutzereffekt bei 95 %.

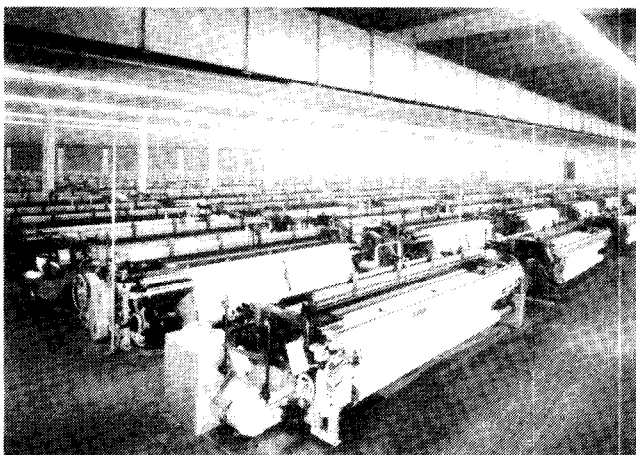


Abb. 15: Sulzer-Webmaschinenanlage mit 264 Einfarbenmaschinen in Nennbreiten von 130 und 153“ (330 und 389 cm)

In welchem Maße sich Veränderungen in der Stillstandshäufigkeit durch negative oder auch positive Faktoren, etwa durch die Garnqualität, durch eine schlechtere oder bessere Kett- und Schußvorbereitung auf die Webmaschinenzuteilung pro Weber und die Webkosten auswirken, soll hier kurz aufgezeigt werden (Abb. 16). Die Ergebnisse basieren auf umfangreichen Wirtschaftlichkeitsrechnungen. Die Werte wurden errechnet.

Die Beispiele beziehen sich auf einen Köper 2/2 aus texturierten Polyestergerne der Garnnummer 167 dtex x 2 in Kette und Schuß mit 22 Fäden/cm in der Kette und 20 Fäden/cm im Schuß, gewebt in zwei

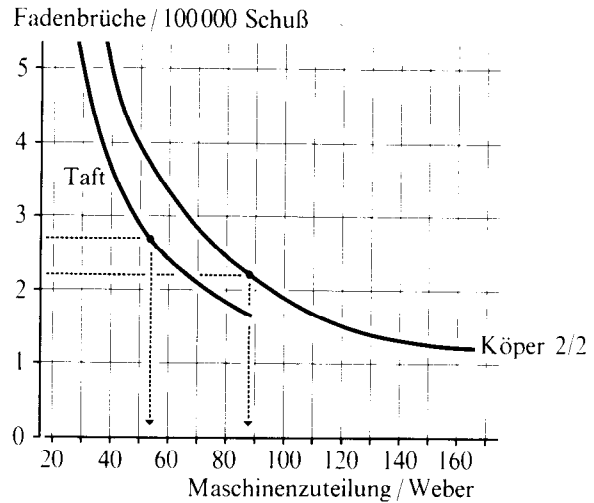


Abb. 16: Einfluß der Stillstandshäufigkeit auf die Maschinenzuteilung pro Weber

Bahnen, à 193 cm, auf einer 153“ breiten Sulzer-Webmaschine des Typs 153 MW E 10 F mit Mischwechsler und Schußfadenspeicher bei einer Tourenzahl von 210 U/min und einer Schußleistung von 817m/min, sowie auf einen Futtertaft aus texturierten Polyestergerne der Garnnummer 50 dtex in der Kette und 76 dtex im Schuß mit einer Kett- und Schußdichte von 40 bzw. 28 Fäden/cm, zweibahnig à 157 cm, gewebt auf einer 130“ breiten Sulzer-Webmaschine des Typs 130 ES E 10 F bei einer Tourenzahl von 250 U/min und einer Schußleistung von 792 m/min.

Bei der Herstellung des Köpers können einem Weber bei einer Stillstandshäufigkeit von 2,23 Stillständen pro 100.000 Schuß 88 Webmaschinen bei einem Betriebsnutzereffekt von 97 % zugeteilt werden. Gelingt es, die Stillstandshäufigkeit auf 1,2 Stillstände zu senken, so kann die Zahl der Maschinen pro Weber bei gleichem Nutzereffekt noch erhöht werden. Dagegen muß im Falle einer Erhöhung der Stillstandshäufigkeit auf 5,2 Stillstände die Zuteilung auf 38 Maschinen pro Weber beschränkt werden.

Die Webkosten belaufen sich bei 1,2, 2,2 und 5,2 Stillständen auf DM 41,22, 42,16 und 44,71 pro 100 m Gewebe bzw. DM 20,61, 21,08 und 22,35 pro 100.000 Schuß.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Herstellung des Futtertaftes. Hier können einem Weber bei einer Stillstandshäufigkeit von 2,7 bzw. 1,7 Stillständen pro 100.000 Schuß 54 bzw. 88 Maschinen zur Bedienung zugeteilt werden, bei einer Stillstandshäufigkeit von 5,7 Stillständen jedoch nur 26 Maschinen bei einem Betriebsnutzereffekt von jeweils 96,5 %.

Die Webkosten betragen hier bei 1,7 bzw. 2,7 und 5,7 Stillständen DM 40,34, 41,58 und 45,54 pro 100 m Gewebe bzw. DM 14,41, 14,85 und 16,26 pro 100.000 Schuß.

**Zusammenfassung**

Ebenso wie glatte Filamente lassen sich auch texturierte Garne mit einem Drehungsbeiwert von minde-

stens  $\alpha$  m 20, Zwirne sowie die sogenannten Co-mingled-Garne, rein oder in Mischung mit Spinnfasergarnen, sehr gut auf Projektilewebmaschinen verarbeiten, eine gute Kett- und Schußvorbereitung vorausgesetzt.

Die Zuteilung von 50 Webmaschinen mit einer Nernbreite von 130 bzw. 153“ pro Weber kann bei der Verarbeitung dieser Garne als normal angesehen werden.

Ferner können auch texturierte Garne ohne Drehung, luftverwirbelte Zweifachgarne mit unregelmäßig auftretenden Verwirbelungsstellen und Endlosgarne mit fasergarnähnlichem Charakter, rein oder in Mischung mit Spinnfasergarnen, auf der Sulzer-Webmaschine verwebt werden. Allerdings muß hier betont werden,

daß bei der Verarbeitung dieser Garne der Kettvorbereitung eine entscheidende Bedeutung zukommt.

Die problemlose Verarbeitung von texturierten und luftverwirbelten Garnen sowie von Endlos Garnen mit fasergarnähnlichem Charakter in der Weberei hängt jedoch nicht nur von einer guten Kett- und Schußvorbereitung ab, sondern vor allem auch von der Garnqualität, die der Faserhersteller zu liefern in der Lage ist. In diesem Zusammenhang darf vielleicht auch darauf hingewiesen werden, daß die Entwicklung neuer Fasern und Garntypen markt- und verbrauchergerecht erfolgt und auf das Endprodukt ausgerichtet sein muß, um der Gefahr einer Vielzahl von Typen für einen jeweils sehr begrenzten Einsatzbereich vorzubeugen.

## *.. und KSB liefert Pumpen, Kompressoren, Armaturen ..*

Senden Sie mir bitte kostenlos und unverbindlich ausführliches Informationsmaterial über:

- Pumpen                      Name: .....
- Kompressoren                Anschrift: .....
- Armaturen                     .....

Bitte ausschneiden  
und einsenden an:

**KSB Österreich**  
Gesellschaft mbH.  
1140 Wien, Rottstr. 24

## **Lufttexturierte Filamentgarne für Oberbekleidung**

Franziskus J. van A k e n , Du Pont de Nemours International S. A., Genf

Lufttexturierte Garne wurden Ende der vierziger Jahre in den Vereinigten Staaten von Dr. Alvin B r e e n erfinden.

Schon in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre wurden diese Garne relativ schnell populär, vor allem für die Herstellung von Möbelstoffen. In diesem Einsatzgebiet steigt ihre Verwendung auch heute noch laufend an.

Für den Einsatz in Oberbekleidung dagegen war das Interesse an lufttexturierten Garnen zunächst gering, vor allem auf Grund ihrer hohen Gestehungskosten im Vergleich zu den falschdrahttexturierten Garnen.

Entwicklungsarbeiten, die 1973 begannen und speziell auf den Einsatz lufttexturierter Garne in der Oberbekleidung ausgerichtet sind, führten nun zu einer wesentlichen Steigerung der Texturiergeschwindigkeit sowie zu einer erheblichen Senkung des Druckluftverbrauches. In dem Maße, in dem die Gestehungskosten für diese Garne gesenkt werden konnten, stieg nun das Interesse der verarbeitenden Industrie. Dieser Trend wird heute noch dadurch beschleunigt, daß die so erhaltenen Stoffe bei hervorragenden Trageeigenschaften in ihren ästhetischen Eigenschaften Wollstoffen außerordentlich ähnlich sind.

In dieser Arbeit werden lufttexturierte Garne für den Einsatz in der Oberbekleidung sowie neue Methoden zur Texturierung bei höheren Geschwindigkeiten, Neuentwicklungen auf dem Maschinensektor, Verarbeitungstechnologien und Analysenergebnisse beschrieben, in denen Oberbekleidungsstoffe aus lufttexturierten Garnen mit solchen aus anderen Filament- und Spinnfasergarnen verglichen werden.

In the late 1940's air-textured yarns were invented in the United States by Dr. Alvin B r e e n .

In the early 1950's these yarns developed rapidly, mainly for use in upholstery fabrics. Their use in these fabrics is still increasing.

Air-textured yarns for outerwear did not enjoy the same interest, mainly due to the unfavorable cost relationship particularly vis-à-vis false-twist textured yarns.

As a result of development programmes on air-textured yarns for outerwear initiated in 1973, much higher texturing speeds and relatively lower air consumption have been achieved. Manufacturing costs have therefore come down significantly, and this has resulted in high interest from the textile industry. The trend has been further enhanced by the circumstance that the resultant fabrics offer excellent use properties while their aesthetics are comparable to fabrics from wool.

This paper discusses air-textured yarns for outerwear end-uses; it describes new techniques for high-speed texturing, new machine developments, conversion techniques and presents test data comparing outerwear fabrics from air-textured yarns with fabrics from other filament and spun yarns.

### **1. Einleitung**

#### **1.1. Die Anfangszeit**

Die Lufttexturierung wurde in den fünfziger Jahren von Alvin B r e e n im Pioneering Research Laboratory bei Du Pont entwickelt. Zu jener Zeit steckten alle

modernen Texturierverfahren noch in den Kinderschuhen. Deshalb war es verständlich, daß sich die Industrie sofort eingehend für jedes neue Texturierverfahren interessierte.

Um sowohl die Forschung als auch anwendungstechnische Arbeiten voranzutreiben, beschloß Du Pont, im Nylonwerk in Seaford (U. S.) eine Versuchslufttexturieranlage zu errichten. Die Vielseitigkeit des Verfahrens und die Vielfalt der Produkte, die durch Lufttexturierung hergestellt werden konnte, erweckten bei den Kunden so viel Interesse, daß diese Versuchsanlage schon 1952 den Anforderungen nicht mehr gewachsen war, um sowohl Entwicklungsarbeiten durchzuführen als auch gleichzeitig Garne für Kunden zu produzieren.

Auf Anregung einiger Kunden entschloß sich Du Pont daher, die Lufttexturierertechnologie auf dem Lizenzwege zu vergeben. Dieses Lizenzierungsprogramm — das inzwischen eine ganze Reihe von technischen Neuentwicklungen der letzten Jahre umfaßt — wird auch heute noch aktiv fortgesetzt.

#### **1.2. Verfahrenselemente**

Bei allen Lufttexturierverfahren werden ein oder mehrere Enden eines Multifilamentgarns mit Voreilung in eine Luftdüse eingeführt, in der eine Turbulenz aufrechterhalten wird.

Die Filamente werden auseinandergeblasen, in Schlaufen geworfen und dann wieder zu einem Garn zusammengewirbelt, das nun, infolge der Schlaufen in den Filamenten, Bausch und Deckkraft aufweist, aber dennoch einen relativ unelastischen Kern hat.

Es besteht eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten: Wenn zum Beispiel zwei Vorlagegarne kombiniert werden, so können diese aus der gleichen oder aus verschiedenen Fasersubstanzen bestehen; im letzteren Falle entsteht ein Mischgarn, das zur Kreuzfärbung geeignet ist. Ferner können zwei Vorlagegarne mit gleicher oder aber mit verschiedener Voreilung zugeführt werden; im ersten Falle erhält man ein Garn mit gleichmäßigem Bausch, im zweiten Falle kann man eine ganze Familie von Garntypen, bis zu chenilleartigen Garnen, erhalten. Wird eine der Garnkomponenten mit nichtkonstanter Voreilung zugeführt, so entstehen Flamm- oder Noppeneffekte.

Vom Standpunkt der Garnzuführung lassen sich lufttexturierte Garne in drei Gruppen einteilen (Abb. 1a, b, c):

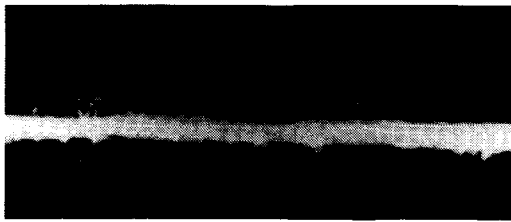
- Texturierung eines einzelnen Vorlagegarns,
- Texturierung von zwei oder mehreren parallelen Enden,
- Kern- und Effektgarne (ev. mit Noppen).

Eine einigermaßen detaillierte Diskussion über mögliche Verfahrensvariablen würde Stoff für ein ganztägiges Seminar liefern.

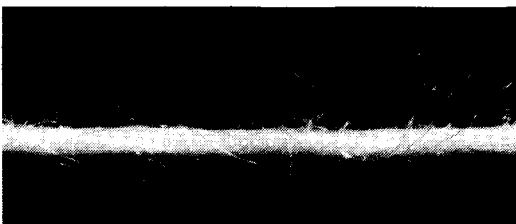
#### **1.3. Produkteigenschaften**

Die Garne, die nach dem Lufttexturierverfahren hergestellt werden, lassen sich in großen Zügen in drei Gruppen einteilen:

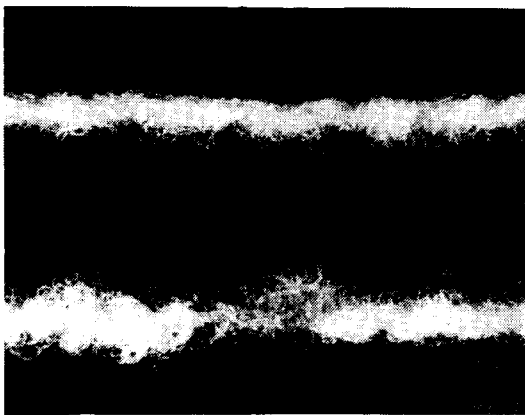
- Bauschige Garne und Effektfäden: Das sind meist grobe Garne (1500 - 7000 dtex), die vorwiegend für



a



b



c

Abb. 1: a) *Taslan*-Garn — aus einem einzigen Vorlagegarn hergestellt:  
 b) paralleltexturiertes *Taslan*-Garn  
 c) Kern- und Effektgarn

Heimtextilien und Teppiche, aber auch für grobe Oberbekleidungsstoffe, wie z. B. modische Mantelstoffe, eingesetzt werden.

- Technische Garne: Bei diesen ist die Schiebefestigkeit das wichtigste Merkmal. Solche Garne werden z. B. als Nähfäden und für Schnürriemen, aber auch für Spezialstoffe (aus Glasfasern) zur Kunststoffverstärkung verwendet.
- Garne mit Spinnfaserästhetik: Garne dieser Art können als Variante aus zwei ungleichen Faser-substanzen hergestellt werden, so daß nach einer Kreuzfärbung der optische Effekt eines Fasergarns aus einer flocke- oder kammzuggefärbten Fasermischung entsteht.

Die letztere Garngruppe ist zur Zeit in kräftigem Wachstum begriffen sowohl im Hinblick auf die Marktgröße als auch im Hinblick auf die Einsatzgebiete. Die Gründe für dieses Wachstum werden im folgenden diskutiert.

1. 4. Anfängliche Probleme

Bei der Entwicklung lufttexturierter Garne lag das Hauptgewicht in den fünfziger und sechziger Jahren

auf dem Gebiet der bauschigen Garne und der Effektgarne; auch heute noch ist die Lufttexturierung das wirtschaftlich günstigste Verfahren zur Herstellung von bauschigen Garnen und Effektgarnen. Gleichzeitig wurden auch technische Garne entwickelt, jedoch blieben diese auf einige wenige Einsatzbereiche beschränkt. Zur Herstellung feinerer Garne mit einem Titer von weniger als etwa 700 dtex war die Lufttexturierung in der Anfangszeit wirtschaftlich unattraktiv im Vergleich zum Falschdrahtverfahren, das sich damals schnell durchsetzte. Die Gründe dafür waren niedrige Lufttexturierungsgeschwindigkeiten (etwa 100 m/min) sowie ein relativ hoher Verbrauch an Druckluft.

Mit der Entwicklung neuer und verbesserter Düsen hat sich diese Situation nun wesentlich geändert.

2. Garne für Oberbekleidung durch eine neue, kostensparende Technologie

2. 1. Düsen

Herz und Seele des Lufttexturierverfahrens ist die Düse. Die Qualität der Düse ist nicht nur für die rein wirtschaftlichen Faktoren, wie Texturierungsgeschwindigkeit und Druckluftverbrauch, bestimmend, sondern sie hat auch einen kritischen Einfluß auf die Garngleichmäßigkeit und -festigkeit sowie auch darauf, wie leicht und zuverlässig sich die Maschine von Tag zu Tag und von Position zu Position regulieren läßt.

Es gibt eine Reihe von Düsenherstellern, die auf diesem Markt miteinander konkurrieren. Im folgenden wird nur über die Düsen gesprochen, die von Du Pont entwickelt und lizenziert wurden.

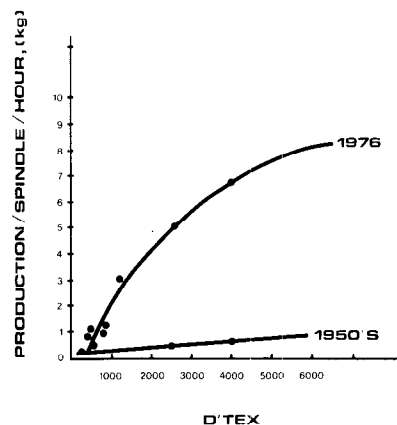


Abb. 2: Produktivität beim Lufttexturieren als Funktion des Garntiters

Die Verbesserungen an den von Du Pont entwickelten Düsen erfolgten schrittweise. Die Abbildung 2 zeigt die Steigerung der Produktivität, die im Laufe von etwa 25 Jahren durch die Verbesserungen der Düsen erreicht wurde. Aus Abbildung 3 geht hervor, wie das Verhältnis von Garntiter zu Texturierungsgeschwindigkeit im gleichen Zeitraum durch eine bessere Düsenteknologie beeinflußt wurde.

Für Garne zum Einsatz in der Oberbekleidung gelang im Jahre 1973 ein wichtiger Durchbruch: Eine neue Düse mit der Bezeichnung Type XI Mark IV (Abb. 4),

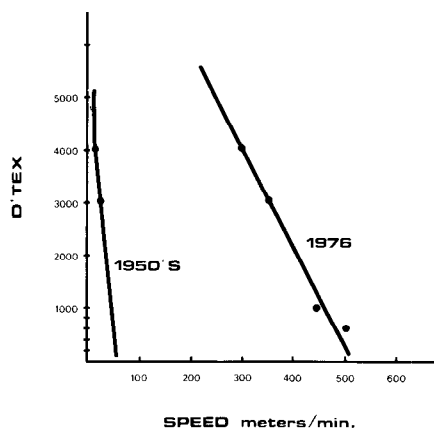


Abb. 3: Texturierungsgeschwindigkeit als Funktion des Garniters

die auf einer Erfindung von M. Koslowski beruht, gestattete es, die Texturierungsgeschwindigkeit für feinere Garne ganz wesentlich zu erhöhen.

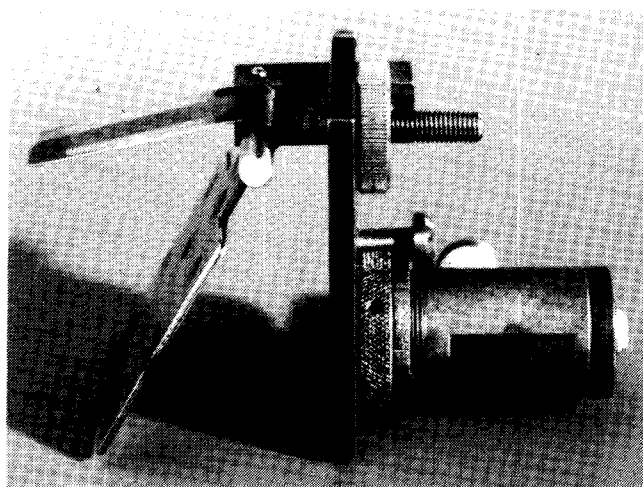


Abb. 4: Lufttexturierdüse Type XI Mark IV

Während beispielsweise vorher ein 167 dtex x 2-Garn bei etwa 150 m/min texturiert wurde, gestattete es diese neue Düse, bei etwa 500 m/min zu arbeiten.

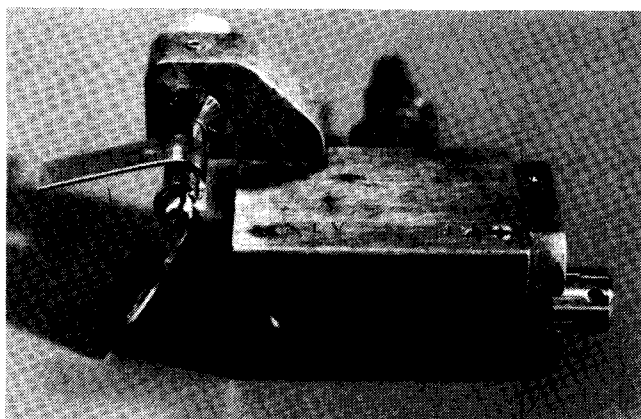


Abb. 5: Düse vom Typ XIV

Gleichzeitig war der Druckluftverbrauch bei dieser Düse wesentlich niedriger, während die Gleichmäßigkeit der Garne verbessert werden konnte.

Bei einer 1976 neu eingeführten Düse, Typ XIV (Abb. 5), konnte der Luftverbrauch noch weiter herabgesetzt werden.

### 2. 2. Druckluftversorgung und -verbrauch

Jede Lufttexturieranlage benötigt eine Versorgungsanlage für Druckluft. Die Luft muß ölfrei und sollte nicht zu warm sein (ca. 24°C). Das Versorgungsnetz — vom Kompressor über die Druckreduzierung bis zu den Zuführungen — muß zuverlässig funktionieren und darf keine Druck- und Volumenschwankungen aufweisen.

Heute steht ein beachtliches Angebot von Kompressoren zur Verfügung; ihr Kraftverbrauch ist je nach Arbeitsprinzip und Kapazität sehr verschieden. Bei der Auswahl der Ausrüstung für einen Texturierbetrieb sind eine ganze Reihe von Faktoren zu berücksichtigen. Für eine größere Lufttexturieranlage erscheint es meist vorteilhafter, anstelle eines einzigen Kompressors eine Reihe von Kompressoren verschiedener Kapazität und Bauart einzusetzen, um auf diese Weise die Energiekosten über einen weiten Bereich des Druckluftverbrauchs optimal zu halten und um auch sicher sein zu können, daß im Falle einer Panne immer ein Reservekompressor zur Verfügung steht.

Da die Druckluft eines der wichtigsten Kostenelemente bei der Lufttexturierung ist, sind schon lange Bemühungen im Gange, um den Druckluftverbrauch zu senken. Der Fortschritt, der dabei in den letzten Jahren erzielt wurde, ist aus Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1: Luftverbrauch — Garne für Oberbekleidung (1 Ende 167 dtex f 68 Polyesterarn)

Jahr	1972	1973	1977
Düsentype	T-XI	T-XI Mark IV	T-XIV
Texturierungsgeschwindigkeit in m/min	150	500	500
Luftverbrauch m <sup>3</sup> /Std., Position	22	18	14
Luftverbrauch m <sup>3</sup> /kg	73	36	28

### 2. 3. Vorlagegarne

Früher benutzte man als Vorlagegarne für die Lufttexturierung das, was gerade an Garnen zur Verfügung stand. Als Ausgangsmaterial für Oberbekleidungsgarne benutzte man deshalb meist Polyamid- oder Polyesterarne mit einem Titer von 167 dtex und mit etwa 30 - 34 Fibrillen. Diese Garne sind zwar preiswert und stehen in ausreichender Menge zur Verfügung, sind jedoch nicht die optimalen Garne für die Lufttexturierung.

Bei der Auswahl von Garnen für die Lufttexturierung

hat es sich gezeigt, daß die folgenden Faktoren für den Einsatz in Oberbekleidung wichtig sind:

● **Filamenttiter**

Für Polyester- und Polyamidgarne liegt die Komfortschwelle zwischen zwei und drei dtex pro Filament. Oberhalb dieses Titers beginnt die Haut, den Kontakt als unangenehm zu empfinden.

● **Filamentquerschnitt**

Wenn man von runden zu trilobalen Filamentquerschnitten übergeht, erhält man einen trockeneren und kernigeren Oberflächengriff.

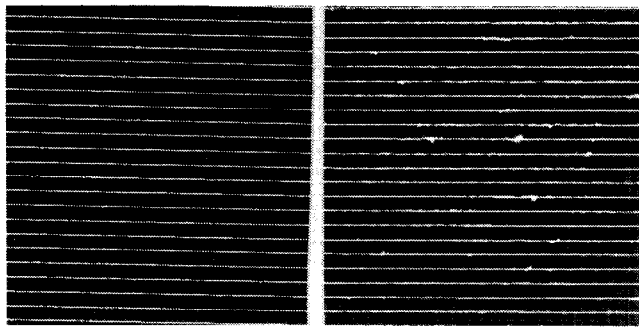


Abb. 6: Kontrollabwicklungen von *Taslan*-texturiertem Garn normaler (links) und schlechter (rechts) Qualität

Um gleichmäßige Garne zu erhalten, war es früher (bei Vorlage von Garnen mit einem Fibrillentiter von etwa 5 dtex) erforderlich, die Garne vor dem Texturieren zu zwirnen. Dies ist heute nicht mehr nötig, da einerseits verbesserte Düsen zur Verfügung stehen und andererseits feinfibrillige Vorlagegarne verwendet werden; auch auf diese Weise wurden die Verarbeitungskosten gesenkt (Abb. 6 und 7).

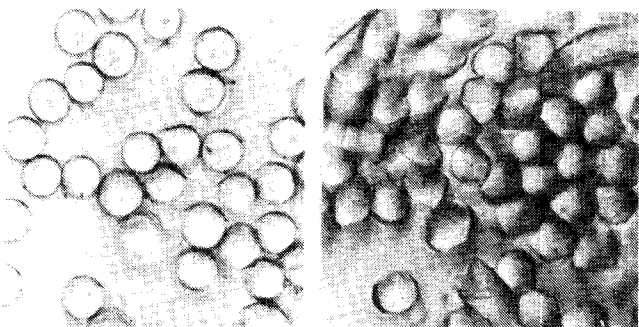


Abb. 7: Mikrophotographien von Querschnitten texturierter Polyestergarne; links: *Taslan*-texturiert; rechts: falschdrahttexturiert

**3. Maschinen zur Herstellung von Garnen für Oberbekleidung**

Im Rahmen dieses Vortrages wird nur ein kurzer Überblick über die Maschinen geboten, die in den letzten Jahren für Garne für Oberbekleidung entwickelt wurden.

**3. 1. Traditionelle Maschinen**

Die erste Lufttexturiermaschine für hohe Geschwindigkeiten, die in Europa zur Verfügung stand, wurde von der Firma Eltex in Reutlingen entwickelt. Bei der Entwicklung dieser Maschine ging man von einer traditionellen Spulmaschine für Zylinderspulen aus; es wurden speziell entwickelte Voreilmechanismen, eine weitere Lieferrolle sowie Gehäuse zur Montage der Düsen eingebaut. Ein Diagramm der Maschine wird in Abbildung 8 gezeigt, während Abbildung 9 Photographien der Maschine zeigt.

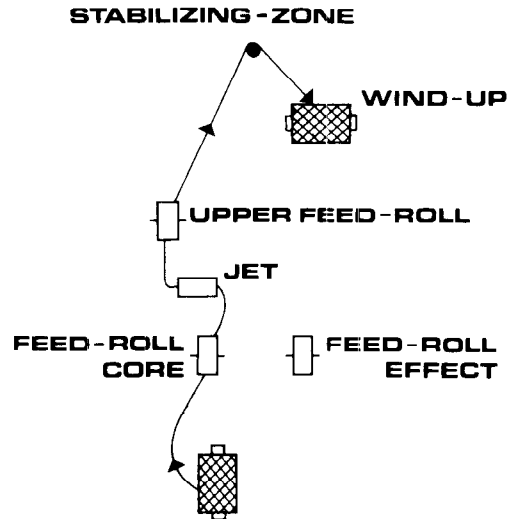


Abb. 8: Prinzip der Lufttexturiermaschine (Maschine ohne Heizelement)

Diese Maschine war nicht speziell zur Herstellung von Garnen für die Oberbekleidung entwickelt worden. An jeder Position können die beiden Voreilmechanismen unabhängig voneinander betrieben werden. Beispiels-

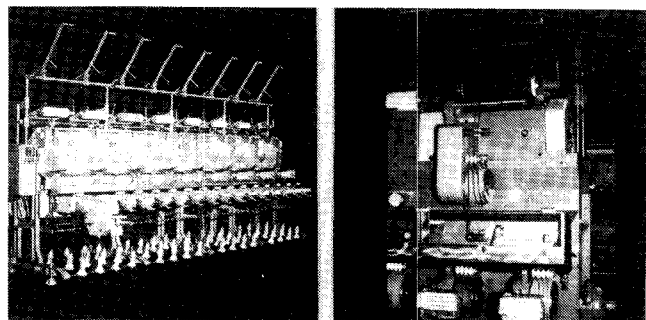


Abb. 9: Die Eltex-Lufttexturiermaschine

weise kann der linke Mechanismus mit einer Voreilung von 10 % liefern, während der rechte auf 600 % eingestellt wird. Auf diese Weise würde man ein Kern- und Effektgarn erhalten, das z. B. für einen Möbelstoff verwendet werden könnte.

Nach dem Durchlaufen der Düse geht das Garn zunächst auf eine Lieferrolle und von dort über eine relativ lange Zwischenstrecke zur Aufwickelvorrichtung. Die Voreilung berechnet man aus dem Verhält-

nis der Geschwindigkeiten an der Garnzufuhr einerseits und an der Abzugs- bzw. Aufwickelvorrichtung andererseits. Dieses Verhältnis wird auch als *effektive Voreilung* bezeichnet.

Würde das Garn in dem Zustand verwendet werden, in dem es die Düse verläßt, so hätte es einen relativ elastischen Kern, da einige Filamente innerhalb des Kerns eine Kräuselung und Schlaufen aufweisen würden. Da die Kräuselung und die Schlaufen herausgezogen werden können, wäre das Garn nicht stabil. Um einen zwar weniger elastischen, aber dafür stabilen Kern zu erhalten, wird das Garn in der langen Zone von der Zwischenlieferrolle zur Aufwickelvorrichtung in eine möglichst geradlinige Konfiguration gestreckt.

Diese Maschine wird zur Herstellung von Garnen sowohl für Oberbekleidung als auch für Polsterstoffe und dergleichen verwendet. Da das Garn während des Texturierens keine Wärmebehandlung erfährt, hat das texturierte Garn einen Schrumpf, der etwa dem des Vorlagegarnes entspricht, bei Polyestergerarnen also einen Kochschrumpf von etwa 8 %. Dies kann bei Stoffen, die aus solchen Garnen angefertigt werden, zu Problemen beim Ausrüsten und Färben führen. Um derartige Schwierigkeiten zu vermeiden, wurden verschiedene Wege erforscht, um lufttexturierte Garne während des Texturierprozesses zu schrumpfen und zu thermofixieren.

### 3.2. Maschinen mit Heizelementen

Die logische Lösung besteht darin, daß man die Maschine mit einem Heizelement ausstattet, in dem das Garn beim Durchlaufen geschrumpft und thermofixiert werden kann.

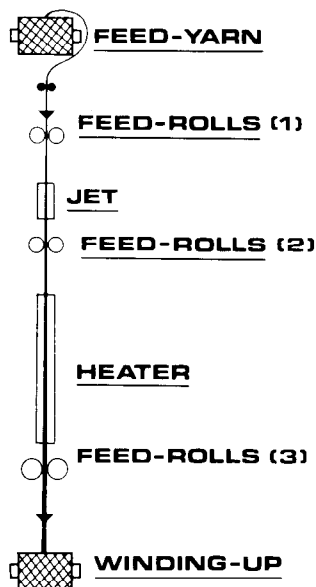
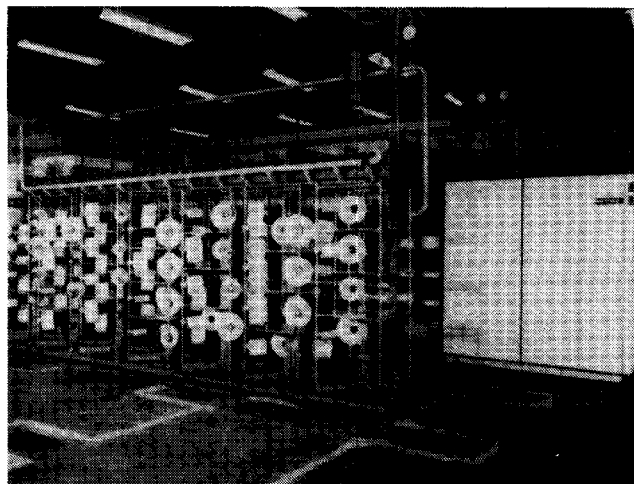
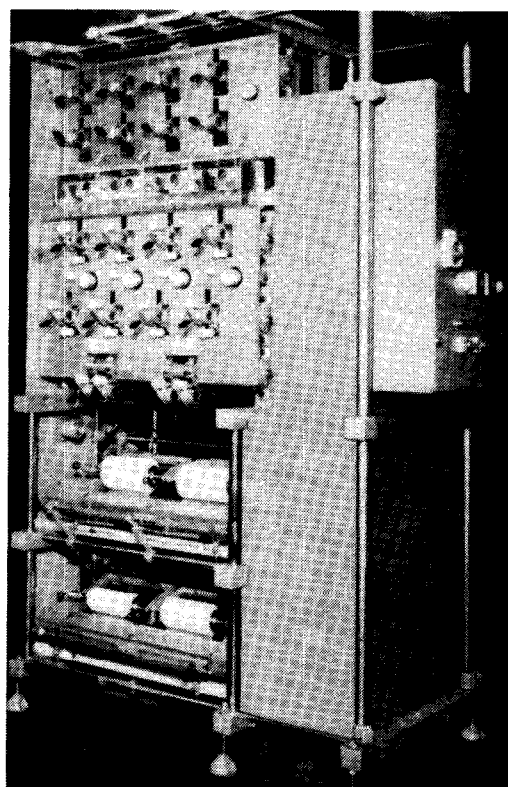


Abb. 10: Prinzip einer Lufttexturiermaschine mit Heizelement

Derartige Maschinen werden zur Zeit von verschiedenen Firmen entwickelt; so haben Barmag und Eltex solche Maschinen bereits auf den Markt gebracht. Ihr Arbeitsprinzip kann aus Abbildung 10 ersehen werden. Die Abbildung 11 zeigt Photographien der beiden Maschinen.



a



b

Abb. 11: a) Die Barmag TK 6T-Maschine  
b) Die Eltex H. S.-Maschine

Beide Maschinen können Garne im Bereich von etwa 70 bis 700 dtex bei einer Aufwickelgeschwindigkeit von 500 m/min texturieren. Dabei ist die Höchstgeschwindigkeit durch die Düsen bedingt und nicht durch die Mechanik der Maschinen.

Beide Maschinen haben an jeder Position zwei voneinander unabhängige Voreilmechanismen. Wenn erwünscht, lassen sich also auch Kern- und Effektgarne herstellen; ebenso ist die Produktion von Garnen für Oberbekleidung möglich, und zwar sowohl von einzelnen Vorlagegarnen als auch von zwei parallelen Vorlagegarnen. Beide Maschinen sind mit einer Heizzone ausgestattet.



Gegenüber traditionellen Maschinen bieten diese neuen Maschinen folgende Vorteile:

- Nach dem Thermofixieren haben die Garne eine geringe Elastizität (= gute Stabilität). Der Restschrunpf ist gering. Für Garne aus 167 dtex f 68 beträgt der Kochschrunpf etwa 2,5 % und bei einer Färbetemperatur von 125°C etwa 7 — 8 %.
- Die Schlaufen im texturierten Garn sind kleiner und gleichmäßiger als bei Garnen, die nach dem traditionellen Prozeß hergestellt wurden. Daraus ergeben sich gleichmäßigere Fadenspannungen beim Stricken oder Weben, was wiederum zu einem gleichmäßigeren Warenbild führt.
- Es können sowohl vollverstreckte Garne als auch POY verwendet werden. Werden POY eingesetzt, so erfordert dies den Einbau einer Streckzone mit beheizten Streckstiften.

3.3. Umgebaute Falschdrahtmaschinen

Lufttexturieren kann man mit Falschdrahttexturieren und Thermofixieren kombinieren, indem man eine Falschdrahtmaschine mit Düsen und, soweit möglich, mit Zwischenlieferwalzen ausstattet. Dabei durchläuft das Garn normalerweise das erste Heizelement, wobei es falschdrahttexturiert wird. Anschließend kann das Garn durch das zweite Heizelement geführt werden, das jedoch im allgemeinen nicht zum Thermofixieren verwendet wird. Bevor das Garn aufgewickelt wird, wird es durch die Luftdüse geleitet. Die Abbildung 12 zeigt das Prinzip einer modifizierten Falschdrahtmaschine.

Diese Methode hat erhebliche Resonanz gefunden, vor allem in den Vereinigten Staaten; sie ermöglicht es, auf einer bereits vorhandenen Falschdrahtmaschine mit einem relativ bescheidenen Investitionsaufwand Garne zu erhalten, für die auf Grund ihrer Spinnfaseroptik eine erhebliche Nachfrage besteht.

Garne, die auf diese Weise hergestellt werden, werden in den Vereinigten Staaten unter Markenbezeichnungen wie *Serell* (Du Ponts Bezeichnung für die

nach einem Spezialverfahren hergestellten lufttexturierten Garne aus *Dacron*-Polyestergarn), für die früher die Bezeichnung TRL-40 verwendet wurde, verkauft.

Scragg und ARCT bieten in Baukastenform die Zusatzteile an, die zum Umbau von Falschdrahttexturiermaschinen erforderlich sind.

4. Texturierkosten

Bis etwa 1973 war das Interesse an lufttexturierten Garnen für den Einsatz in Oberbekleidung minimal, da dieses Verfahren teurer war als das Texturieren nach dem Falschdrahtverfahren. Nach Einführung der verbesserten Düsen, also etwa ab 1973, glichen sich die Kosten für Lufttexturieren und Falschdrahttexturieren aus. Heute, nach weiteren Verbesserungen an den Düsen und nach Einführung anderer kostensenkender Maßnahmen (wie z. B. das Thermofixieren am laufenden Faden) kann die Lufttexturierung gegenüber der Falschdrahttexturierung schon einen Kostenvorteil bieten.

Natürlich ist bei derartigen Angaben Vorsicht geboten. Kostendaten, die für ein spezielles Garn in einem Betrieb für einen bestimmten Rahmen von Maschinen und Betriebsbedingungen entwickelt wurden, lassen sich nicht ohne weiteres auf einen anderen Betrieb und auf ein anderes Garn übertragen. Trotzdem glauben wir, daß die im folgenden dargebotenen Daten für Westeuropa repräsentativ sind. Alle Daten

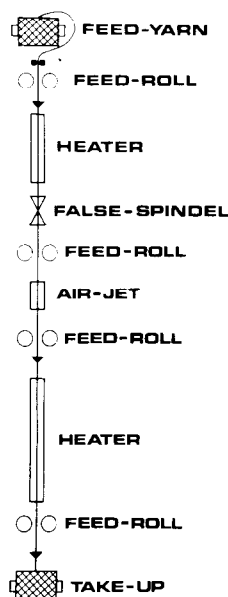


Abb. 12: Modifizierte Falschdrahtmaschine

Tabelle 2: Kostenvergleich von Lufttexturier- und Falschdrahtverfahren

	TASLAN 500 m/min		Falschdraht 580 m/min 216 pos.	
	48 POS. (167 f 68 x 2)	120 POS.	ge- zwirnt	ver- blasen
Abschreibung — Texturiermaschine	0.0814	0.0572	0.1122	0.1122
Abschreibung — Kompressor	0.0176	0.0154	—	—
Stromkosten — Texturiermaschine	0.0198	0.0110	0.1056	0.1056
Stromkosten — Kompressor	0.0990	0.0704	—	—
Wasserkosten	0.0198	0.0132	—	—
Löhne und Gehälter	0.0418	0.0418	0.0440	0.0440
Zwirnen	—	—	0.2508	—
Verblasen	—	—	—	0.0990
Nachkontrolle	—	—	0.0440	0.0440
Div. Material	0.0990	0.0990	0.1210	0.0990
Fertigungs- generalkosten	0.0396	0.0396	0.0396	0.0396
Lizenzgebühren	0.0660	0.0660	—	—
<b>Gesamte Verarbeitungs- kosten: \$/kg</b>	<b>0.4840</b>	<b>0.4136</b>	<b>0.7172</b>	<b>0.5434</b>

sind in Dollar pro Kilogramm angegeben; in jedem Falle wurde angenommen, daß neue Maschinen verwendet werden. Diese Daten wurden für vollver-  
strecktes Polyester Garn mit rundem Filamentprofil entwickelt, und zwar für zwei Enden 167 dtex f 68 — das heute wohl am meisten verwendete Garn für lufttexturierte Oberbekleidungsgarne. Die folgenden vier Fälle wurden in Betracht gezogen:

- Lufttexturierung an einer Maschine mit 48 Positionen,
- Lufttexturierung an einer Maschine mit 120 Positionen,
- Falschdrahttexturierung mit anschließendem Zwirnen und
- Falschdrahttexturierung mit anschließendem Zusammenblasen von je zwei Enden.

Wie bereits erwähnt, kann jedes einzelne Kostenelement von Betrieb zu Betrieb verschieden sein; trotzdem zeigen die Daten in Tabelle 2, daß das Lufttexturierverfahren nun den Nachteil der höheren Verarbeitungskosten überwunden hat und daß es nun für die Herstellung von Garnen aus Polyester für den Einsatz in Oberbekleidung gegenüber dem Falschdrahtverfahren im Prinzip konkurrenzfähig ist.

**Tabelle 3: Garnverkaufspreise (in \$/kg) in Frankreich im IV. Quartal 1977**

Vorlagegarn (dtex) bzw. Garnnummer	Falschdrahttexturiert	Lufttexturiert	PE/Baumw. 65/35	100 % PE Spinnfaser
PE 110 f 47 (Spinnfasergarn Nm 70) (~ 145 dtex)	—	2.68	— 4.32	— 3.80
PE 167 f 68 PE 280 f 34 POY (Spinnfasergarn Nm 50) (~ 200 dtex)	— 1.88 —	2.29 — —	— — 3.80	— — 3.20
PE 334 f 136 PE 280 f 34 x 2 POY (verblasen) (Spinnfasergarn Nm 25) (= 400 dtex)	— 1.94 —	2.20 — —	— — 3.29	— — —

Wechselkurs: \$ in Ff. = 4.85

Berechnungsgrundlagen:

- Verarbeitungskosten: siehe Tabellen 1 und 2
- Kosten der Vorlagegarne pro kg
  - PE 280 f 34 POY = \$ 1.44
  - PE 167 f 68 = \$ 1.75
  - PE 334 fl 36 = \$ 1.84
  - PE 110 f 47 = \$ 2.01

Texturierkosten pro kg:	falschdrahttext.	lufttext.
PE 280 f 34 POY	\$ 0.44	
PE 280 f 34 X 2 POY (verblasen)	\$ 0.50	
PE 334 fl 36		\$ 0.36
PE 167 f 68		\$ 0.54
PE 110 f 47		\$ 0.67

Die für den Einsatz in Oberbekleidung gebräuchlichen Garntiter sind heute im allgemeinen sowohl falschdrahttexturiert als auch lufttexturiert erhältlich, oft sogar mit der gleichen Fibrillenzahl. Im großen und ganzen werden jedoch für die Falschdrahttexturierung Vorlagegarne mit größeren Fibrillen als für die Lufttexturierung eingesetzt.

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Garnpreissituation in Frankreich im 4. Quartal 1977. Beim Vergleich der Preise von falschdrahttexturierten und lufttexturierten Garnen ist darauf zu achten, daß die Produzenten von Polyesterfilamentgarnen einen erheblichen Preiszuschlag für Garne mit feinerem Fibrillentiter berechnen. Jedoch ist vor allem die Tatsache zu beachten, daß Spinnfasergarne (sowohl aus 100 % Polyester als auch aus Polyester/Baumwollmischung) wesentlich teurer sind als lufttexturierte Garne im selben Nummernbereich.

Dieser Punkt ist besonders wichtig, weil — wie im folgenden gezeigt wird — lufttexturierte Garne zu Stoffen verarbeitet werden können, die vom Standpunkt des Griffes und der Warenoptik aus mit der Spitzenklasse von Stoffen aus Spinnfasergarnen vergleichbar sind. In dieser Beziehung unterscheiden sie sich ganz wesentlich von konventionellen Falschdrahtgarnen.

### 5. Eigenschaften von Webwaren

Es ist schwierig, Produkte miteinander zu vergleichen, die nach verschiedenen Verfahren hergestellt wurden. Dies trifft ganz besonders bei Webwaren zu. Das Ziel der im folgenden beschriebenen Untersuchungen war es deshalb, quantitative Daten zu entwickeln, die zeigen sollten, wo überhaupt Oberbekleidungsstoffe aus lufttexturierten Garnen unter die möglichen Typen und Stile dieser Materialien einzuordnen sind.

Als spezielles Gebiet wurden Herrenanzugstoffe ausgewählt, weil in diesem Sektor die Ansprüche und Vorstellungen relativ homogen und stabil sind. Ferner sind hier in den verschiedenen Gewichtsklassen die Stoffe relativ gleichförmig in bezug auf Textilparameter, wie Webeinstellung oder Garnnummer. Zudem besteht ein großer Unterschied zwischen Stoffen, die als Qualitätsartikel angesehen werden und solchen, die als Massenware gelten. Dies zeigt sich in einer entsprechenden Preisspanne.

Für die Versuche wurden sieben kommerzielle Stoffe von Webern aus Frankreich, Belgien, Großbritannien und der Schweiz ausgewählt. Sie gehörten derselben Gewichtsklasse an, jedoch war es leider nicht möglich, sie in der gleichen Farbe zu erhalten; wir glauben jedoch, daß der Farbunterschied keinen Einfluß auf die im folgenden diskutierten Resultate hatte.

#### 5.1. Ästhetische Eigenschaften

Für diese Beurteilung wurden die Stoffe zwanzig Personen aus der Weberei- und Konfektionsindustrie vorgelegt, die die Stoffe vorher nicht gesehen hatten.

Es wurde ein unvollständiger, ausgewogener Blocktest mit einer Replikation verwendet; dabei wurden die Stoffe in Sätzen zu je vier Mustern vorgelegt. Die Begutachter wurden gebeten, die Stoffe nach ihrer Eignung als Anzugstoffe für die Übergangssaison

**Tabelle 4: Testergebnisse für Griff und Warenoptik**

Kette	Gewebezusammensetzung Schuß	Muster Code	Bewertungsreihenfolge für Griff                    Aussehen		Bevorzugungspunkte* für Griff                    Aussehen	
80 % Polyester, 20 % Nylon, <i>Taslan</i> - texturiert	dasselbe	D	1	1	111	90
55/45 Polyester/ Schurwolle	dasselbe	G	2	3	86	70
100 % Polyester, falschdrahttexturiert	100 % Polyester lufttexturiert	B	3	2	78	76
100 % Polyester, falschdrahttexturiert	100 % Schurwolle	A	4	5	75	50
100 % Schurwolle	dasselbe	F	5	4	38	69
100 % Polyester falschdrahttexturiert	dasselbe	C	6	6	20	40
60/40 Polyester/ Viscose	dasselbe	E	7	7	12	25

\* Differenzen von 23 Punkten und darüber sind mit einer statistischen Sicherheit von 95 % signifikant

einzustufen: zunächst auf Grund des Griffes, dann in einem zweiten Test auf Grund des Erscheinungsbildes der Warenoberfläche. Die Ergebnisse für Griff und Warenoptik sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Die beiden Stoffe aus lufttexturierten Garnen stehen deutlich an der Spitze der Liste und wurden, verglichen mit den Stoffen aus Kammgarn, gleichwertig oder sogar überlegen bewertet. Während es sich also hier im technischen Sinne um Filamentgarne handelt, sind die aus ihnen hergestellten Webwaren im Hinblick auf ästhetische Eigenschaften mit Stoffen aus Kammgarn vergleichbar.

**5. 2. Laboratoriumsresultate**

Die Resultate von Laboruntersuchungen an diesen Stoffen sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Wie erwartet, sind alle Stoffe aus Polyesterfilamentgarnen den Kammgarnstoffen im Hinblick auf Stabilität, Abriebfestigkeit, Knittererholung und Festigkeit (grab-tensile) überlegen. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Stoffen, die lufttexturierte Garne enthalten, und jenem Stoff aus falschdrahttexturiertem Garn in Kette und Schuß nur unwesentlich, doch darf erwähnt werden, daß zwischen diesen Stoffen ein erheblicher und in hohem Maße signifikanter Unterschied in der Beurteilung der ästhetischen Eigenschaften bestand.

**5. 3. Eigenschaften der Webwaren – Zusammenfassung**

Auf Grund der Ergebnisse bei der Beurteilung der ästhetischen Eigenschaften einerseits und der Resultate der Laborteste andererseits kann man folgende zusammenfassende Feststellungen über einwandfrei gewebte Stoffe aus lufttexturierten Garnen machen:

- Sie haben ästhetische Eigenschaften, die mit denen von Kammgarnstoffen vergleichbar und wesentlich besser sind als Stoffe aus 100 % falschdrahttexturiertem Garn.
- Im Vergleich zu Stoffen aus 100 % falschdraht-

texturiertem Garn ist die Tendenz zum Fadenziehen (*snagging*) und zum speckigen Glanz wesentlich geringer.

**Tabelle 5: Laborresultate**

	100 % Schurwolle	100 % lufttexturiert, 80 % PE/20 % PA	falschdrahttexturierte Kette; lufttexturierter Schuß, 100 % Polyester	100 % falschdrahttexturierter Polyester, Kette + Schuß
<b>Gemessene Eigenschaft</b>				
Flächengewicht g/m <sup>2</sup>	250	230	230	235
Luftdurchlässigkeit Liter/m <sup>2</sup> , sec	92	150	170	240
Stabilität (Schrumpf, Wäsche bei 40° C), %	K = 1.3 S = 3.0	K = 0.2 S = 0.4	K = 0.5 S = 0.1	K = 0.3 S = 0.2
Abriebfestigkeit (Martindale)	21.000	50.000	39.600	32.000
Knittererholung	K = 126 S = 139	K = 148 S = 137	K = 148 S = 143	K = 145 S = 129
Knitterwiderstand: nach 1 Minute, nach 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Stunden	2.0 3.5	3.5 4.0	3.0 4.4	3.5 4.8
Festigkeit (grab-tensile) Newton	K = 237 S = 528	K = 1063 S = 1199	K = 1281 S = 949	K = 1393 S = 1290

- Abriebfestigkeit, Stabilität und Knitterfestigkeit sind erheblich besser als bei Kammgarnstoffen.
- Die Luftdurchlässigkeit — eine Eigenschaft, die mit dem Tragekomfort verknüpft ist — nähert sich den Werten für Wollstoffe, ohne sie jedoch zu erreichen.

Streng genommen, beziehen sich diese Feststellungen nur auf die sieben Stoffe, die hier untersucht wurden, jedoch war bei der Auswahl der Stoffe besonders darauf geachtet worden, daß diese für die ganze Klasse der Übergangssaisonanzugstoffe repräsentativ seien; deshalb sind wir überzeugt, daß sich die vorherigen Feststellungen auf diese ganze Stoffklasse verallgemeinern lassen.

5. 4. Eigenschaften von lufttexturierten Garnen

Bezüglich der Gleichmäßigkeit stehen lufttexturierte Garne den falschdrahttexturierten Garnen näher als den Spinnfasergarnen. Für lufttexturierte Garne guter Qualität liegt die Ustergleichmäßigkeit um 8 CV %, während sie für Spinnfasergarne meist um 13 CV % liegt.

Lufttexturierte Garne sind etwas empfindlich gegen Zugbeanspruchung. Für das Spulen, Schären usw. wird deshalb eine Spannung von  $0,7 \pm 0,2$  cN/tex empfohlen. Bei höheren Spannungen besteht die Gefahr, daß Schlaufen herausgezogen werden könnten.

Da während des Lufttexturierens das Garn nicht mit einer heißen Fläche in Kontakt kommt, werden die Fibrillenquerschnitte nicht deformiert. Deshalb sind lufttexturierte Garne (auch nach einer Thermofixierung) frei vom *Speckglanz*, den man häufig mit falschdrahttexturierten Garnen mit rundem Fibrillenquerschnitt assoziiert. Andererseits kann ein solcher Glanz immer noch auftreten, wenn das Garn erst falschdrahttexturiert und anschließend lufttexturiert wird, wie z. B. beim TRL-40-Prozeß.

6. Verarbeitung

6. 1. Schären

Obwohl lufttexturierte Garne nur geringe Elastizität aufweisen, lassen sie sich ohne Schwierigkeit schären. Bei der empfohlenen Fadenspannung von  $0,7 \pm 0,2$  cN/tex verläuft das Schären problemlos.

6. 2. Schlichten

In Europa wird möglichst ohne vorhergehendes Schlichten gewebt; Ketten von lufttexturierten Polyestergerne lassen sich gut ohne Schlichten verarbeiten, wobei an den Webmaschinen ein Wirkungsgrad von etwa 95 % erreicht wird, d. h., der Nutzeffekt liegt in der gleichen Größenordnung wie bei falschdrahttexturierten Garnen guter Qualität. Im Gegensatz zu Europa ziehen es die Weber in den Vereinigten Staaten vor, alle Ketten zu schlichten. Lufttexturierte Polyestergerne können ohne Schwierigkeit geschlichtet werden. Dabei werden die üblichen Schlichten für texturierte Polyestergerne verwendet, und der einzige Unterschied gegenüber anderen texturierten Polyestergerne ist der, daß die Schlichteaufnahme etwa doppelt so hoch ist wie bei settexturierten Garnen, d. h., es werden etwa 200 — 240 % erreicht.

6. 3. Weben

Herrenoberbekleidungsstoffe aus lufttexturierten Polyestergerne wurden bereits auf einer ganzen Reihe von Webmaschinen gewebt, ohne daß bei irgendeinem Maschinentyp nennenswerte Schwierigkeiten auftraten. Der Wirkungsgrad der Webmaschinen liegt dabei in der Größenordnung von 95 — 96 %, d. h. ähnlich wie bei falschdrahttexturierten Garnen guter Qualität.

Kett- und Schußdichte und die Stuhlbreite hängen davon ab, ob thermofixierte oder unfixierte Garne verwendet werden. Werden unfixierte Garne verwendet, so ist bei der Einstellung der beim Färben und Ausrüsten auftretende Schrumpfung zu berücksichtigen. Es sollten Litzen, die für Filamentgarne geeignet sind, verwendet werden. Die Warenbäume sollten mit Kork oder Gummi bezogen sein, denn die Verwendung von mit Sandpapier bezogenen Bäumen führt zum Zerreißen von Filamentschlaufen. Die Schußspannung sollte bei  $0,7 \pm 0,2$  cN/tex liegen; die Verwendung einer positiven Fadenzufuhr ist zu empfehlen.

Stoffe aus einer Kette aus falschdrahttexturiertem Garn mit einem Schuß aus lufttexturiertem Garn erfreuen sich einer gewissen Popularität. Beim Weben derartiger Stoffe treten keine besonderen Schwierigkeiten auf. Ein Stoff dieser Art wurde auch in die oben beschriebene Testserie einbezogen (Muster B).

6. 4. Färben und Ausrüsten

Je nachdem, ob thermofixierte oder unfixierte Garne verwendet werden, ist die eine oder andere der folgenden Färbe- und Ausrüstungsmethoden zu empfehlen:

<i>Thermofixiertes Garn</i>	<i>Unfixiertes Garn</i>
Auswaschen Färben	} Jet-Färbeanlage Auswaschen — spannungslos, in voller Breite
Thermofixieren (170° C)	
Harz- usw. Ausrüstung	Trocknen Vorfixieren (160° C) Farben im Jet-Färbeapparat Thermofixieren (170° C) Harz- usw. Ausrüstung

Erfahrungsgemäß werden mit Jet-Färbeapparaten die besten Ergebnisse erzielt. Baumfärbeapparate sind nicht zu empfehlen, da darauf die Ware zum Auslängen neigt. Ebenso kann es zum Auslängen kommen, wenn die Ware beim Thermofixieren unter zu hoher Spannung verarbeitet wird.

7. Zusammenfassung

Die Technologie der texturierten Garne ist kaum dreißig Jahre alt, sie ist aber bereits zu einem fest verankerten und wichtigen Sektor der Textilindustrie geworden.

Falschdrahttexturierte Garne hatten entscheidende Erfolge, sobald Maschinen zur Verfügung standen, die es gestatteten, solche Garne mit ausreichender Gleichmäßigkeit und zu annehmbaren Kosten herzustellen. Als Folge dieser Entwicklung wurde die Falschdrahttexturierung die bei weitem wichtigste Technologie für den Bekleidungssektor.

Bei lufttexturierten Garnen erfolgte der technische Durchbruch in der Oberbekleidung, der zu Garnen mit ausreichender Gleichmäßigkeit bei angemessenen Verarbeitungskosten führte, erst 1973. In den letzten fünf Jahren wurden seither lufttexturierte Polyester-garne erfolgreich im Sektor der Oberbekleidungsstoffe eingeführt. Diese Stoffe vereinen die ästhetischen Eigenschaften von Kammgarnstoffen und die ausgezeichneten Trageigenschaften von Polyester-filamentgarnen. Dieses Anwendungsgebiet ist noch relativ neu, jedoch ist es wegen des hohen Gebrauchswertes dieser Stoffe und wegen der interessanten Kosten wahrscheinlich, daß sie auf diesem Gebiet ein schnelles Wachstum haben werden. Eine schnelle Umstellung von Falschdrahttexturierung auf Lufttexturierung wird dadurch ermöglicht, daß mit Hilfe von relativ preiswerten Baukastenelementen Falschdrahtmaschinen für die Lufttexturierung umgebaut werden können.

#### Diskussion

**Brehm:** Sie haben zwar jeweils den Luftverbrauch angegeben, sind aber, vielleicht habe ich es allerdings nur überhört, auf die entsprechenden Luftdrucke nicht eingegangen. Wie verhält sich der Luftdruck, und wie muß man ihn in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bzw. in Abhängigkeit von verschiedenen Garntitern ändern?

**Aken:** Der Luftdruck soll bei einem 167 dtex 68 f-Garn ungefähr 9 bar betragen. Bei größeren Garnen kann man auch auf geringere Drucke, allerdings nur bei geringerer Geschwindigkeit, gehen. Es liegen die verschiedensten Garne von 70 den bis über 7000 den vor; da ist es sehr schwie-

rig, genau anzugeben, bei welchen Drucken man exakt arbeiten soll. Es ist nicht problematisch, es hängt von der Erfahrung ab.

**Kerenyi:** Wie werden nach Ihrer Meinung die Endenschaften eines Textilmaterials beeinflusst, abhängig davon, ob man für die Garnherstellung eine Maschine verwendet, die für die Lufttexturierung geschaffen wurde, oder ob man von einer umgebauten Falschdrallmaschine ausgeht, die nicht nur Luftdüsen, sondern auch Falschdrallspindeln besitzt? Wie sind die Unterschiede der Fadeneigenschaften?

**Aken:** Ich kann nicht aus eigener Erfahrung sprechen, doch würde ich annehmen, daß eventuell bei dem kombinierten Verfahren das Garn etwas mehr Elastizität besitzt im Vergleich zu den Garnen, die nur lufttexturiert wurden. Wenn man mit ganz neuen Maschinen arbeitet, wo auch Heizer eingebaut sind, erhält auch das lufttexturierte Garn eine höhere Elastizität. Wenn sie aber einerseits das reine Taslanverfahren einsetzen, andererseits eine Kombination von Falschdrall und Taslan, so würde ich meinen, daß hier schon bestimmte Nachteile auftreten können:

a) Es kann ein Ringeffect in der Strickerei auftreten, oder

b) es können Verarbeitungsschwierigkeiten auftreten, weil die einzelnen Fäden eine Änderung des Querschnittes bekommen können, was sich in einen Ringeffect auswirken kann und einen unangenehmen Glanzeffect erwirkt. Alle diese Effekte treten beim reinen Taslangarn nicht auf.

**König:** Wenn Sie beispielsweise in einem konditionierten Arbeitsraum eine solche Maschine aufstellen, führt das dann zu Störungen?

**Aken:** Bei feinen Garnen müssen Sie bei Polyester und Polyamid sowieso in einem konditionierten Raum arbeiten. Die Düse wird in eine Box eingebaut, die zwei Aufgaben hat:

— einerseits den Lärmpegel gering zu halten und

— zweitens, den Feuchtigkeitsgehalt der Luft dieses Raumes nicht zu beeinflussen.

Man kann auch noch die Feuchtigkeit direkt aus der Düse absaugen; das wird häufig schon auf verschiedenen Maschinen gemacht, beispielsweise auf der Eltex oder der Barmag-Maschine.

**Albrecht:** Herzlichen Dank, Herr von Aken, für Ihr Referat und auch dafür, daß Sie aufgezeigt haben, wie lang und schwierig der Weg war von dem ursprünglichen Taslanprozeß bis zu den Verfahren, die sich heute in der Praxis durchzusetzen beginnen.

### Praktische Erfahrungen bei der Herstellung von spinnfaserähnlichen Filamentgarnen

Dipl. Ing. Gustav B r e h m , Heberlein Maschinenfabrik AG, Wattwil

Die Bedeutung spinnfaserähnlicher Filamentgarne, die durch das Luftverwirbeln in Düsen hergestellt werden, scheint derzeit mehr und mehr zuzunehmen. Technik und Herstellung sind schon sehr lange bekannt. Es verwundert, daß sich die für eine Weiterverarbeitung zu textilen Flächegebilden verschiedenster Art gut bis sehr gut geeigneten Fäden nicht schon seit vielen Jahren einen festen Platz unter den marktgängigen Fäden erobern konnten.

Die Gründe hierfür liegen im Zusammenspiel von Marktentwicklungen, Rohmaterial, Herstellungstechnik und Wirtschaftlichkeit.

Nach diesen Kriterien werden vier Marktsektoren untersucht:

1. Bekleidung aus Baumwolle und Baumwollmischungen,
2. Bekleidung aus Wolle und Wollmischungen,
3. Heimtextilien und Teppiche und
4. Spezialgarne.

Für jeden Marktsektor ergeben sich Ansatzpunkte, die zeigen, mit welchen technologischen Werten und Ausgangsmaterialien ein Substitut zu herkömmlichen Garnen erreicht werden könnte und wie hoch die Herstellkosten sein dürfen.

Bei konsequenter Entwicklung und richtiger Auswahl der Parameter sind Kompromisse auffindbar, die dem spinnfaserähnlichen Filamentgarn, erzeugt durch Luftverwirbeln in Düsen, dank breiter Anwendungsmöglichkeit zum vollen Durchbruch verhelfen können.

Endless filament yarns with spun look produced by the air jet technology become more and more significant. The corresponding technology and production are known since many years. It is surprising that such yarns have not yet found a firm place amongst all other yarns used for the production of textile goods.

The reason therefore may be found in the combination of market developments, raw material, technology of production and economy.

According to these criterions four market segments have been examined:

1. garments made of cotton and cotton blends,
2. garments made of wool and wool blends,
3. home furnishing and carpet fabrics and
4. special yarns.

For each market segment starting points result, which show the technological values and raw materials which may replace traditional yarns indicating the limit of production costs.

There is no doubt that by tenacious development and correct choice of the influencing factors, compromises can be found which lead the way for a broad application of endless filament yarns with spun look produced by the air jet technology.

#### 1. Einleitung

In Anlehnung an den Vortrag anlässlich des Reutlinger Texturier-Kolloquiums wird das Thema auch in dieser Ausführung aus der Sicht des Maschinenbaus behandelt.

Wiederum, ausgehend von der Frage, warum spinnfaserähnliche Filamentgarne, deren Herstellung seit vielen Jahren bekannt ist, bis heute keinen großen Markt erobern konnten, soll versucht werden, die bis heute gesammelten *praktischen Erfahrungen bei der Herstellung*, speziell mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit, nach folgender Ordnung darzulegen:

- Wie gliedern sich der Markt und die Garnpreise in den verschiedenen Ländern?
- Welche Eigenschaften sind von Garn und Fertigartikel grundsätzlich für das LB-Garn zu fordern?
- Welcher Verkaufspreis ergibt sich für LB-Garne bei Berücksichtigung der Kostenanteile von Rohgarn, Maschine, Energie und Bedienung?
- Welche Einsatzgebiete lassen sich für LB-Garn herauskristallisieren.

Da zur Beantwortung dieser Fragen eine Fülle von Daten und Erkenntnisse ausgewertet werden müssen, deren detaillierte Wiedergabe aber im Rahmen dieses Referates nicht möglich ist, werden notgedrungen die Ergebnisse zusammengefaßt. Dabei entstammt das statistische Zahlenmaterial den verschiedensten Quellen. Unterschiedliche Angaben der einzelnen Quellen wurden soweit wie möglich korrigiert und Mittelwerte eingesetzt.

#### 2. Marktgliederung und Garnpreise

In den Tabellen 1 bis 4 sind die Teilmärkte in größere Wirtschaftsräume gegliedert, wobei Japan beispielhaft für den Ostasienraum steht.

Tabelle 1: Aufteilung der Garnproduktion in 1000 t

	1974				1975				1976			
	EWG+GB	USA	Comecon	Japan	EWG+GB	USA	Comecon	Japan	EWG+GB	USA	Comecon	Japan
B'wolle und B'wollmischungen	828	1'473	2'252	511	748	1'388	2'364	461	820	1'542	x	499
Wolle und Wollmischungen	582	64	121	136	583	53	92	142	659	61	x	159
Zeilwolle	194	218	x	146	131	175	x	108	151	186	x	119
Rayon, Acetat	x	x	x	x	223	153	x	103	246	166	x	110
Synth. Fasern	271	593	686	498	266	567	872	451	330	582	995	528
Synth. Fäden davon PES	x	x	334	x	620	1'215	432	490	704	1'226	473	567
Texturiert (ohne Teppich) davon PA davon PES	119	x	x	x	117	x	x	x	123	x	x	x
	171	431	x	95	185	497	x	104	200	601	x	107

x: Aus den ausgewerteten Statistiken sind diese Zahlen nicht zu ermitteln bzw. liegen keine Angaben vor.

Gewählt wurden ferner die 3 Jahre: 1974/75/76. Für 1977 lag zur Zeit der Datensammlung nur wenig Zahlenmaterial vor, so daß dieses Jahr nicht in Betracht gezogen werden konnte.

Tabelle 2: Aufteilung der Gewebeproduktion in 1000 t

	1974				1975				1976			
	EWG+GB	USA	Comecon	Japan	EWG+GB	USA	Comecon	Japan	EWG+GB	USA	Comecon	Japan
B'wolle und B'wollmischungen	688	770	2'242	379	630	732	2'259	372	662	796	x	391
Wolle und Wollmischungen	222	37	597	110	208	36	603	114	224	43	x	117
Zeilwolle, Rayon, Acetat	277	196	158	x	247	156	160	x	256	145	x	x
davon Rayon, Acetat	x	125	x	x	114	x	x	x	109	x	x	x
Zeilwolle	x	71	x	x	42	x	x	x	36	x	x	x
Synth. Fasern	148*	564	x	x	149*	538	x	x	158*	574	x	x
Synth. Fäden	141*	672	x	x	151*	712	x	x	161*	726	x	x

\*: nur BRD  
x: Aus den ausgewerteten Statistiken sind diese Zahlen nicht zu ermitteln bzw. liegen keine Angaben vor.

**Tabelle 3: Aufteilung der Strickproduktion in 1000 t**

	Strickproduktion in 1000 t											
	1974				1975				1976			
	ENG+GB	USA	Comecon	Japan	ENG+GB	USA	Comecon	Japan	ENG+GB	USA	Comecon	Japan
Rundstrick FES texturiert	46*	x	x	x	53*	x	x	x	55*	x	x	x
Rundstrick Wolle	22*	x	x	x	18*	x	x	x	19*	x	x	x
Rundstrick synth. Fasern	44*	x	x	x	44*	x	x	x	58*	x	x	x
Sonstige Material	16*	x	x	x	16*	x	x	x	18*	x	x	x
Rundstrick gewebt	128*	390	x	140	131*	425	x	154	150*	412	x	162
Kettstuhl	x	x	x	30	x	x	x	33	x	x	x	37
Flechstrick	x	x	x	2,3	x	x	x	2,2	x	x	x	2,3

\*: nur EMG, also ohne DR  
 x: Aus den ausgewerteten Statistiken sind diese Zahlen nicht zu ermitteln bzw. liegen keine Angaben vor.

Die Aufteilung der Garnproduktion und -verarbeitung nach den in den Tabellen dargestellten Gruppen bietet die Möglichkeit, neben der Garnproduktion (Tab. 1) auch die Tendenzen bezüglich der Produktion der wesentlichsten textilen Flächengebilde für Bekleidung, nämlich Gewebe (Tab. 2) und Gestricke (Tab. 3), zu beurteilen. Darüber hinaus ist (weil für den Einsatz von LB-Garnen im groberen Titerbereich von nicht zu unterschätzender Bedeutung) in Tabelle 4 die Teppichproduktion dargestellt.

**Tabelle 4: Aufteilung der Teppichproduktion in 1000 t bzw. 1000 m<sup>2</sup>**

	Teppichproduktion											
	1974				1975				1976			
	ENG+GB	USA	Comecon	Japan	ENG+GB	USA	Comecon	Japan	ENG+GB	USA	Comecon	Japan
<b>in 1000 t</b>												
Wolle	77	9	x	x	76	7	x	x	x	x	x	x
Wolle	11	10	x	x	12	7	x	x	x	x	x	x
Z'wolle	38	2,4	x	x	31	0,4	x	x	x	x	x	x
Synth. Fasern	178	389	x	x	164	389	x	x	x	x	x	x
Synth. Fäden	103	347	x	x	110	332	x	x	x	x	x	x
<b>in 1000 m<sup>2</sup></b>												
Wolle und Wollmischungen	x	x	x	x	x	x	x	3070	x	x	x	x
Synth. Fasern	x	x	x	x	x	x	x	38375	x	x	x	x
Synth. Fäden	x	x	x	x	x	x	x	5266	x	x	x	x
Teppich gestuft	390000*	x	x	x	410000*	24000	x	465000*	813000	31000	x	x
Teppich gewebt	110000*	x	x	x	104000*	61000	x	100000*	180000	64000	x	x
Sonstige	140000*	x	x	x	140000*	27000	x	140000*	560000	46000	x	x
gesamt	640000*	x	x	x	655000*	112000	x	46611	105000*	917000	143000	x

\*: EMG und EFTA zusammen  
 x: Aus den ausgewerteten Statistiken sind diese Zahlen nicht zu ermitteln bzw. liegen keine Angaben vor.

Aus den Zahlen können folgende Feststellungen getroffen werden:

- Die größte Bedeutung von allen Textilfasern hat seit eh und je die Baumwolle. Im Jahre 1977 wurden bei einer Produktionssteigerung von ca. 12% fast 15,5 Mio. t geerntet. Damit lag der Anteil der Baumwolle wieder über 50% des Textilfaserverbrauchs. Der Anteil der Baumwolle am Textilfaserverbrauch wird auch in Zukunft nur langsam zugunsten der Chemiefasern sinken. Es ist möglich, die Erträge je Hektar durch Einsatz modernster biologischer und technischer Mittel noch weiter zu steigern.
- Die Produktion und der Verbrauch der Wolle stagnieren seit etwa 15 Jahren. Der Anteil der Wolle am Gesamttextilfaserverbrauch betrug im Jahre 1977 noch 5%. Einen festen Kundenkreis hat die Wolle vor allem in den kaufkräftigen Ländern Westeuropas und in Japan.
- Die Chemiefaserproduktion stieg 1977 weltweit um 4% auf ca. 12,78 Mio. Jahrestonnen an. Während

die Zellulosefasern stagnierten und Polyamid- und Acrylfasern nur geringfügige Steigerungsraten aufwiesen, liegt die Hauptsteigerung bei Polyesterfasern, Polyester- und Polyamidfäden.

Nach einer in den USA durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchung wird im Jahre 1985 jede Person auf der Welt 8,4 kg Textilfasern verbrauchen. Im Jahre 1985 rechnet man mit einem Weltverbrauch an Textilfasern von mehr als 40 Mio. t (Gesamtfaserproduktion von 1977 knapp 30 Mio. t). Dabei wird die Steigerung im wesentlichen den oben aufgezeigten Tendenzen folgen.

Diese Tendenz wird noch durch modische Aspekte beeinflusst werden. Es ist heute ein Trend zu leichten, femininen Qualitäten festzustellen. Entsprechend feiner werden auch die eingesetzten Garne, und zwar sowohl die gesponnenen als auch die texturierten. Im Baumwollpopelinebereich werden heute statt Nm 34 und 40 zunehmend Nm 50 bis 60, ja sogar Nm 70 eingesetzt. Das gleiche gilt für Gabardine. Hier wird bereits sehr viel Nm 75 verarbeitet. Werden texturierte Polyestergarne in der Kette verwendet, so liegt der Titer dieser Garne zwischen dtex 50 und 110. Der Grund für diesen Trend liegt in der Längselastizität, den Pflegeeigenschaften und der problemlosen Konfektionierung, was besonders für die Auslandskonfektion von steigender Bedeutung ist.

In der Wollweberei ist bei Standardgeweben für Röcke und Hosen eine Tendenz festzustellen, die von klassischen Optiken wegführt. Das soll durch Bindungen, Farben usw. erreicht werden. Die Gewichte der Gewebe liegen weiterhin zwischen 350 und 520 g/lfd. m., und die eingesetzten Garne sind insbesondere Nm 40/2 und Nm 48/2. Auch in der Wollweberei gewinnen Artikel aus texturierten Garnen in der Kette und gesponnenen Garnen im Schuß an Bedeutung.

Für den Strickereisektor gilt in etwa das gleiche wie für die Weberei, nämlich, daß der Trend zu leichter, feiner und femininer Ware geht.

Die interessanten Maschenfeinheiten sind heute: 28er- bis 32er- bis 40er-Teilung. Bei den Garnen gewinnen

**Tabelle 5: Durchschnittspreise für Garne auf Kreuzspulen in DM/kg (EG-Raum)**

Garnpreise Fasergarne in DM/kg				
	Nm 34/1	Nm 40/1	Nm 50/1	Nm 70/1
Polyester/Baumwolle	-	7,70	8,40	10,20
100 % Baumwolle gek.	-	6,90	7,60	9,40
Polyester/Wolle 55/45	9,80	10,30	11,20	-
100 % Polyester	5,80	6,50	7,40	9,20
Polyester/Z'wolle 70/30	6,20	6,90	7,80	-
100 % Acryl	7,00	7,90	8,40	-
Teppichgarn gesponnen in DM/kg				
	Nm 3,5	Nm 4,5	Nm 6,0	
100 % Polyamid	7,50	8,20	9,00	
100 % Polyester	7,20	8,00	8,80	
Filamentgarn Polyester text. in DM/kg				
50 dtex	12,50 - 13,00			
76 dtex	7,50 - 8,00			
110 dtex	6,50 - 7,00			
167 dtex	4,40 - 4,70			
Teppichgarn text. (Stauchkammer bzw. Heissluft) in DM/kg				
Polyamid 3000 dtex	6,50			

Polyester, texturiert, dtex 76 und 50, an Bedeutung. Texturierte Garne, dtex 150 und 167, sind stark rückläufig. Gesponnene Polyestergerne, Nm 70 und 85, finden zunehmendes Interesse.

In Tabelle 5 sind die Durchschnittspreise in DM für Garne auf Kreuzspulen aus dem EG-Raum aufgezeichnet, wie sie gegen Ende 1977 Anfang 1978 gültig waren. Die zum Teil sehr niedrigen Garnpreise sind die Folge von Überkapazitäten, vor allem im Chemiefasersektor, und von modischer Entwicklung bzw. Änderung der Verbraucherwünsche.

Die Analyse der Statistik, die Betrachtung der Einzelmärkte und letztlich die Untersuchung gängiger Garnpreise zeigen bereits auf, in welche Richtung ein LB-Garn nach Feinheit, nach Griff und Aussehen des Flächengebildes und vor allem nach dem Preis/kg entwickelt werden muß, um Erfolg zu haben und sich in der Palette der Garnarten einen festen Platz zu erobern.

### 3. Erforderliche Eigenschaften der Garne und der daraus hergestellten Fertigartikel

Die Reißfestigkeit und Reißdehnung werden durch den Luftblastexturierungsvorgang mehr oder weniger verringert. Der Abfall ist darauf zurückzuführen, daß das Garn nur wenige tragende Fasern hat. Dabei spielt die Reißfestigkeit die größere Rolle. Der Festigkeitsverlust sollte 35 % keinesfalls überschreiten. Die Reißdehnung, vor allem bei synthetischen Fäden, ist ohnehin so groß, daß es deswegen kaum zu Verarbeitungsschwierigkeiten kommen kann.

Die Schlingenfestigkeit ist für die Verarbeitung des LB-Garns von ausschlaggebender Bedeutung. Sie allein ist ein Maß für die Stabilität des Texturierungseffekts, indem die Schlingen so fest eingebunden sein müssen, daß weder ein Herausziehen noch ein Verschieben bei der Weiterverarbeitung oder später erfolgt. Die Schlingenfestigkeit sollte z. B. für die Weberei folgende Mindestwerte aufweisen:

dtex	Schlingenfestigkeit cN
293	228
264	206
200	156
138	108

Der Schrumpf des LB-Garns ist leider bis heute wesentlich zu hoch. Es sollte ein Kochschrumpf von höchstens 2,5 % vorhanden sein, damit keine Probleme bei der Verarbeitung von LB-Garnen eintreten.

Die Reibwerte zwischen Garn und Stahl oder Garn und Garn sind ebenfalls von einiger Bedeutung. Hier sollte man sich an die Werte für gesponnene Polyestergerne halten.

Die Spule sollte eine konische Kreuzspule sein. Dies ist bei konstanter Fadenzulieferung im LB-Verfahren nur mit besonderem Aufwand zu erreichen. Werden zylindrische Spulen hergestellt, so ist für einen guten Spulenablauf der Hülsendurchmesser möglichst groß (mindestens 100 mm) und die Spulbreite möglichst klein (um 150 mm) zu wählen. Dies widerspricht den wünschenswerten großen Spulengewichten. Bei Kompromissen muß aber auf jeden Fall der gute Garnablauf von der Spule bei der Weiterverarbeitung als vorrangig berücksichtigt werden.

Die Farbgleichmäßigkeit bei Anfärbungen ist so lange

kein Problem, als beim Luftblastexturierungsprozeß keine Wärme zugeführt wird. Sobald aber wegen der Notwendigkeit kleinerer Schrumpfwerte eine Fixierzone eingebaut wird, ist der Gleichmäßigkeit der Temperaturübertragung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Dies ist zur Genüge aus dem Falschzwirnprozeß bekannt.

Gleichmäßigkeit von Garnvolumen und Titer sind Forderungen, die man leicht erfüllen zu können glaubt. Dem ist jedoch nicht so. Gleichmäßigkeitsschwankungen im Multifilament wirken sich nämlich voll auf die Gleichmäßigkeit des LB-Texturierungsgarns aus. Titer-schwankungen, gleichmäßiges KD-Verhalten und gleichmäßiger Avivageauftrag im Rohgarn haben mindestens einen gleichgroßen, wenn nicht größeren Einfluß auf die Gleichmäßigkeit des Fertiggarns als das beim Falschdrahttexturieren der Fall ist.

Werden LB-Garne bei der Teppichherstellung verwendet, so ist die Formulierung von bestimmten Eigenschaften, um wiederum Teppiche mit bestimmten Eigenschaften zu erhalten, sehr schwierig. Die Problematik besteht darin, daß nachgewiesene Zusammenhänge zwischen spezifischen Garnmeßwerten und bestimmten Eigenschaften der Teppiche fehlen. Es spielt das Teppichherstellungsverfahren, die Noppendichte, die Noppenhöhe, das Grundgewebe oder das Grundmaterial und die Rückenbeschichtung eine für die Qualität des Teppichs entscheidende Rolle. Bekannt ist, daß LB-texturierte Teppichgarne sich sehr problemlos auf Tufting- und Webmaschinen verarbeiten lassen, soweit solche Garne bis heute überhaupt in diesem Sektor eingesetzt wurden.

Manche Eigenschaften der Garne sind im Bekleidungssektor ebenfalls nur im Fertigartikel feststellbar und zu definieren. Für LB-texturierte Garne ist zunächst einmal das *Klammern oder Kletten* eine wichtige Größe. Die winzigen, vom Garnverband abstehenden feinen Schlingen können immerhin so groß sein, daß zwei übereinandergelegte Gewebeflächen oder Gestrickflächen stark ineinander verhaken oder verkletten. Es gibt keine Meßmethode für den Faden, die anwendbar wäre, um über die Neigung des Verklettens im späteren Flächengebilde etwas auszusagen. Möglicherweise könnte man im Rahmen der Reibungsmessung von Faser zu Faser einen solchen Meßwert finden. Auch der *Griff und das Aussehen der Ware* können meßtechnisch nicht festgelegt werden, obwohl ein starker Zusammenhang zwischen dem Einzeltiter der Filamente und dem späteren Griff der Ware feststellbar ist. Ein Filamentverband, bei dem die Filamente größer sind als 2 dtex, ist nicht nur schwerer zu verblasen, sondern ergibt auch später im Flächengebilde einen harten, unangenehmen Griff. Natürlich kann der Griff einer Ware auch von der Garndrehung, der Gewebeeinstellung und vor allem von der Ausrüstung her beeinflusst werden.

Das *Knautsch- und Knitterverhalten* der Ware ist meßbar. Hier scheint die Neigung zu Knitterfalten eher durch die Art des Flächengebildes als durch das LB-texturierte Garn gegeben zu sein.

Den *Pillingtest* kann man sich bei Flächengebilden aus rein LB-texturierten Garnen fast ersparen. Die Garne neigen keineswegs zum Pillen, wenn die Forderung der Schlingenfestigkeit voll erfüllt ist.

Fassen wir dieses Kapitel zusammen, so sehen wir,



daß die Problematik bei LB-texturierten Garnen im wesentlichen in folgenden Punkten liegt:

- in der Reiß- bzw. Schlingenfestigkeit,
- in der Gleichmäßigkeit des Bauscheffekts und des Titers,
- in der Notwendigkeit, wegen des Griffs, des Aussehens und der Geschmeidigkeit des Fertigartikels Filamente unter 2 dtex verwenden zu müssen,
- durch Fixiermethoden den Kochschrumpf des Garns auf 2,5 % bringen zu müssen und dadurch Gefahr zu laufen, die färberische Gleichmäßigkeit zu verlieren,
- eine konische Kreuzspule mit einigem maschinellen Aufwand bilden zu müssen, um bei der Weiterverarbeitung einwandfreie Ablaufeigenschaften zu haben.

**4. Möglicher Verkaufspreis der Garne**

So wie man bei der Betrachtung der physikalisch-technologischen Garneigenschaften und der aus LB-Garn hergestellten Flächengebilde und ihren Eigenschaften mit herkömmlichen Garnen und Flächengebilden Vergleiche anstellt, so müssen auch Preisvergleiche angestellt werden. Es ist ein Unding, einfach zu glauben, daß etwas Besonderes auch besonders hoch bezahlt würde. Nur selten wird das Besondere qualifiziert und quantifiziert werden können. Meist merkt man erst hinterher, wieviel das Besondere hätte kosten dürfen.

Eine Maschinenentwicklung für LB-Garne ist sehr teuer. Um eine solche Entwicklung zu rechtfertigen, muß eine große Anzahl Maschinen verkauft werden können. Dies wiederum setzt eine entsprechende Nachfrage nach dem auf diesen Maschinen hergestellten Garn voraus. Hierzu ist es nötig, und das betone ich ausdrücklich und bewußt, daß der Kilopreis des LB-Garns auf jeden Fall kleiner sein muß als der Kilopreis eines vergleichbaren gesponnenen Faser-garns. Daß dies bis heute nicht der Fall war, ist eine

der betrüblichsten Erfahrungen bei der Herstellung von LB-Garnen, die viele Firmen gemacht haben. Mit Blick auf das Besondere, das hinterher nicht bezahlt wurde, ist man das Abenteuer eingegangen.

Alle Preise in Tabelle 6 und alle folgenden verstehen sich wieder als mittlere Preise, gültig für Ende 1977 und Anfang 1978.

Tabelle 6 zeigt einige Preise von Rohgarnen, wie sie für die Luftblastexturierung verwendet werden bzw. verwendet werden können.

**Tabelle 7: Preisbasis (Durchschnittspreise) für LB-Garne (1977/78)**

Preisbasis für LB-Garne	
Nm 50 Polyester-LB-Garn	DM/kg
aus 2 x 76 dtex rund	6,80
aus 2 x 76 dtex profil	7,60
aus 2 x 76 dtex rund POY	5,20
aus 2 x 76 dtex profil POY	6,20
Aus 1 x 167 dtex rund	4,40
aus 1 x 167 dtex profil	5,75
aus 1 x 167 dtex rund POY	3,20
aus 1 x 167 dtex profil POY	3,70
Nm 70 Polyester-LB-Garn	DM/kg
aus 2 x 50 dtex rund	9,00
aus 2 x 50 dtex profil	9,50
aus 2 x 50 dtex rund POY	8,00
aus 2 x 50 dtex profil POY	9,00
aus 1 x 110 dtex rund	5,50
aus 1 x 110 dtex profil	6,60
aus 1 x 110 dtex rund POY	4,30
aus 1 x 110 dtex profil POY	4,80

**Tabelle 6: Rohstoffdurchschnittspreise in DM/kg (1977/78)**

Rohstoffpreise		
Nylon 66 Filament in DM/kg		
dtex 44/13	7,20	
dtex 78/23 oder /34	6,20	
dtex 110/34	6,20	
Polyester Filament in DM/kg		
	Kops	POY
dtex 50/22 oder /16	8,00 - 9,50	8,--
dtex 76/22 oder /24	6,50 - 6,80	5,20
dtex 110/30	5,40 - 5,50	4,30
dtex 167/30	4,20 - 4,60	3,20
Aufschläge für profiliertes Material bei Kops in DM/kg		
50/16	1,15	
76/24 und 32	1,15	
110/20 und 32	1,15	
167/32 und 64	1,15	

Will man ein Polyester-LB-Garn von der Größenordnung Nm 50 oder ein anderes von Nm 70 herstellen, so ergeben sich die in Tabelle 7 als Beispiel aufgezeigten Möglichkeiten. Es geht daraus klar hervor, daß die Verwendung von 2fach-Garn zur Herstellung eines LB-Garns vom Rohmaterialpreis her gar nicht in Frage kommen kann, denn wir haben z. B. in der Tabelle 5 gesehen, daß 1 kg Garn Nm 70 aus 100 % Baumwolle, gekämmt, DM 9,40 kostet, während wir schon allein z. B. das Rohmaterial zu DM 9,00 zur Erreichung eines ähnlichen Garns einsetzen müßten.

**Tabelle 8: Energiekosten in Abhängigkeit vom Luftverbrauch**

Luftverbrauch pro Düse in Nm <sup>3</sup> /h	Energiekosten in DM/Düse, h bei Kompressorleistung 110 kW und 990 Nm <sup>3</sup> /h; 0,1 DM/kWh		DM/Düse, h
6	0,067		0,179
8	0,089		0,201
10	0,111	A	0,223
12	0,133	B	0,245
15	0,167	C	0,279
A: Kühlwasser in DM/Düse, h; bei 1,50 DM/m <sup>3</sup> : 0,068 DM/Düse, h = const B: Netzwasser in DM/Düse, h; bei 2,50 DM/m <sup>3</sup> : 0,001 DM/Düse, h = const C: Energiekosten in DM/Texturierstelle, h für Antrieb, Ventilator, Pumpe usw. : 0,043 DM/Düse, h = const gesamt: 0,112 DM/Düse, h = const			

Als nächste Größe in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt Tabelle 8 die Energiekosten in Abhängigkeit vom Luftverbrauch. Kühlwasser, Netzwasser und Energie für den Antrieb sowie Ventilation und Pumpe sind hierbei als Konstanten angenommen. Man sieht hierin, daß bei halbem Luftverbrauch die Energiekosten um ungefähr 1/4 kleiner sind, was bereits eine beachtliche Größe für diesen Kostenanteil darstellt.

**Tabelle 9: Produktion/Texturierstelle und Stunde in g;  $\eta = 0,90$**

Produktion/Texturierstelle und Std. in g, $\eta = 0,90$								
Nm	dtex	eingesetzter Titer dtex	Gesamtiter 20 % text.	Produktionsgeschwindigkeit m/min				
				200	300	400	500	600
24	416	2 x 167	401	433	649	866	1083	1299
34	294	76 u. 167	293	316	475	633	791	949
40	250	2 x 110	264	285	428	570	713	855
50	200	1 x 167	200	216	324	432	540	648
50	200	2 x 76	182	197	295	393	491	590
56	178	2 x 76	182	197	295	393	491	590
64	156	50 u. 76	151	163	245	326	408	489
70	142	1 x 110	138	149	224	298	373	447
70	142	2 x 50	120	130	194	259	324	389

Die Tabelle 9 bildet die Grundlage für weitere Tabellen, insbesondere für die Tabelle 10: die Energiekosten pro kg Garn in Abhängigkeit von der Produktionsgeschwindigkeit für einen konstanten Luftverbrauch von 10 m<sup>3</sup>/Düse und Stunde. Unter diesen Annahmen verhalten sich die Kosten umgekehrt proportional zu der gefahrenen Geschwindigkeit.

**Tabelle 10: Energiekosten/kg Garn in DM für 10 m<sup>3</sup>/Düse und Stunde**

Energiekosten/kg Garn in DM/kg für Luftverbrauch 10 m <sup>3</sup> /Düse, h								
Nm	dtex	eingesetzter Titer dtex		Produktionsgeschwindigkeit m/min				
				200	300	400	500	600
24	416	2 x 167		0,515	0,344	0,258	0,206	0,172
34	294	76 u. 167		0,705	0,469	0,322	0,281	0,235
40	250	2 x 110		0,782	0,521	0,39	0,312	0,261
50	200	1 x 167		1,032	0,688	0,516	0,413	0,344
50	200	2 x 76		1,132	0,756	0,567	0,454	0,378
56	178	2 x 76		1,132	0,756	0,567	0,454	0,378
64	156	50 u. 76		1,368	0,91	0,684	0,547	0,456
70	142	1 x 110		1,497	0,996	0,748	0,598	0,499
70	142	2 x 50		1,715	1,149	0,861	0,688	0,573

Eine weitere Größe in der Wirtschaftlichkeitsrechnung ist die Amortisation in DM/kg Garn (ohne Verzinsung), die in Tabelle 11 in Abhängigkeit zur Geschwindigkeit für zwei Garne bei zwei Betriebsstunden pro Jahr dargestellt ist. Die Rechnung ist unter realistischen Annahmen der Investition gemacht worden. Die Wasseraufbereitung ist nötig für die Benetzung des Garns. Sie wird nicht überall angewendet werden müssen.

Mit diesen Grundlagen aus den vorhergegangenen Tabellen und unter Berücksichtigung von Raumkosten, Hilfsmaterialien und Löhnen für leitende Angestellte erreichen wir eine Aussage über die Fertigungskosten, ohne also die Kosten für Verwaltung, Vertrieb und Kapital und letztlich den Gewinn zu berücksichtigen.

**Tabelle 11: Amortisation in DM/kg Garn ohne Verzinsung in Abhängigkeit zur Geschwindigkeit**

Amortisation in DM/kg Garn ohne Verzinsung				
Geschwindigkeit m/min	Nm 34 aus dtex 76 + 167		Nm 70 aus dtex 110 x 1	
	bei 5200 h/Jahr	8000 h/Jahr	5200 h/Jahr	8000 h/Jahr
300	0,470	0,308	0,943	0,615
400	0,370	0,241	0,721	0,469
500	0,308	0,200	0,588	0,382
600	0,267	0,175	0,501	0,327

Annahme der Investition bei Abschreibung von 5 Jahren  
 LB-Maschine: 4000,- DM/Texturierstelle  
 Kompressor: 1135,- DM/Texturierstelle  
 Labor, Klima: 0,035 DM/kg bei 8000 h/Jahr u. 0,054 DM/kg bei 5200 h/Jahr  
 Wasseraufbereitung: 80,- DM/Texturierstelle

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 12 wird deutlich, daß wir mit dem LB-Verfahren durchaus gewisse Chancen haben, als Substitut für gesponnene Garne

**Tabelle 12: Zusammenstellung und Übersicht**

Baumwolle und Baumwollmischungen						
Artikel: Kleider, Blusen, Hemden, Mäntel, Anoraks						
Garn Nm	40	50	50	70	70	70
dtex	250	200	200	142	142	142
Rohgarn-Vorlage dtex	110x2	167	76x2	110	50x2	50x2
dtex Garn (20 % eintext.)	264	200	182	138	120	120
Rohstoffpreis DM/kg	6,30	5,80	6,80	6,30	7,30	7,30
Fertigungskosten DM/kg	7,78	7,52	8,61	8,46	9,67	9,67
Möglicher Verkaufspreis	-	+	-	+	+	+

Wolle und Wollmischungen						
Artikel: Kleider, Röcke, Kostüme, Hosen, Anzüge, Mäntel						
Garn Nm	34	40	48	48 (2fach)	56	64
dtex	294	250	208	208	178	156
Rohgarn-Vorlage dtex	76+167	110x2	167	76x2	76x2	50+76
dtex Garn (20 % text.)	293	264	200	182	182	151
Rohstoffpreis DM/kg	6,09	6,30	5,80	6,80	6,80	7,00
Fertigungskosten DM/kg	7,50	7,78	7,52	8,61	8,77	9,19
Möglicher Verkaufspreis	+	+	+	+	+	+

Annahmen: wie Tabelle 11 und 10 mit 400 n/min und 5200 Betriebsstunden/Jahr

PES 100 %, gesponnen						
Artikel: Kleider, Röcke, Blusen, Hosen, Hemden, Deko						
Garn Nm	34	40	50	50 (2fach)	70	70
dtex	294	250	200	200	142	142
Rohgarn-Vorlage dtex	76+167	110x2	167	76x2	110	50x2
dtex Garn (20 % text.)	293	264	200	182	138	120
Rohstoffpreis DM/kg	6,09	6,30	5,80	6,80	6,30	7,30
Fertigungskosten DM/kg	7,50	7,78	7,52	8,61	8,46	9,67
Möglicher Verkaufspreis	-	-	-	-	+	-

PES/Zellwolle 70/30						
Artikel: Kleider, Röcke, Blusen, Hosen						
Zusammensetzung wie bei PES 100 %						
Fertigungskosten DM/kg	7,50	7,78	7,52	8,61	8,46	9,67
Möglicher Verkaufspreis	-	-	+	-	+	+

Acryl 100 %, gesponnen						
Artikel: Strickartikel, Dekostoffe, Möbelstoffe						
Garn Nm	24	34	40	50	50 (2fach)	50
dtex	416	294	250	200	200	200
Rohgarn-Vorlage dtex	167x2	76+167	110x2	167	76x2	76x2
dtex Garn (20 % text.)	401	293	264	200	182	182
Rohstoffpreis DM/kg	5,80	6,09	6,30	5,80	6,80	6,80
Fertigungskosten DM/kg	7,04	7,50	7,78	7,52	8,61	8,61
Möglicher Verkaufspreis	-	-	-	+	-	-

Einsatzgebiete zu finden. In jeder Art der Gruppe gibt es immerhin einige Nummern, bei denen der mögliche Verkaufspreis mehr oder weniger deutlich über den Fertigungskosten liegen kann, wobei natürlich in der Spanne die vorher erwähnten, nicht berücksichtigten Kosten noch untergebracht werden müssen.

Wenn im Bereich Wolle und Wollmischungen der mögliche Verkaufspreis grundsätzlich über den Fertigungskosten eines LB-Garns liegt, so muß man hier natürlich in Betracht ziehen, daß es in den meisten Fällen nicht möglich ist, mit einem LB-Garn gegen Garne aus Wolle oder Wollmischungen anzutreten. So muß also eher das LB-Garn als Substitut im Bereich Polyester 100 %, gesponnen, Polyester/Zellwolle oder Acryl angesehen werden. Werden Einfachgarne verwendet, und entsprechen Maschine und Anlage den in der besprochenen Kalkulation angenommenen Werten, so ist es durchaus möglich, mit einem LB-Garn gegen andere vorhandene Garne zu konkurrieren.

### 5. Einsatzgebiete für LB-Garne

Im letzten Teil des vorhergegangenen Kapitels wurden bereits einige Einsatzgebiete sichtbar. Das Garn ist einem gesponnenen Fasergarn sehr ähnlich, und es ist dehnungsarm. Es eignet sich von Natur aus für den Einsatz in der Weberei; hier jedoch in ganz besonders günstiger Form. Es wurden schon Gewebe hergestellt, bei denen sich ausgesprochene Webereifachleute und Ausrüstungsleute täuschen ließen und bei der Begutachtung eines Musters nur um den Prozentsatz des Wollanteils rätselten, dabei bestand das Muster aus 100 % Polyester.

In der Strickerei hat das LB-Garn insofern eine große Bedeutung, als die Möglichkeit, aus einer Kombination mit einem Polyamidsteherfaden und einem Rayonfilamentgarn ein sehr schönes, voluminöses Strickgarn für gröbere Teilungen, speziell Flachstrickerei, herzustellen, besteht. Diese besondere Entwicklung steckt noch in den Kinderschuhen, und es ist zu hoffen, daß, insbesondere in der Tschechoslowakei, weitere Fortschritte erzielt werden. Gerade hier wird bezüglich dieser Entwicklung besonders viel getan.

Bei der Diskussion um Einsatzgebiete sollte auch das Spezialgebiet *Nähgarn* nicht vergessen werden. Der Markt ist nicht groß; es liegen hierüber sehr gute Statistiken vor. Wenn durch eine geeignete Maßnahme der Kochschrumpf des LB-Garns unter 1 % und die Reißdehnung nach dem Verzwirnen und HT-Färben auf 13 bis 14 % gebracht werden kann, so ist das LB-Garn das ideale Nähgarn, weil es von Haus aus eine hervorragende Gleichmäßigkeit mitbringt. Diese für das Nähgarn verlangten Werte sind notwendig, damit sich der vorhandene Anteil an bleibender Dehnung beim Nähprozeß nicht in ein störendes Schrumpfvormögen umsetzen kann und damit nach dem Waschen und Bügeln einwandfreie Nähte vorhanden sind.

Ein weiteres Gebiet, das im vorhergehenden Kapitel bereits Erwähnung fand, ist der Teppichsektor. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung in Kapitel 4 ist die Tendenz erkennbar, daß bei größeren Titern die wirtschaftliche Herstellung eines Garns mittels LB-Texturieren verbessert wird. Dies ist bei Garnen ab dtex 600 bis dtex 1500 ganz besonders der Fall.

Hierin mag auch der Grund liegen, warum schon früher in diesem Sektor mit Erfolg luftblastexturierte Garne Verwendung fanden. Das Vorpreschen der billigen Tuftingteppiche unter Verwendung von stauchkammergekräuselten Polyamidgarnen hat dann wohl diese Entwicklung etwas in den Hintergrund gedrängt. Fest steht, daß sich eine Anstrengung lohnt, an die frühere Entwicklung wieder anzuknüpfen und in dieses Gebiet mit LB-texturierten Garnen einzudringen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Nach dem Chemiefaserboom in der Bekleidung Ende der 60er Anfang der 70er Jahre sind heute Naturfasern und hier vor allem Wolle und Baumwolle, besonders in den Industrienationen, mehr in den Vordergrund gerückt. Auch Mischungen wie Polyester/Wolle und Polyester/Baumwolle profitieren von dieser Tendenz. In den wohlhabenden Industrienationen ist zusätzlich eine Tendenz zum Höherwertigen vorhanden. Qualität steht wieder eher an Stelle von Quantität. Dies ist insbesondere auch auf dem Falschdrahttexturierssektor festzustellen, wo die Quantität eher in Entwicklungsländer abwandert, während Qualität, und hier sei Spezialität ebenso verstanden, wieder mehr von den Industrienationen gefordert wird.

Das LB-Texturieren kann ein Verfahren sein, welches sich für einen solchen anspruchsvollen, flexiblen Markt anbietet. Die Anzahl der möglichen Garnkonstruktionen, die auf einer LB-Maschine hergestellt werden können, ist außerordentlich groß. Der Umfang reicht von groben Teppichgarnen bis zu den feinsten Garnen (Garne für Dekos, Gardinen, Möbelstoffe wie für die Heimtextilienindustrie und letztlich Nähgarne).

Eine Bewältigung der Probleme ist in folgender Reihenfolge nötig:

- Rohstoffkosten,
- Fertigungskosten,
- Garneigenschaften und
- Eigenschaften der Fertigartikel.

Zu allen diesen Größen wurden in den verschiedenen Kapiteln kritische Anmerkungen gemacht. Es scheint, daß die größte Schwierigkeit in der Unterbietung von Rohstoffkosten und Fertigungskosten liegt. Von der Rohstoffkostenseite aus ist es am günstigsten, Material mit rundem Querschnitt, POY statt verstrecktes Garn, einfaches statt zweifaches Garn einzusetzen. Die Rohstoffkostendifferenz ist um ein Vielfaches größer als die Ersparnisse, die bei anderen Parametern herausgewirtschaftet werden können.

Bei den Fertigungskosten spielt die Texturiergeschwindigkeit eine entscheidende Rolle und ist wesentlich wichtiger als die Höhe der Kapitalkosten pro Texturierstelle. Der Luftverbrauch sowie der Kühlwasserverbrauch müssen auf ein Minimum reduziert werden. Rohstoff- und Fertigungskosten insgesamt sollten die Rohstoff- und Fertigungskosten der Faser- spinnerei nicht oder nicht wesentlich überschreiten.

Der wichtigste Punkt für die Garneigenschaften ist

die Schlingenfestigkeit bzw. die Stabilität der Texturierung. Ein weiterer Punkt mit besonderer Bedeutung für eine problemlose Verarbeitung ist die Größe des Restschumpfes.

Zu den besonderen Eigenschaften der Fertigungsartikel sollten die Formstabilität, Knitterfreiheit und Verschleißfestigkeit gehören, alles Vorzüge der heute bekannten texturierten Garne. Daneben können LB-Garne, und das ist ihre Chance, das Aussehen und den Griff von Produkten aus hochwertigen, absolut gleichmäßigen Fasergarnen haben.

Die LB-Texturierung bietet sich als Alternative zu falschdrahttexturierten Garnen und als mögliches Substitut zu den gesponnenen Garnen an. Die Entwicklung steht jedoch, trotz fast 25jährigem Vorhandensein, noch am Anfang. Bisherige Erfolge lagen fast ausschließlich im Bereich der groben Garnnummern für den Einsatzbereich von Heimtextilien.

Der Erfolg wird sich einstellen, wenn nach den bis heute gemachten Erfahrungen bei der Herstellung von spinnfaserähnlichen Filamentgarnen mittels Luftblastexturierung die erkannten Probleme durch eine konsequent durchgeführte Entwicklung überwunden werden.

**Diskussion:**

**Kajüter:** Stellt bei Ihnen die Reproduzierbarkeit, beispielsweise wenn Sie nach einer Zeit wieder dasselbe Garn herstellen wollen, ein Problem dar? Wie werden Sie mit dem Problem der Ungleichmäßigkeiten zwischen den einzelnen Texturierstellen fertig?

**Brehm:** Die Reproduzierbarkeit hat man bei allen Luftblastexturieranlagen noch nicht im Griff weder von Stelle zu Stelle noch innerhalb einer Stelle über die Zeit. Man akzeptiert diese nachteiligen Erscheinungen und kontrolliert die produzierten Garne mit hohem Kostenaufwand, um an den Stand der Falschdrahttexturierung heranzukommen und eine über längere Zeit konstante Produktion zu ermöglichen.

**van Krimpten:** Wen betreffen diese Probleme: den Faserhersteller, den Spinner oder den Texturierer? Wo steht die Maschine?

**Brehm:** Wo die Maschine steht und wer sich mit den Produktionsproblemen beschäftigen wird, ist zur Zeit noch völlig offen. Meine Vision ist dahingehend, daß eines Tages Chemiefaserwerke gebaut werden, bei welchen mit der gleichen Selbstverständlichkeit, mit der man heute ca. 80 % der Produktion falschzwirntexturiert, vielleicht 40 % FZ-texturierte und 40 % luftblastexturierte Garne produziert werden.

**G. Bauer:** Beim Vortrag von Herrn Dr. Kratzsch hatte ich das Gefühl, daß er bei luftblastexturisiertem Garn besonderen Wert auf großes Volumen legt. Sie gehen aber von verrecktem Garn oder POY und nicht von falschdrahttexturisiertem Garn aus.

**Brehm:** In den USA werden heute vielfach auf alte, bereits amortisierte Texturiermaschinen Luftblastexturierdüsen montiert. Dadurch hat man die Möglichkeit, in Kombination mit Falschzwirn ein falschzwirnluftblastexturisiertes Garn zu produzieren. Wir haben die gesamten Kosten für eine neue LB-Maschine auf DM 4000,— pro Stelle kalkuliert, was einen durchaus akzeptablen Preis darstellt. Würden Sie zusätzlich noch eine Heizung und eine vollständige HE-Zone in die Maschine einbauen, so würde sich das Verfahren so sehr verteuern, daß das Garn unverkäuflich würde. Ich sehe luftblastexturierte Garne als Substitut für Spinnfasergarne. Nach meiner Ansicht sollten die Schlingen in einer solchen Vielzahl so klein und so eng beieinander sein, um — wie die freien Faserenden — dem Garn einen fasrigen Charakter zu verleihen. Dazu würde ich gerne das billige, normale 167 dtex-Garn verarbeiten. Dies ist jedoch nicht möglich und ließe sich auch nicht mit meiner vorhin gemachten Aussage vereinbaren. Hier steht noch ein großes Problem im Raum.

**van Krimpten:** Ich habe auf diesem Kongreß so viel über die Luftblastexturierung gehört, daß ich Sie nun fragen möchte, ob es eine Modesache im Sinne einer Neuheit ist oder ob die Luftblastexturierung wirklich im Kommen ist?

**Brehm:** Ich bin zutiefst überzeugt, daß es zu einem Durchbruch der Luftblastexturierung kommen wird, wenn auch nicht von heute auf morgen. Man erkennt bereits an der Entwicklung der Luftblastexturiermaschine von Barmag oder an der neuen Eltex, daß Ansatzpunkte vorhanden sind. Ich habe meine *Marktbetrachtung* deshalb an den Anfang meines Referates gestellt, um aufzuzeigen, daß wir *noch* ein Garn brauchen (das Filamentgarn ist vom Rohstoff her doch ein billiges Element), um der Bekleidung gerecht zu werden. Wenn die Luftblastexturierung richtig entwickelt wird, dann erhalten wir zum Beispiel das ideale Garn für den Herrenanzug.

**Albrecht:** Den Vergleich des luftblastexturierten Garns mit dem Spinnfasergarn, welchen Sie uns kostenmäßig sehr genau erläutert haben, sehe ich vom Einsatz und den Verkaufsmöglichkeiten des Produktes her doch etwas anders. Bei der Gardine hat z. B. das luftblastexturierte Garn den Markt erobert und im Gegensatz zum Spinnfasergarn einen gänzlich neuen Charakter gebracht. Ich würde annehmen, daß sich das LB-Garn von der Qualität her zwischen dem Spinnfasergarn und dem FZ-Garn ansiedeln läßt.

**Brehm:** Der Einsatz des LB-Garns für Gardinen ist nur ein kleiner Teilmarkt. Um aber eine Maschinenentwicklung, deren Kosten in die Millionen geht, vertreten zu können, muß man schon die Gewißheit haben, den großen Markt damit erobern zu können.

**Stein:** Betrifft die schlechte Reproduzierbarkeit die Strukturen des Garns oder die Optik? Nach welchem Verfahren wird das beurteilt?

**Brehm:** Man versucht über den Strickschlauch, das Auszählen der Schlingen und die Volumenmessung eine gleichmäßige Qualität liefern zu können. Man würde sicher hier ein reproduzierbares, einwandfreies Prüfverfahren brauchen, was es bis heute noch nicht gibt.

**K. Bauer:** Um die Stabilität von Taslangarnen zu prüfen, setzen wir das Gerät von Herrn Dr. Stein mit Erfolg ein.

**Brehm:** Die Stabilität ist aber nicht der alleinige Wert für eine gleichmäßige Produktion.

**Albrecht:** Ihr Referat läßt den Schluß zu, daß man bei der Entwicklung eines Garns auch schon das Endprodukt im Auge haben muß.

## Verarbeitung texturierter Garne zu Maschenwaren

Dr. G. Meier, SULZER AG, Winterthur

Der Autor geht auf die maschinentechnischen Anforderungen ein, die dem Strickmaschinenhersteller hinsichtlich des optimalen Einsatzes texturierter Garne gestellt sind. Es werden systematisch die zur Verarbeitung texturierter Garne wichtigen Baugruppen an einer Hochleistungsstrickmaschine besprochen und deren anzustrebende konstruktive Gestaltung im Hinblick auf eine Reduzierung der Stillstandshäufigkeit und eine Verbesserung der Stoffqualität zur Diskussion gestellt. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend, werden die vom Verbraucher an den Faserhersteller und Stoffproduzenten gestellten kreativen und qualitativen Forderungen untersucht, die erfüllt werden müssen, um auch in Zukunft erfolgreich im Markt bestehen zu können.

The author discusses the mechanical engineering requirements placed on the knitting machine manufacturer for the employment of textured yarns. The article continues with a systematic discussion of the principal function groups of a high-performance machine used for the processing of textured yarns, as well as their aspired design with a view to reduce the stoppage frequency and improving fabric quality. Using this knowledge as a basis, the creative and qualitative requirements imposed by the customer, which have to be fulfilled by the fibre manufacturer and the fabric producer in order to remain successful in the market, are then investigated.

### Einleitung

Dieses Thema ist nach wie vor aktuell, wenngleich es heute aus einer anderen Perspektive betrachtet werden muß als vor etlichen Jahren, als die Verarbeitung texturierter Garne für die Strickerei noch neu war.

Deshalb möchte ich das Augenmerk im wesentlichen auf folgende zwei Faktoren richten:

- Trotz der nach wie vor bestehenden Überkapazität im Rundstrickmaschinensektor wird von jeder Hochleistungsmaschine ein möglichst großer Nutzeffekt erwartet. Dies bedeutet, daß weiterhin nach Möglichkeiten zur Senkung der Stillstandshäufigkeit gesucht werden muß, ohne daß dies zu einer Qualitätsverschlechterung des Endproduktes führt.
- Gerade im textilen Bereich hat sich in den letzten Jahren ein bedeutender Wandel vollzogen. In den industrialisierten Ländern sind die Märkte mehrheitlich gesättigt. Damit haben sich die ehemaligen Anbietermärkte in reine Käufermärkte verwandelt. Dies bedeutet nicht nur für den Stricker, sondern ebenso für den Weber, Faserproduzenten, Ausrüster und sogar für den Textilmaschinenbauer, kurz für alle, die im textilen Sektor auf irgend eine Weise engagiert sind, daß sie vermehrt und frühzeitig nach den Wünschen und Bedürfnissen der Endverbraucher forschen müssen. Da dabei den qualitativen Anforderungen an unsere Produkte eine besondere Bedeutung zufällt, erscheint es mir nützlich, im 2. Teil dieses Vortrages etwas ausführlicher auf diesen Problemkreis einzugehen.

### Von der Spule zum Gestrick

Die in Abbildung 1 markierten Orte dienen dazu, die kritischen Stellen, die der Faden von der Spule bis zum Gestrick zu passieren hat, aufzuzeigen. Der Einsatz geeigneter Strickgarne trägt wesentlich dazu bei, die bestehenden Klippen besser zu umgehen, um somit die Stillstandszeiten zu reduzieren. Dabei muß eine optimale Abstimmung der einzelnen Elemente wie:

- Fadenleitorgane,
- Fournisseur,
- Fadenbremse,
- Fadenführer,
- maschenbildende Elemente und
- Abzugssystem

sichergestellt sein.

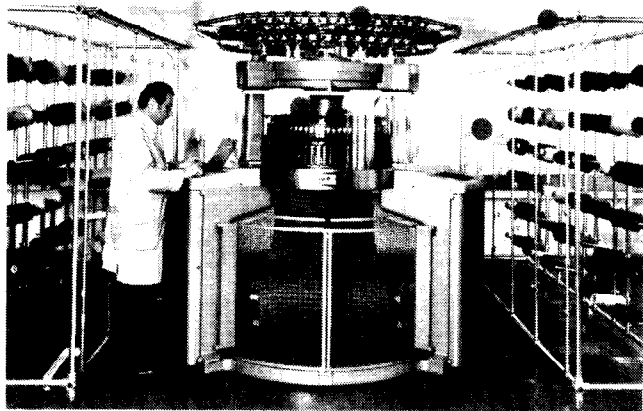


Abb. 1: Kritische Stellen, die der Faden auf dem Weg von der Spule zum Gestrick passieren muß

### Spuleneinlage

Ein optimaler Fadenlauf kann nur dann gewährleistet werden, wenn bereits bei der Spulenaufsteckung auf die richtige Lage der Spule geachtet wird. Die richtige Spuleneinlage bedeutet eine Minimierung auftretender Fadenverschlingungen. Gerade, glatte Garne neigen bei horizontaler Lage zu sogenannten Ballonbildungen sowie zum Herabfallen auf die weiter unten liegenden Fäden. Daß bei der noch immer anzutreffenden senkrechten Kranzaufsteckung Spulenteller und Manschetten verwendet werden sollen, muß hier nicht besonders erwähnt werden.

### Garnvorlage

Von der Qualität des Vorlagematerials werden sowohl die Stillstandszeiten als auch der Wert des Fertigproduktes, also der des Maschenstoffes, abhängen. Bei der Verarbeitung texturierter Garne muß bezüglich der Ablaufeigenschaft besonders sorgsam auf die Spuleneinlage geachtet werden, die bekanntlich mit der eingesetzten Garnfeinheit variiert. Früher galt es: Je feiner das Texturgarn ist, desto problematischer wird es, auf der Texturiermaschine einen einwandfreien Spuleneinlage zu erzielen, denn feine Garne verlangen eine größere Spuleneinlage (z. B. dtex 22/60 — 70° sh). Wenn auch diese Probleme inzwischen weitgehend gelöst sind, so treten durch das zu harte Wickeln doch

noch immer Sprengfäden an der Stirnfläche der Spule auf. Diese führen durch die überhöhte Spannungsspitze (Zupfer) zu einem Maschinenstillstand, und in gewissen Fällen tritt ein Fadenbruch auf.

Dem Stricker wird immer wieder empfohlen — darauf kommen wir noch zu sprechen —, beim Garneinsatz kreativer vorzugehen und statt des „beliebten“ 167 dtex-Garns vermehrt Garne mit *anderem Titer, unterschiedlichen Fibrillenzahlen und Querschnitten* zu verstricken. Das Befolgen solcher Ratschläge fällt vielen Betrieben nach wie vor schwer, ergibt sich doch daraus die Notwendigkeit eines größeren Garnlagers, was das unternehmerische Risiko zumindest auf den ersten Blick vergrößert und darüber hinaus die Materialdisposition erschwert. Denn gerade bei den texturierten Garnen ist auf eine möglichst kurze Lagerzeit zu achten, da sonst Gefahr besteht, daß die inneren Lagen zu ölhaltig werden, während die äußeren austrocknen, und somit eine einwandfreie Verarbeitung nicht mehr gewährleistet werden kann. Am günstigsten ist somit eine Lagerung in klimatisierten Räumen. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte bei ca. 80 % liegen. Bei den heute üblichen hochsystemigen Maschinen und den großen Spulen der Hochleistungstexturiermaschinen (ca. 5 kg) ist es nur zu verständlich, daß viele Strickereibetriebe nach wie vor versuchen, mit einer möglichst kleinen Garnpalette auszukommen.

**Fadenspannung**

Die Fadenspannung stellt einen wichtigen Parameter für die Qualität des Gestrickes dar. Es ist besonders wichtig, daß die Fadenspannung von System zu System konstant bleibt. Die texturierten Garne ertragen wegen ihrer relativ hohen Festigkeit eine relativ große Strickspannung, welche durchaus außerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen kann. Während ein Naturgarn bei einer zu hohen Strickspannung in der Regel reißt, nimmt das Texturgarn wegen seiner hohen Festigkeit die Spannung auf. Dabei besteht allerdings die Gefahr, daß das Garn überdehnt wird und so die gewünschte Kräuselung nicht mehr hundertprozentig in Erscheinung tritt. Besonders gefährdet sind feine Garne bei einer unzulässig hohen Fadenspannung. Die Fadenspannung sollte möglichst niedrig gewählt werden, d. h. ca. 2 — 3 Gramm. Dies hängt jedoch nicht nur vom verwendeten Garn ab, sondern auch von dem zu strickenden Endprodukt.

**Fadenführer**

Vom Zustand der Fadenführer hängt es zu einem wesentlichen Teil ab, ob unnötige Stillstände vermieden werden können. Es versteht sich von selbst, daß die Fadenführer keine *scharfen* oder *rauen* Stellen und *Umlenkungen* aufweisen dürfen. Extreme Winkel sind zu vermeiden, sonst besteht ganz allgemein die Gefahr der Garnbeschädigung (Abb. 2).

Insbesondere bei texturierten Garnen treten dann Fibrillenbrüche auf, die zu Qualitätsverminderungen führen. Darüber hinaus kommt es durch Fadenbremse, Fournisseur und durch zu hohe Fadenspannung beim Maschenbildungsvorgang zu Fibrillenbrüchen.

Noch immer gilt es, neue Materialien für Fadenführersysteme zu erproben, um den Verschleiß möglichst niedrig zu halten. Es ist klar, daß Fadenführer, die

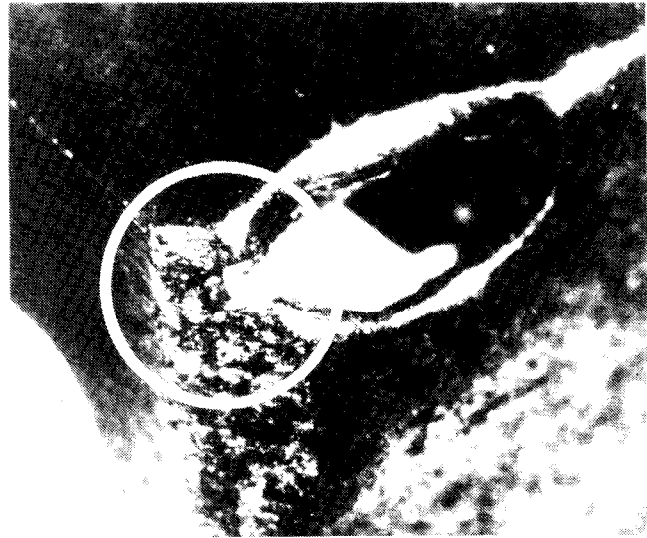


Abb. 2: Beschädigter Fadenführer

bereits nach ca. 2500 Betriebsstunden ausgewechselt werden müssen, wie dies in der Praxis bei der Verarbeitung texturierter Garne zuweilen vorkommt, für den Strickereibetrieb keine befriedigende Lösung darstellen. Um auf diesem Gebiet zu optimalen Ergebnissen zu gelangen, hatte Sulzer Morat länger als ein Jahr einen Versuch in USA laufen, der vor wenigen Wochen abgeschlossen werden konnte. Bei möglichst hohen Geschwindigkeiten wurde fast ausschließlich texturierter Polyester (dtex 78/1) verstrickt, wobei jede der Testmaschinen mit den drei zu untersuchenden Fadenführermaterialien ausgestattet war. Es handelte sich dabei um folgende Varianten:

- normal,
- nitriert und
- chromoxidiert.

Sinn und Zweck dieses Langzeittests war es, Klarheit darüber zu gewinnen, welches Material am wenigsten verschleißanfällig ist. Um dies zu ermitteln, wurde der Test über eine Periode von 6000 Betriebsstunden durchgeführt.

Wie die starke Vergrößerung der im Test verwendeten Fadenführer zeigt (Abb. 3), sind die während dieser Zeit entstandenen Einlaufstellen noch nicht so gra-

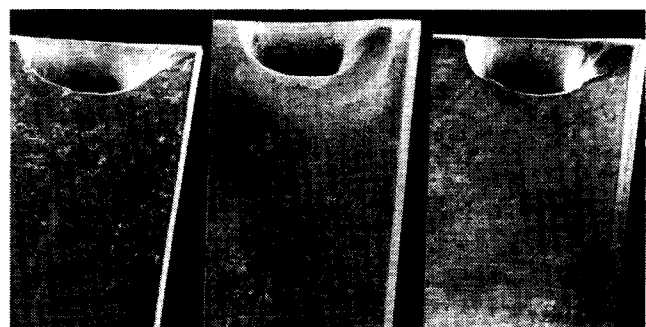


Abb. 3: Verschleißverhalten verschiedener Fadenführer  
links: Normalausführung  
Mitte: nitriert  
rechts: chromoxidiert

vierend, daß bereits jetzt auch nur einer dieser drei Fadenführer unbrauchbar wäre. Links sehen Sie den Fadenführer in der bisherigen Ausführung, in der Mitte den nitrierten und dann den chromoxidierten.

Wenn auch alle 3 Varianten gut genug sind, um eine Betriebsdauer von 6000 Stunden bei der Verarbeitung von texturierten Garnen zu überdauern, so zeigen doch diese Aufnahmen, daß der chromoxidierte Fadenführer einen deutlich geringeren Verschleiß aufweist als die beiden aus anderen Materialien.

So schön es ist, die sachlich beste Lösung zu kennen, so bleibt doch ein kleiner Schönheitsfehler, denn die qualitativ beste Lösung stellt zugleich die teuerste Lösung dar. Da der Maschinenbau auch die Sorgen der Stricker kennt und weiß, daß diese gerade heute nach kostengünstigen Lösungen fragen, hat die erwähnte Firma nach einem Weg gesucht, der es ermöglicht, die Vorteile des chromoxidierten Fadenführers weitgehend zu erhalten, ohne die normalerweise damit verbundenen hohen Kosten in Kauf nehmen zu müssen. Der heute in verschiedenen Modellen eingeführte Fadenführer (Abb. 4) wird diesen Anforderungen weitgehend gerecht. Eine Betriebsdauer von ebenfalls 6000 Stunden — unter Verarbeitung von texturierten Garnen — läßt ebenfalls kaum Verschleißerscheinungen erkennen.

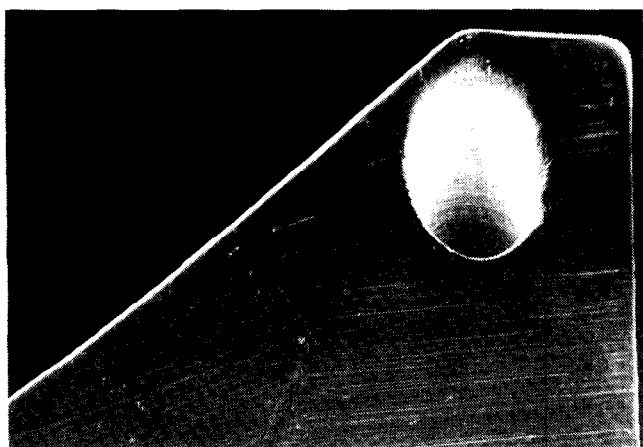


Abb. 4: Fadenführer aus neuem Werkstoff

Der hier eingesetzte Werkstoff kommt darüber hinaus der angestrebten Wirtschaftlichkeit weitgehend entgegen.

Mit der Änderung des Werkstoffes beim Fadenführer ist das Problem des Einsägens jedoch noch längst nicht gänzlich aus der Welt geschafft. Nach wie vor besteht die Gefahr des Einsägens bei der Nadelfontour. In diesem Gremium ist heute sicherlich die Frage erlaubt, ob nicht die Garnhersteller selbst Möglichkeiten sehen, diese Problematik in Zukunft weiter zu entschärfen.

Hingegen ist bereits allgemein bekannt, daß Keramik- oder Hartmetalleinsätze beim Fadenführer problematisch sind, da ein absatzloser Übergang vom Trägerteil zum Einsatz nicht erreicht werden kann und darüber hinaus der Einsatzkörper auf keinen Fall mit der Nadel in Berührung kommen darf, da sonst die Gefahr der Zungenbeschädigung besteht (Abb. 5).

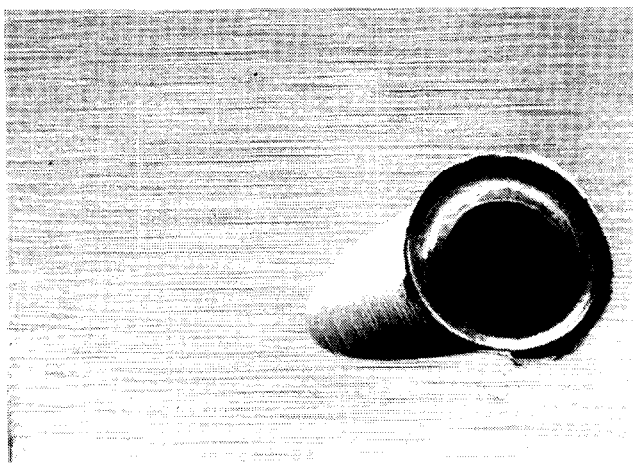


Abb. 5: Beschädigungen am Fadenführer mit Keramik- bzw. Hartmetalleinsatz

#### Maschenbildungsorgane (Strickstellen)

An den Strickstellen sieht sich der Praktiker heute im wesentlichen folgenden drei Problemen bei der Verarbeitung texturierter Garne gegenübergestellt:

- Beschädigung der Nadeln, des Nadelhakens, Beschädigungen im Bereich des Löffels sowie des Abschlagkammes durch Einsägen,
- Beschädigung der Nadeln durch Korrosion,
- Reinhaltung des Zungenschlitzes (Abb. 6).

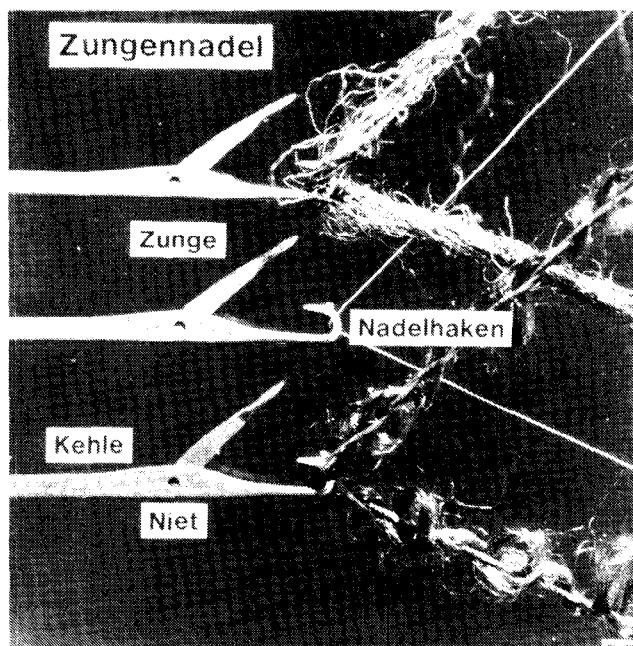


Abb. 6: Probleme an Strickstellen bei der Verarbeitung texturierter Garne

#### Beschädigung der Nadeln und des Abschlagkammes durch Einsägen

Im Gegensatz zu Naturfasern, die eine geringere Abnutzung bei den Stricknadeln hervorrufen, verursachen texturierte Garne mitunter einen größeren Verschleiß.

Die Abbildung 7 will einen Eindruck vermitteln, wie



Abb. 7: Vom Garn eingesägte Nadel

Stricknadeln aussehen können, wenn mit ihnen texturierte Garne über einen längeren Zeitraum verstrickt wurden.

Eine beschädigte Nadel kann Fibrillenbrüche und andere Garnverletzungen hervorrufen. Im Gegensatz zu früher haben diese Fehlerursachen inzwischen stark an Bedeutung gewonnen, verfügen doch heute die Garne in der Regel über mehr Kapillaren als noch vor wenigen Jahren.

Waren damals noch 30 üblich, treffen wir inzwischen häufiger 44 an.

Darüber hinaus können im Gestrick aufgrund der eingesägten Nadeln vermehrt Nadelstreifen, verursacht durch einzelne Nadeln bzw. Nadelgruppen, auftreten. Mindestens ebenso stark wie die Nadeln ist der Abschlagkamm gefährdet. Die *Induktivhärtung*, wie sie von einzelnen Herstellern bereits seit vielen Jahren angewendet wird, bringt einen wesentlichen Vorteil gegenüber der *Flammenhärtung*. Die Induktivhärtung ermöglicht es, eine äußerst exakte, gleichmäßige Härteschicht zu erzeugen, während dies mit dem anderen Verfahren nicht erreichbar ist.

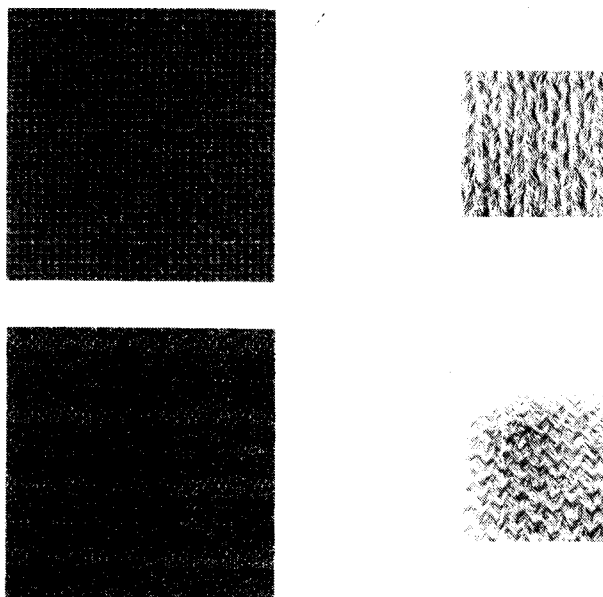


Abb. 8: Replica-Test (Ringelhaftigkeit)

Die Verarbeitung glatter Endlosgarne ist besonders problematisch, da sie alle Fehler bzw. Falscheinstellungen an der Rundstrickmaschine schonungslos aufdeckt. Bei Gestricken aus Naturfasern und texturierten Garnen treten eventuell vorhandene Ringel weniger deutlich zutage dank dem besseren Deckungsvermögen.

Das Bestreben jedes Strickers wird sein, wirklich ringel- und schattenfreie Gestricke herzustellen, um möglichst wenig Ware zweiter Qualität zu erhalten, denn ein hoher Anteil an zweiter Qualität bedeutet erhebliche Erlösminderungen und die Notwendigkeit, eine aufwendige Vorsortierung in Druck- und Farbware vorzunehmen.

Bei der genauen Suche nach der Ursache der Ringelhaftigkeit leistet der Replica-Test (Abb. 8) wertvolle Dienste. Finden wir auf dem Abdruck den Ringel wieder, so ist dies ein Zeichen dafür, daß der Fehler bei der Maschineneinstellung liegt (Abb. 9).

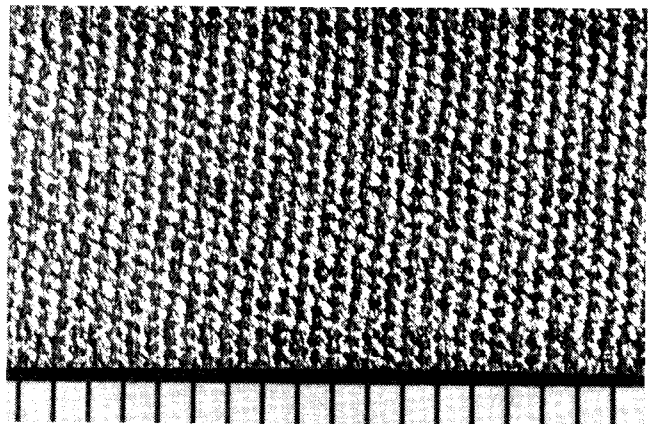


Abb. 9: Ringel durch falsche Maschineneinstellung

Befindet sich hingegen der Ringel lediglich im Gestrick und nicht auch auf der Folie, so steht fest, daß die Maschineneinstellung stimmt und der Fehler auf das verwendete Rohgarn zurückzuführen ist.

Die heute bei vielen Strickereibetrieben üblichen Systemmischungen vergrößern das hier angeschnittene Problem des Nadelverschleißes. Die gleichzeitige Verarbeitung von Naturfasern und texturierten Garnen auf den einzelnen Systemen führt zu einem unterschiedlichen Verschleiß der einzelnen Nadeln eines Nadelsatzes. Dies tritt ganz besonders bei Cord und Längsstreifen auf. Ein damit verbundenes häufiges Austauschen der Nadeln — sei es gesamt oder partiell — bedingt eine Vergrößerung des zu unterhaltenden Nadellagers. In einer für die Strickerei so schwierigen Zeit ist es nötig, alle bestehenden Einsatzmöglichkeiten auszuschöpfen. Deshalb ist es für den Strickereibetrieb vorteilhaft, wenn er über Rundstrickmaschinen verfügt, die er mit lediglich 2 Nadeltypen bestücken muß, wie z. B. bei der RR 72 von Sulzer Morat, statt mit 4 verschiedenen, wie dies bei zahlreichen Maschinen der Fall ist.

**Beschädigung der Nadeln durch Korrosion**

Wie wir gesehen haben, muß beim Verstricken von



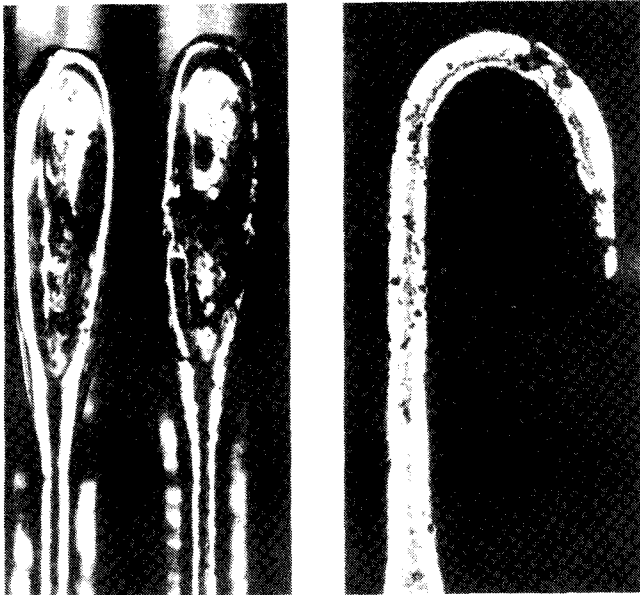


Abb. 10: Durch Korrosion beschädigte Nadeln

- durch das Zusammentreffen aggressiver Spülöle mit aggressiven Nadelölen, welche das Auftreten von Korrosionsschäden verstärken,
- durch die Verwendung wasserhaltiger Preßluft, was zur Bildung von Kondenswasser führt, welches wiederum die Korrosion an den Nadeln begünstigt.

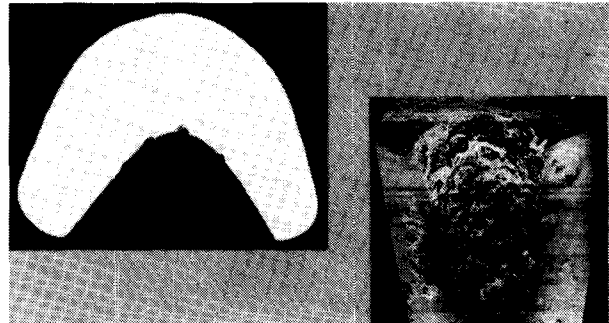


Abb. 12: Korrosionsschäden

texturierten Garnen besonderer Wert auf eine ordnungsgemäße Einstellung und Bedienung der Maschine gelegt werden.

Bei Mißachtung der Empfehlungen der Garn- und Nadellieferanten sowie der Rundstrickmaschinenhersteller wird sehr schnell das Sprichwort „Kleine Ursache, große Wirkung“ wahr. So tritt in der Praxis immer wieder eine Korrosion an den Nadeln auf (Abb. 10).

Korrosionsschäden (Abb. 11 und 12) können im allgemeinen durch folgende Faktoren hervorgerufen werden:

- durch unsachgemäßen Unterhalt des Nadellagers, z. B., wenn die Nadelschachtel offen gelagert wird,
- durch die Verwendung aggressiver Spülöle bei bestimmten Garnen; in diesem Falle tritt die Korrosion vor allem in der Zungenzasche auf (heute weitgehend ausgeschaltet, doch immer noch möglich),
- durch den Einsatz aggressiver Nadelöle,

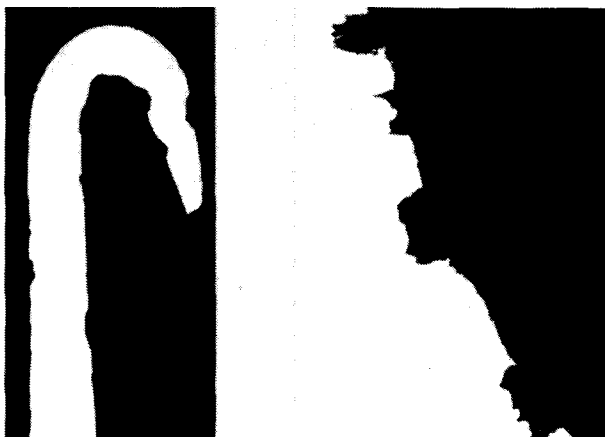


Abb. 11: Korrosionsschäden

#### Beschädigung der Nadeln durch Bleichzusätze

Werden den Garnen — was heute eher selten der Fall ist — bestimmte Bleichmittel zugesetzt, so kann dies ebenfalls eine negative Auswirkung auf die Nadeln haben. Die Nadeln werden *matt*, d. h., die Oberfläche verändert sich, was wiederum die Gleiteigenschaft, auf die es ja bei den hohen Geschwindigkeiten und bei der Verarbeitung des heiklen texturierten Garns ganz wesentlich ankommt, nachteilig beeinflusst (Abb. 13).

Dies alles sind Fehlerursachen, die bei ordnungsgemäßer Bedienung nicht auftreten müßten. Etwas anders verhält es sich hingegen mit dem Verkleben der Zungenkehlen.

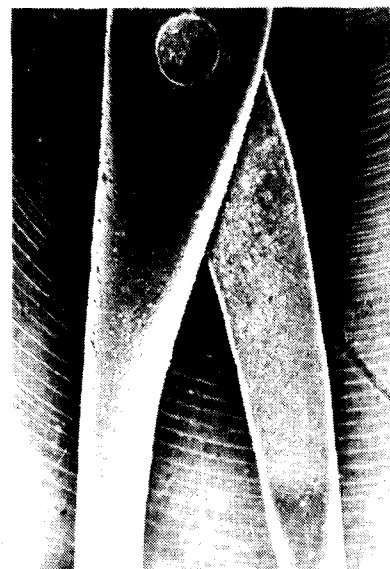


Abb. 13: Oberflächenbeschädigung durch aggress. Bleichmittel

Reinhaltung der Zungenschlitze und der Zungenachse

Die Gefahr des *Verklebens* tritt weniger auf, solange auf einer Maschine ausschließlich texturierte Garne verarbeitet werden. Erst bei der Verwendung mehrerer Garnsorten, z. B. Endlosgarne und Fasergarne, auf ein und derselben Maschine, sei es hintereinander oder gleichzeitig als Systemmischung, muß diesem Problem vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Insbesondere in den Nadelkehlen kommt es zu Ablagerungen winziger Faserteilchen (Abb. 14). Diese sind mit Paraffin und Avivage vermischt, nisten sich hier und im Niet ein und verhindern somit ein einwandfreies Arbeiten der Nadelzungen. Da die Faserfragmente verklebt sind, ist sowohl dem Einsatz diverser Lösungsmittel als auch der Behandlung mit Ultraschall meist nur geringer Erfolg im Bemühen um die Sauberhaltung der Nadelkehlen beschieden.

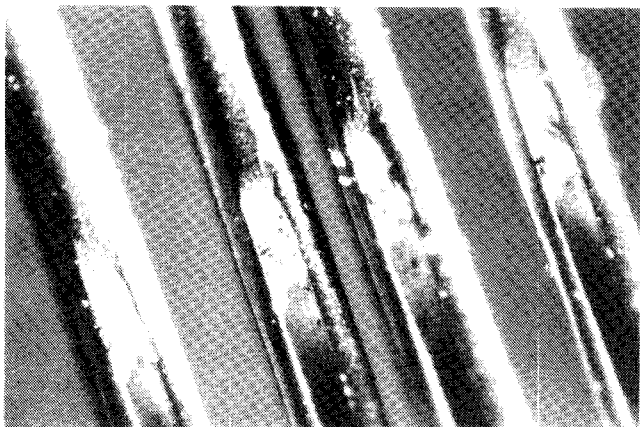


Abb. 14: Ablagerungen in den Nadelkehlen

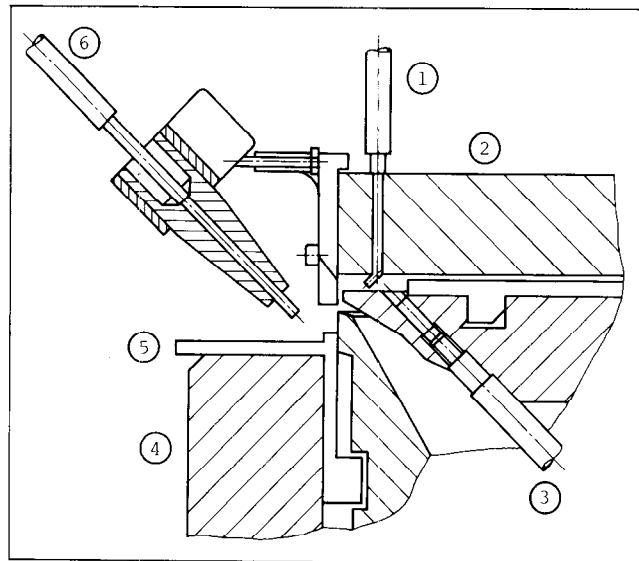


Abb. 15: Integriertes Reinigungssystem bei der Sulzer Morat RR 72

- Legende:  
 1 Blasdüse im Rippschloßsegment  
 2 Rippschloß  
 3 Blasdüse im Nadelring  
 4 Zylinderschloß  
 5 Faserflugabstreifer  
 6 Düse zur Reinhaltung des Faserflugabstreifers

Maschinenteilung und Garnfeinheit (Abb. 16)

Nach wie vor wird bei der Herstellung von Meterware überwiegend texturiertes Garn mit einem Titer von 167 dtex eingesetzt.

Wenn von verschiedenen Seiten heute vermehrt die Aufforderung erfolgt, beim Garneinsatz flexibler, ja kreativer vorzugehen, so spielen hier im wesentlichen zwei Überlegungen mit:

- Die vermehrte Hinwendung zu feineren Teilungen zwingt zur Verwendung feinerer Garne.
- Auf der Konsumentenseite bringt man dem klassischen Jerseylook zur Zeit relativ wenig Interesse

Eine Verschmutzung der Kehlen erhöht nicht nur den Nadelverschleiß infolge herausbrechender Nadelzungen, sondern führt zu schlechteren bzw. sogar unbrauchbaren Warenqualitäten.

Eine Vergrößerung des Nadelschlitzes ist ebenfalls nicht möglich, da sonst die Stabilität der Nadel zu stark in Mitleidenschaft gezogen würde. Man bedenke, daß die Nadeldicke oft nur 0,5 mm beträgt und die Schlitzöffnungen aus Stabilitätsgründen davon nicht mehr als 1/3 beanspruchen können. Daß sich hier Flugreste einnisten können, braucht nicht besonders betont werden.

Da einerseits ein gewisser Rückstand an Avivage wohl unvermeidlich ist und andererseits ein Faserflug bei der Verarbeitung textiler Fasern stets auftreten wird, ergeht an den Maschinenbauer die Forderung, Reinigungssysteme zu entwickeln, die dafür sorgen, daß sich keine Faserteilchen in den Nadelkehlen festsetzen können.

Recht gute Ergebnisse erzielt man dabei mit Systemen, bei denen nicht nur stationäre Blasdüsen verwendet werden, sondern Kombinationen von stationären und umlaufenden Blasdüsen zur Anwendung gelangen (Abb. 15).

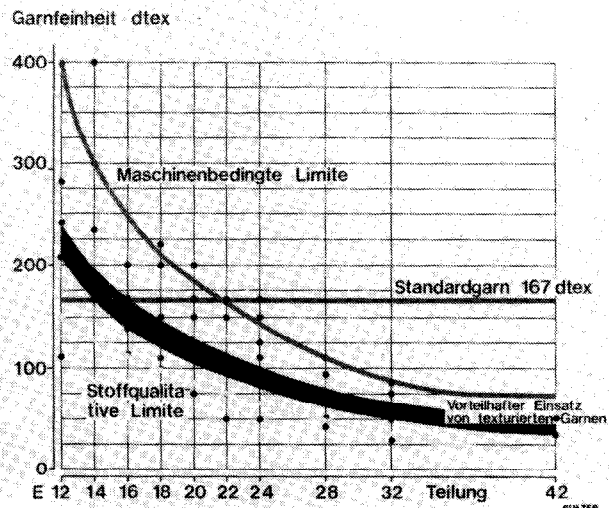


Abb. 16: Korrelation: Garnfeinheit — Maschinenteilung bei texturierten Garnen

entgegen. Der Verbraucher hat sich an diesem Bild gewissermaßen sattgesehen und verlangt nun nach neuen Optiken und neuen Strukturen. Diesem Wunsch kann durch die Kombination verschiedener Garntiter, Fibrillenzahlen, Fibrillenquerschnitte und durch die Materialwahl im weiteren Sinne entsprochen werden.

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß der Stricker in den wenigsten Fällen wirklich alle Möglichkeiten, über die eine Großrundstrickmaschine verfügt, ausschöpft. Es sollte vermehrt überprüft werden, inwieweit verschiedene Bindungsvarianten, kombiniert mit einem differenzierten Garneinsatz (Abb. 17), zu neuen Effekten und Qualitäten führen können.

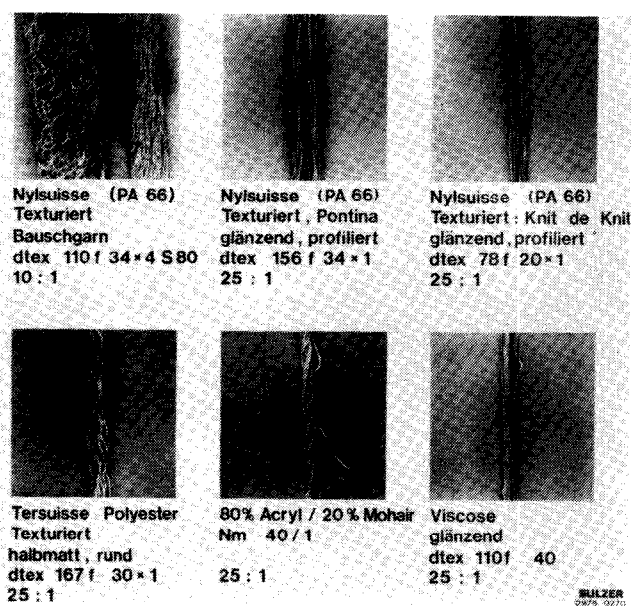


Abb. 17: Kreativität beim Garneinsatz

Auf der anderen Seite beginnt man allmählich zu erkennen, daß die Märkte für Topqualität nicht beliebig vergrößert werden können. Deshalb stellt sich immer dringender die Frage nach einer bewußten Marktsegmentierung für die im textilen Bereich tätigen Unternehmen.

Sich für einen bestimmten Markt zu entscheiden bedeutet, die Qualitätsansprüche des anzusprechenden Kundenkreises zu kennen und darauf einzugehen, denn wie unser Modell zeigt, gibt es für kein Produkt unserer Sparte nur eine einzige absolute Qualität.

Von Qualität sprechen die Fachleute dann, wenn das Produkt die ihm zugedachte Funktion erfüllen kann. Somit verfügt die Qualität über einen gewissen Spielraum, der einerseits durch die minimale und andererseits durch die maximale Qualität abgegrenzt wird (Abb. 18).

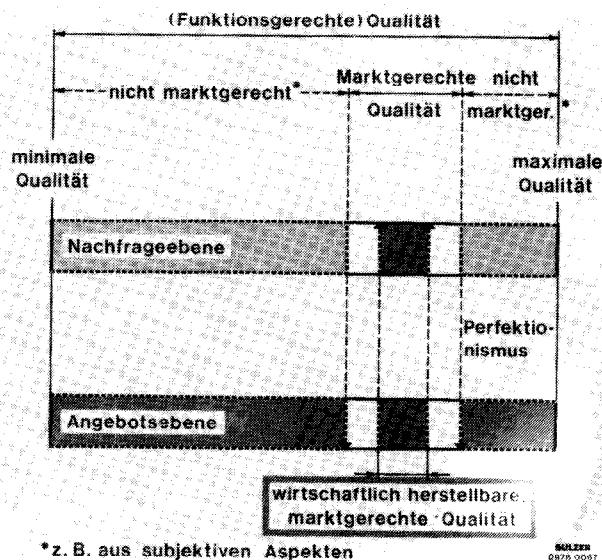


Abb. 18: Begrenzung der marktgerechten Qualität

**Qualität und Markt**

Damit sind wir beim zweiten Hauptteil unserer Ausführungen angelangt, nämlich bei der Qualitätsfrage. Mit der Rezession erfolgte ein gewisses Umdenken in breiten Bevölkerungsschichten. So schwächte sich in vielen Ländern die Gesamtnachfrage nach Textilien bzw. Bekleidung generell ab, während gleichzeitig die Nachfrage nach besseren Qualitäten zunahm. Diesem Wandel im Verbraucherverhalten Rechnung tragend, versuchten inzwischen zahlreiche Unternehmer mit dem sogenannten *trading-up* ihr Geschäft zu machen. Es wurde die Devise ausgegeben, daß die Textilindustrie in den industrialisierten Ländern nur dann eine Überlebenschance habe, wenn sie sich durch ihre Qualität von den Niedriglohnländern abhebe.

Inzwischen hat das neue Multifaserabkommen ein weiteres ungebremstes, quantitatives Wachstum der Importe aus diesen Ländern so gut wie unmöglich gemacht. Als Folge hiervon versuchen die Niedriglohnländer, sich ebenfalls mit höherer Qualität auf den Märkten der klassischen Industrienationen zu etablieren, um auf diese Weise eventuell weitere Umsatzeinbußen wieder wettzumachen.

Welche Qualität tatsächlich Chancen hat, sich auf dem Markt durchzusetzen, bestimmen unter den heutigen Marktverhältnissen die Verbraucher. Dabei ist es nicht nur möglich, sondern sehr wahrscheinlich, daß verschiedene Nachfragegruppen unterschiedliche Qualitätsstufen bevorzugen.

Für den Anbieter ist es von vitalem Interesse, rechtzeitig zu erfahren, welche Qualität bei der von ihm anvisierten Nachfragegruppe als *marktgerecht* angesehen wird. Nur so wird es ihm möglich sein, zu prüfen, ob er überhaupt in der Lage ist, die gewünschte Qualität zu marktkonformen Bedingungen anzubieten. Für den Textilproduzenten bedeutet dies, daß er Stoffe auf den Markt bringt, bei denen sowohl der Repräsentationswert als auch der Gebrauchswert mit den Vorstellungen der Endnachfrager übereinstimmt. Dies wird jedoch nur gelingen, wenn allen Stufen der textilen Fertigung, die Endbestimmung der Ware sowie die anzusprechende Käuferschicht stets klar vor Augen stehen.

So wird bereits bei der Garnwahl über später wichtige Produkteigenschaften entschieden (Abb. 19). Gehen wir einen Schritt weiter in der textilen Fertigung, so

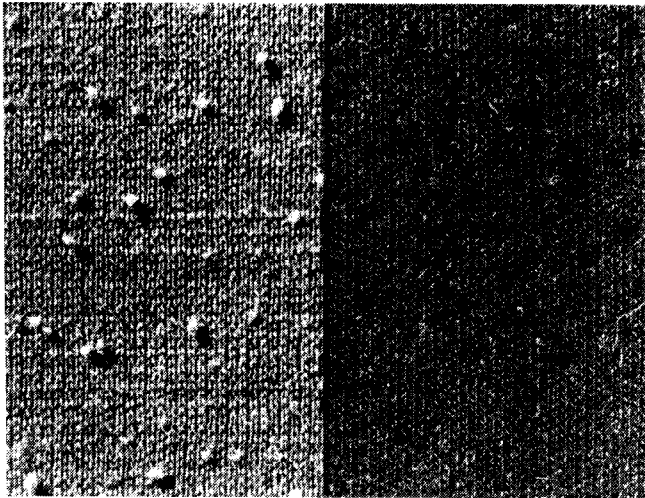


Abb. 19: Variation in der Qualität

ist es der Maschinenpark des Strickereibetriebes, der mit darüber entscheidet, ob den Kundenwünschen optimal entsprochen werden kann.

Momentan beschränken sich zahlreiche Stricker bei Maschinenanschaffungen auf reine Interlockmaschinen und entsprechen damit recht gut dem augenblicklichen Markttrend.

Doch was geschieht mit diesen Maschinen, wenn der Konsument eines Tages nach einer neuen Optik verlangt? Wäre es vielleicht nicht doch besser, einen Maschinenpark derart aufzubauen, daß solchen Veränderungen auf dem Absatzmarkt getrost entgegen gesehen werden kann.

Produktivität wird heute groß geschrieben. Neben Systemerhöhungen wird der Ruf nach noch schnelleren Maschinen immer lauter. Gewiß müssen die Stimmen der Stricker angehört werden, doch sollte in der Regel eine größere Produktivität keinesfalls zu einer Qualitätsverschlechterung beim Endprodukt führen. Um dies zu gewährleisten gilt es zu prüfen, was mit der Ware geschieht, wenn sie gestrickt ist. Denn gerade hier tritt heute noch viel zu oft der Fall ein, daß ordentlich hergestellte Ware gewissermaßen bereits unmittelbar nach dem Strickvorgang qualitativ verschlechtert wird, nur weil von den Maschinenbauern zuweilen den hier zu beachtenden Prozessen nicht die gebührende Aufmerksamkeit gewidmet wurde. So führt die höhere Tourenzahl zu größeren Temperaturen an der Maschine. Damit die Ware nicht schon beim Abzug eine unerwünschte *Vorfixierung* erfährt, muß unbedingt darauf geachtet werden, daß die Maschenware aus texturierten Garnen nicht mit heißen, ja zuweilen zu heißen Zylindern in Berührung kommt. Des weiteren gilt es, beim Abzug — dies trifft wiederum insbesondere für texturierte Garne zu — darauf zu achten, daß keine Kantenbrüche auftreten. Abhilfe schafft hierbei in der Praxis vor allem der Einsatz von geteilten Abzugswalzen.

Bei der heute üblichen Verarbeitung feiner und feinsten Titer hat sich die Gummibeschichtung der Abzugswalzen recht gut bewährt, wenn es darum geht, die Verformung der Ware durch Druckstellen zu vermeiden (Abb. 20).

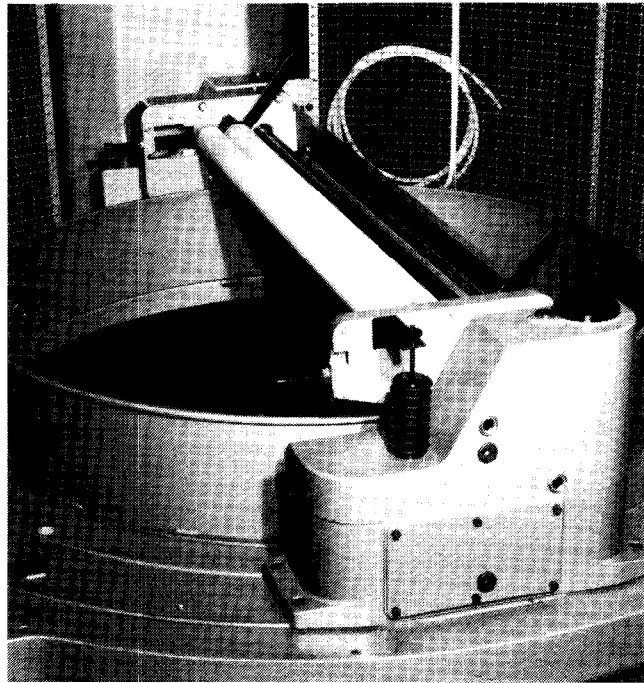


Abb. 20: Gummibeschichtete Abzugswalzen von Sulzer Morat

Wenn wir darüber nachdenken, wie es möglich ist, eine wirklich gleichmäßig hohe Qualität zu garantieren, so müssen wir mit Nachdruck auf die Bedeutung der Sicherung der Gleichmäßigkeit bei der Abzugsspannung hinweisen.

Eine solche ist nur gewährleistet, wenn der Weg vom Zylinder zur Walze für das gesamte Gestrick jeweils absolut gleich ist. Die hiermit verbundene Problematik ist weitgehend bekannt und läßt sich bis heute nur optimal lösen, wenn

- Schmalhalter,
- Rundbreithalter und
- Breithalter

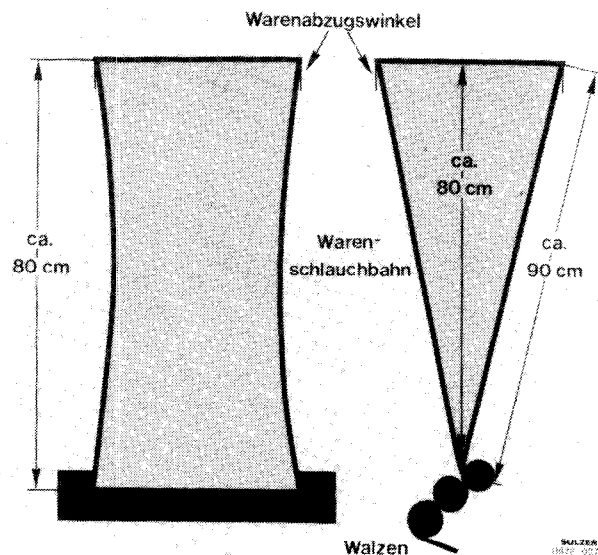


Abb. 21: Unterschiedliche Weglänge des Warenschlauchs

entsprechend aufeinander abgestimmt sind und darüber hinaus die Großrundstrickmaschine sowohl über einen kontinuierlich arbeitenden Abzugsantrieb sowie über eine gleichmäßige Aufwicklung der Ware durch ein zweckmäßiges Dockenwalzenprinzip verfügt (Abb. 21).

Eine Produktpolitik, deren Überlegungen sich allein auf die Abklärung der *Qualität* stützen, gleicht einer Gratwanderung.

Qualitätsüberlegungen müssen stets durch Preisüberlegungen ergänzt werden (Abb. 22), denn der Kunde hat in der Regel nicht nur eine bestimmte Qualitätsvorstellung, sondern ebenso hat er recht konkrete Vorstellungen, was er für einzelne Textilien bzw. Bekleidungsstücke in etwa auszugeben bereit ist. Dies gilt natürlich ebenso, wenn es um die Anschaffung neuer Maschinen oder um den Garneinkauf geht.

Dieses Zusammenwirken von Qualitäts- und Preisvorstellung, verbunden mit dem Budget jedes einzelnen, zeigt sehr klar, daß bei der Nachfrage nach allerhöchster Qualität in entsprechenden Preislagen — gerade auf dem textilen Sektor — nur begrenzte Marktpotentiale bestehen.

Doch der Kauf von Textilien, insbesondere von Bekleidung, hängt nicht primär von Preis und Qualität ab. Hier kommt dem *modischen Element* eine enorme Bedeutung zu. Wie die Erfahrung immer wieder zeigt, werden Markterfolge von Unternehmungen getätigt, die Mut haben, Neues auf den Markt zu bringen, die kreativ sind im Umgang mit den einzusetzenden Materialien und Maschinen und die die Fähigkeiten ihrer Mitarbeiter zu nutzen wissen. So haben auch Unternehmen im Maschensektor eine aussichtsreiche Zukunft vor sich, wenn sie Erreichtes nicht zementieren, sondern ständig in Frage stellen und immer wieder nach neuartigen und besseren Problemlösungen suchen. Zur Bewältigung ihrer Aufgabe haben sie einen guten Werkstoff, nämlich texturierte Garne, zur Hand. Vom zweckmäßigen Einsatz derselben wird es u. a. abhängen, ob sich die gewünschten Erfolge beim Betriebsergebnis einstellen.

Korrelation zwischen Qualität und Preis eines Produktes

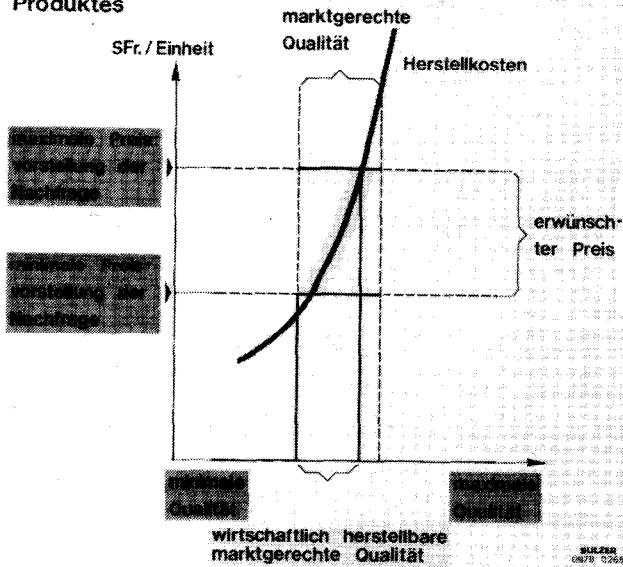


Abb. 22: Korrelation zwischen Qualität und Preis eines Produktes

Diskussion

**Köb:** Diese Kombination von technischem Detail und ökonomischer Betrachtung war sicher sehr interessant, und ich könnte mir vorstellen, daß dazu noch einige Fragen offen sind.

**Zschunke:** Haben Sie versucht festzustellen, inwieweit die Präparation die Verschleißerscheinungen am Nadelkopf oder am Fadenführer, die Sie sehr klar dargestellt haben, beeinflusst? Ich meine hier den Einfluß der Präparationsart und -auflage.

**Meier:** Soviel mir bekannt ist, wurde das nicht gemacht, da man versucht hat, die gleichen Materialien, die in der Praxis verarbeitet werden, zu testen; die Präparationsart und Präparationsauflage in diesem Zusammenhang zu variieren, stand außerhalb des Aufgabenrahmens.

## Schlichten von Chemiefasern und texturieren Garnen

Prof. Dr. Ing. Dr. és Sci. R. A. S c h u t z , ENSITM, CRTM, Mulhouse

Das Webverhalten einer Kette ist durch die momentane Elastizität sowie die Ermüdungsfestigkeit der Kettgarne bedingt.

Der Begriff der *momentanen* Elastizität muß im Zusammenhang mit den Webbedingungen für jeden Typ des Textilmaterials definiert werden.

Die Ermüdung wirkt sich auf verschiedene Art und Weise aus: Filamentgarne, Spinngarne und texturierte Garne haben andere Ermüdungsempfindlichkeiten beim Weben.

Dementsprechend soll das Schlichten die Eigenschaften der Kettfäden je nach Bedarf verbessern. Dabei bezieht sich das Schlichten nicht nur auf die Rezeptur, sondern auch auf die Art nach welcher die Schlichte aufgetragen und getrocknet wird.

Wenn sich auch Chemiefaserspinngarne mit genügender Drehung ähnlich wie Naturfaserspinngarne behandeln lassen, so müssen dagegen Filamentgarne ohne Drehung (0-twist) bzw. texturierte Filamentgarne unter besonderen Bedingungen behandelt werden, da sie gegenüber der Scheuerbeanspruchung sehr empfindlich sind.

Beim Schlichten von Chemiefasern muß auch auf das Entschlichten Rücksicht genommen werden.

The behaviour of a warp depends on the immediate elasticity properties as well as on the fatigue resistance of the warp yarns.

The concept of immediate elasticity has to be defined in relation with the weaving conditions and with the nature of the woven textile material.

The fatigue behaviour of filament yarns, spun yarns and texturized yarns are different.

For that reason, the sizing should improve the properties of the warp according to the need in each case. Sizing does not only concern the composition, but also the manner and the conditions of application and of drying of the size.

Even if the sizing of man made spun fibre yarns with normal twist is similar to the sizing of natural spun fibre yarns, the sizing of 0-twist filament yarns or of texturized yarns has to be carried out under certain conditions due to their high sensitivity to abrasion.

The sizing of man made fibre yarns has to be done in relation to the desizing ability of these yarns.

### 1. Einleitung

Allgemein soll das Schlichten die Strapazierfähigkeit der Ketten gegenüber der Webbeanspruchung erhöhen. Bei Chemiefasern kann es sich für die Kettfäden sowohl um Spinngarne als auch texturierte oder nicht-texturierte, gedrehte oder nicht (bzw. wenig) gedrehte Filamentgarne handeln.

In jedem Fall ist die Beanspruchung etwas verschieden, obwohl die Grundbeanspruchungen der Webstühle in ähnlicher Weise auftreten.

Aufgrund umfassender Untersuchungen der Verweb-

barkeit von Ketten wurde schon berichtet<sup>1, 2, 3</sup>, daß sich eine Webkette um so besser verhält,

- je größer ihre Elastizität,
- je stärker ihr Arbeitsvermögen,
- je höher ihr Reibungswiderstand und
- je kleiner ihre Haarigkeit ist.

Diese Grundsätze sind von allgemeiner Gültigkeit, man muß sie aber an das Kettmaterial anpassen, damit diese Merkmale mehr oder weniger zur Geltung kommen.

Da man bei den verschiedenartigen Ketten auch verschiedene Forderungen berücksichtigen muß, kann man keine einfache Regel für alle Fälle erstellen, so daß keine absolute Einschätzung der Verarbeitbarkeit einer Kette möglich ist.

Andererseits könnte jeder Fall als Sonderfall bearbeitet werden, und da jeder Betrieb seine Besonderheiten hat, würde eine solche Bearbeitung sehr umfangreich werden, mit dem Risiko, daß gerade der Fall, der den Zuhörer bzw. Leser interessiert, nicht ausführlich oder sogar gar nicht betrachtet wurde.

Deshalb soll man eine Reihe von Grundrichtlinien angeben, die als Leitprinzip für die Handhabung der Ketten aus Chemiefasern dienen können. Wir werden versuchen, diese Richtlinien in Anlehnung an die erwähnten Grundprinzipien zu beschreiben: Es sollen zuerst die entsprechenden Funktionen definiert und dann Mittel und Wege gezeigt werden, um diese Funktionen einzustellen.

### 2. Grundrisse der Problematik

Die Ketten, die aus Chemiefasern bestehen, können zunächst in zwei verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

- die Stapelfasergarne (Ring- bzw. Rotorgarne) und
- die Endlosfilamentgarne, die man nach dem in Tabelle 1 dargestellten Schema weiter unterteilen kann.

Tabelle 1: Unterteilung der Endlosfilamentgarne

Filamentgarne				
Multifilamentgarne				
glatt		texturiert		
Monofilament	0-twist	gedreht	nichtgedreht	gedreht

Die verschiedenen Begriffe von Elastizität, Arbeitsvermögen, Reibungsfestigkeit und Haarigkeit, die mit dem Webverhalten verbunden sind, haben je nach Garnart eine andere Bedeutung.

#### 2.1 Stapelfasergarne

Im allgemeinen sollen Chemiefaserstapelgarne ähnlich wie Naturfaserstapelgarne behandelt werden.

Die Chemiefaserstapelgarne, ringgesponnen bzw. OE-gesponnen, weisen aber eine höhere Elastizität und ein größeres Arbeitsvermögen auf als die titerentsprechenden ringgesponnenen bzw. OE-gesponnenen Naturfaserstapelgarne, sodaß die *momentane* Elastizi-

tät und das Arbeitsvermögen schon im unbehandelten Zustand für normale Webbedingungen ausreichen, da sie neben höheren Mittelwerten auch eine engere Streuung dieser Größen aufweisen.

Bei der Reibungsfestigkeit sind die Verhältnisse anders: Wegen ihrer höheren Reißfestigkeit und Reißdehnung wird den Chemiefaserstapelgarnen oft nicht die optimale Drehung aufgezwungen, die die beste Kohäsion der Fasern sichern würde. Beim Reiben entsteht ein Pilleffekt, der das Weben sehr rasch hemmt; es muß gesagt werden, daß dies bei OE-Garnen weniger der Fall ist, da der Drehungskoeffizient allgemein höher liegt, und die Garnstruktur mehr vernetzt ist.

Für Ringspinnarne hat sich manchmal eine 50%ige Erhöhung der Drehung für die Weberei wirtschaftlich als günstig erwiesen.

Beim Schlichten sollten die oberflächlichen Fasern des Garns gut angeklebt und nicht nur die Oberfläche des Garns geschmiert werden.

Kommt man nun zur Haarigkeit, so ist diese umso höher, je steifer das Fasermaterial, d. h. je höher der Titer und je geringer die Drehung ist. Zeigen einzelne Kettfäden mehr als 100 Haare pro Laufmeter, so lassen sie sich schlecht weben.

Folglich soll das Schlichten die Haare ankleben, was außerdem für die Erhöhung der Reibungsfestigkeit günstig ist.

Selbstverständlich zeigt sich die Haarigkeit umso ausgeprägter, je höher die elektrostatische Aufladung wird; gegenüber den Naturfasern dürfte das Vermögen der Chemiefasern, unter gleichen Bedingungen elektrostatisch aufgeladen werden zu können, um eine 10er-Potenz größer sein.

Deshalb kann sich schon die Avivage bzw. das Schlichten oder Überwachen zur Herabsetzung dieser Eigenschaft günstig auswirken.

## 2.2 Filamentgarne

Die Filamentgarne zeigen neue Aspekte. Als einfachstes Beispiel soll das Monofilamentgarn angesehen werden, da es einen größeren Titer hat und genügend Elastizität, Arbeitsvermögen und Reibfestigkeit aufweist. Es ist keine Haarigkeit vorhanden, und nur im Falle einer Fibrillation könnten Schwierigkeiten auftreten. Deshalb dürfte ein Überwachen bzw. Ölen für die meisten Fälle ausreichen.

Doch für die Multifilamentgarne liegt das Problem ganz anders, je nach dem ob es sich um glatte oder texturierte, gedrehte oder nichtgedrehte Garne handelt.

### 2.2.1 Glatte 0-twist-Garne

Diese sogenannten Null-Zwirngarne sind feine, endlose Filamente, die durch eine sehr schwache Drehung (10 bis 20 Drehungen pro Meter) zusammengehalten werden.

Diese feinen Endlosfilamente sind sehr empfindlich, und ihre Handhabung verlangt bis zum Schlichten eine sorgfältige und soweit wie möglich reibungslose Behandlung.

Wird ein einzelnes Filament irgendwie eingehängt und mitgerissen, so entstehen durch das Aufrollen

der beim Bruch freigewordenen Enden Nissen und Querbindungen zwischen den benachbarten Garnen, die das Weben in Frage stellen.

Deshalb müssen diese Garne meist mit einem gewissen Abstand zwischen zwei benachbarten Garnen in der Kette, zumindest bis zum Schlichten geführt werden.

Das Schlichten muß den Zusammenhalt der Endlosfilamente im Garn stärken und damit die Scheuerfestigkeit durch die erhöhte Garnkohäsion gewährleisten.

Insofern Brüche der Einzelfilamente vermieden werden, treten keine Probleme bezüglich Haarigkeit auf. Die Elastizität und das Arbeitsvermögen sind meistens auch in unbehandeltem Zustand ausreichend, obwohl zu hohe Ausdehnungen während der Vorbereitung (Scheren, Schlichten) die Elastizität etwas beeinträchtigen.

### 2.2.2 Gedrehte, glatte endlose Filamentgarne

Je höher die aufgezwungene Drehung der endlosen Filamentgarne ist, um so einfacher ist die Handhabung. Dennoch müssen diese Garne auch sorgfältig bearbeitet werden, um jede Verletzung der einzelnen endlosen Fibrillen zu vermeiden.

Diese Garne können mit reduziertem Abstand geschert und geschlichtet werden.

### 2.2.3 Texturierte, nichtgedrehte Garne

Je nach der Art der Herstellungsweise zeigen die nichtgedrehten texturierten Garne eine mehr oder weniger ausgeprägte Voluminösität, die durch die Amplitude der Umschlingungen der einzelnen endlosen Fibrillen bestimmt wird.

Diese Umschlingungen können als Grenzfall der Haarigkeit betrachtet werden, da sie denselben Bindungseffekt erreichen wie die echten Haare. Doch die Amplitude dieser Schlingen hängt sehr von der aufgezwungenen Spannung ab, und man kann von einer Schlingenelastizität sprechen, die sich neben der eigentlichen Elastizität des Filaments auswirkt.

Wie schon erwähnt, ist das elastische Verhalten einer Kette maßgebend für die Webbeanspruchung.

Betrachten wir diesen Punkt etwas näher: *Elastizität* ist die Fähigkeit, gedehnt zu werden, um dann sofort zur ursprünglichen Länge zurückzukehren, sobald die Ausdehnungsbeanspruchung wegfällt.

Der Begriff *sofort* hat keinen physikalischen Sinn, es sei denn, daß damit eine *kurze Frist* gemeint ist. Im Hinblick auf die Webbeanspruchung wollen wir erklären, was man unter *kurzer Frist* im Zusammenhang mit der Elastizität verstehen kann.

Um den Schuß einzuschließen, wird ein *Fach* gebildet, doch da das Fach so lange wie möglich offenbleiben muß, ist das *Fachöffnen* bzw. das *Fachschließen* ein Teil des Webzyklus. Zur Vereinfachung nehmen wir an, daß zur Bildung des Fachs bzw. zur Schließung 1/10 der Periode gebraucht wird (Abb. 1).

Das heißt also, daß bei 300 Schuß/mn (bzw. 1000 Schuß/mn für hochleistungsfähige Wasser-jet-Webstühle) der Dehnungsrückgang innerhalb 60/3000 (= 1/50) bzw. 60/10000 (= 1/166) Sekunden stattfinden soll.

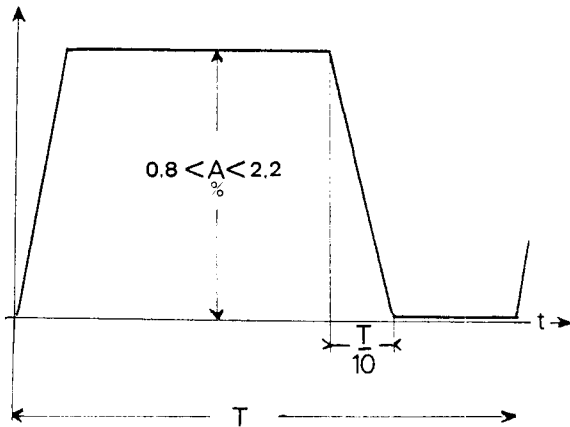


Abb. 1: Ausdehnung bzw. Rückgang bei Fachbildung mit einer Amplitude von 0,8 bis 2,2% während 1/10 der Periode T eines Schlages

Anders ausgedrückt, es soll also diese *kurze Frist* 1/50 bzw. 1/166 Sekunden darstellen.

Die *momentane* Elastizität, die zur Vermeidung von *Flottierungen* der Kettgarne bei der Fachbildung bzw. -schließung notwendig ist, bezieht sich also auf die zur Fachbildung notwendigen Ausdehnung, die innerhalb von 1/50 bzw. 1/166 Sekunden zurückgehen muß.

Die Ausdehnungen der Kette bei der Fachbildung betragen üblicherweise 0,8 bis 2,2% je nach Webstuhlart und je nach Anzahl der Fachblätter.

Es ist merkwürdig, wie wenig in der Fachliteratur über die *momentane* Elastizität verschiedener Materialien bei verschiedenen Spannungs- und Ausdehnungsbedingungen zu finden ist. (Wir führen darüber eine systematische Untersuchung durch und werden auch darüber berichten.)

Doch was das texturierte Material anbelangt, so muß man die momentane Schlingenelastizität von der eigentlichen momentanen Elastizität des Materials unterscheiden.

Es scheint, daß die schlingenbedingte momentane Elastizität nicht identisch mit der momentanen eigentlichen Elastizität des Materials ist.

Die vorliegenden Daten weisen auf die Vielfalt der praktischen Möglichkeiten hin, sodaß allgemeine Regeln heute noch nicht gegeben werden können.

Jedenfalls steht fest, daß die Schlingenelastizität durch genügendes Schlichten abgeschaltet werden kann, wobei dann die eigentliche Elastizität des Materials voll wirksam wird. Ein kräftigeres Schlichten dürfte daher eher angebracht sein.

2.2.4 *Gedrehte texturierte Garne*

Gedrehte texturierte Garne können etwas leichter behandelt werden, da ihre *Haarigkeit* (Schlingen) normalerweise regelmäßiger als die bei nichtgedrehten texturierten Garnen ist.

Doch die Grundsätze, die das Verhalten der nichtgedrehten texturierten Garne bestimmen, sind auch in diesem Falle anwendbar.

3. **Praktische Aspekte für das Schlichten**

3.1 Allgemeines

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß das Schlichten der Chemiefaserkettgarne im allgemeinen

- die eigentliche Elastizität und das Arbeitsvermögen der Chemiefasern nicht beeinträchtigt,
- die Tendenz der elektrostatischen Aufladung herabsetzt und
- die *Haare* bzw. die nach außen stehenden Schlingen gut ankleben sollte.

Anders ausgedrückt, eine ideale Schlichte soll:

- dieselbe oder zumindest eine ähnliche Elastizität und ein ähnliches Arbeitsvermögen wie das Chemiefasermaterial aufweisen,
- hydrophile Eigenschaften besitzen, da ein kontinuierlicher Wasserfilm am einfachsten die elektrostatische Aufladung kontrolliert,
- eine möglichst gute Verträglichkeit mit dem Fasermaterial haben und
- die Fähigkeit besitzen, den Reibungskoeffizienten so weit wie möglich herabzusetzen.

Je nach Kettart müssen die Forderungen den Schlichteigenschaften angepaßt werden.

Von vornherein muß betont werden, daß sich die Unregelmäßigkeiten bei Chemiefasern in den Schlichtebedingungen noch stärker auswirken als bei Naturfasern.

Deshalb ist es von dringender Notwendigkeit, darauf zu achten, Spannungen, Temperaturen und Schlichtekonzentrationen genauestens zu regulieren, um Abweichungen zu vermeiden.

3.2 Schlichteprodukte

3.2.1 *Stapelfaserkettgarne*

Für reine ring- oder rotorgespinnene Chemiefaserkettgarne sind die Schlichten auf Stärkebasis etwas unzureichend und müssen deshalb mit synthetischen Mitteln verbessert werden: Als klassische Mittel werden Polyvinylalkohole in Mengen von 1:2 bis 2:1 gegenüber den Stärkemitteln angewandt. Doch auch reine PVA sowie Polyacrylate können für Polyester-, Polyamid- oder Polyacrylkettgarne herangezogen werden. Neuerdings stehen lösliche Polyesterschlichteprodukte zur Verfügung, die sich besonders für Polyesterkettgarne bewährt haben.

Da der Beschlichtungsgrad zwischen 3,5 und 7% liegen sollte und da üblicherweise der Ausquetschnutzeffekt etwas zwischen 100 — 120% schwankt, dürfte die Schlichte eine Konzentration zwischen 3 und 7% haben, und zwar bei einer Temperatur von 55 oder 60°C, je nach Hersteller, doch wichtig ist es, die Temperatur konstant zu halten.

Ferner nehmen OE-Garne unter denselben Bedingungen (Konzentration, Temperatur, Ausquetschung, Geschwindigkeit) mehr Schlichte auf als Ringgespinnste. Je nach der Art der OE-Garne kann diese zusätzliche Aufnahme zwischen 10 und 15% betragen, man kann also die Konzentration um 10% herabsetzen, wenn es sich um OE-Garne handelt.



### 3.2.2 Glatte Filamentgarne

Beim 0-Zwirnen werden glatte Filamentgarne meistens auf speziellen Schlichtemaschinen verarbeitet, die mit einem Abstand von ca. 1,5 mm zwischen den Fäden schlichten. Dabei werden die Kettfäden einzeln behandelt und mit hoher Geschwindigkeit (400 m/mn) geschlichtet<sup>4</sup>; dafür kommen ganz besonders die Polyacrylate bzw., eventuell noch besser, die löslichen Polyesterschlichtemittel in Frage. Um eine genügende Beschlichtung zu erreichen, muß für solche Geschwindigkeiten mit etwa 4 — 7 % Konzentration gerechnet werden, obwohl manche auch einen 2%igen Beschlichtungsgrad als hinreichend betrachten. Auch hier werden dieselben synthetischen Schlichtemittel vorgeschlagen: PVA, Polyacrylate und lösliche Polyester; ebenfalls bei etwa 60 °C angewandt.

Gedrehte Glatgarne werden wie Spinngarne mit einer Geschwindigkeit von 70 bis 120 m/mn geschlichtet.

Für Polyester werden 3 — 4 % und für Polyamid etwa 2 % als Beschlichtungsgrad vorgeschlagen<sup>5</sup>; dementsprechend soll auch die Konzentration sein.

### 3.2.3 Texturierte Garne

Am schwierigsten ist es im Falle des 0-Zwirnens bei nicht nachfixierten texturierten Garnen. Dabei werden sowohl einzelne Zettelbäume (wie bei glatten Garnen) als auch vorassemblierte Zettelbäume geschlichtet; im letzten Fall wird sehr langsam gearbeitet: 20 bis 30 m/mn unter einer konstanten Spannung zwischen 0,15 — 0,2 cN/dtex; dabei kann ein Beschlichtungsgrad von mindestens 7, 8 oder 9 % als üblich bzw. normal betrachtet werden.

Als günstig dürfte das Schlichten mit Polyacrylsäuren und deren Derivaten für Polyamidketten und mit löslichen Polyestern für Polyesterketten zu betrachten sein, um das Abschmieren beim Weben zu reduzieren.

Es sollte also eine Schlichtekonzentration zwischen 10 und 11 % bei 60 °C (mit einem Ausquetschnutzeffekt von etwa 80 %) nicht überschritten werden; eine zu hohe Konzentration kann das Abschmieren auch erhöhen<sup>6,7</sup>.

Für gedrehte und fixierte texturierte Garne können ähnliche Schlichteprodukte angewandt werden, aber da der Beschlichtungsgrad niedriger ist, wird die Konzentration auf 8 — 9 % reduziert.

## 3.3 Schlichtemaschinenregelungen

### 3.3.1 Allgemeines

Der Schwerpunkt liegt im Konstanthalten der verschiedenen Einstellungen über die ganze Kette, die auch gleichmäßig sein muß. Dies bezieht sich besonders auf die Spannungen und die Temperaturen.

Es muß dabei beachtet werden, daß die Chemiefasern temperaturempfindlich sind, besonders wenn sie fixiert wurden<sup>6</sup>, deshalb sollte die Trockentemperatur nie 100 °C und die Spannung nicht 0,15 cN/dtex überschreiten.

Bei Spinn Garnen und glatten, gedrehten Kettgarnen sind die Einstellungen so zu regulieren, daß die beim Schlichten hervorgerufenen Ausdehnungen unter 1 % gehalten werden können.

Für texturierte, ungedrehte und hochelastische Garne können Ausdehnungen beim Schlichten bis zu 7 % erreicht werden, doch sollte man darauf achten, daß die 2 %-Grenze nicht überschritten wird.

Die elektrostatische Aufladung und der Reibungskoeffizient werden im allgemeinen durch ein Nachwachsen günstig beeinflusst.

Doch sollte das Nachwachsen nicht mehr als 0,3 % betragen, denn höhere Aufträge führen zur Verringerung der Klebeeigenschaften der Schlichte, und das umso mehr, je länger die geschlichtete Kette gelagert wird. Deshalb werden auch Schmelzwachse eher als flüssige Wachse bzw. Öle empfohlen. Dies gilt sowohl für Spinn- als auch für Endlosfilamentkettgarne<sup>8</sup>.

### 3.3.2 Spannungen

Für Spinnkettgarne aus Synthefasern dürften folgende allgemeine Regeln als Leitprinzip dienen:

- Es soll möglicherweise die geringste Spannung eingestellt werden, die ein einwandfreies Schlichten erlaubt.
- Man soll danach trachten, 0,2 cN/dtex nicht zu überschreiten, besonders während des Trocknens.
- Auch wenn sich Ausdehnungen von 1,2 % zwischen Trogeinlauf und Trocknende nicht katastrophal auswirken, so sollte diese Dehnung doch zwischen 0,5 und 0,8 % gehalten werden.

Für glatte, gedrehte Endlosfilamentgarne dürften die selben Richtlinien gültig sein.

Für ungedrehte, glatte Kettgarne, bei hoher Geschwindigkeit auf Zettelbäumen geschlichtet, sollten Spannungen von  $0,15 \pm 0,02$  cN/dtex angestrebt werden.

Für texturierte Garne sind folgende Prinzipien zu beachten:

- Um die Schlingenelelastizität zu verhindern und um jedes Kringeln zu vermeiden, muß das Garn dauernd unter einer gewissen Spannung gehalten werden; 0,08 — 0,1 cN/dtex dürfte als normaler Wert betrachtet werden.
- Das Schlichten soll unter anderem die Schlingenelelastizität fixieren, wodurch bei der Naßbehandlung eine etwas höhere Spannung erforderlich wird (0,2 cN/dtex).
- Das eigentliche Trocknen soll unter 0,15 cN/dtex, wenn möglich bei 0,1 cN/dtex stattfinden. In der Praxis wird unter 0,2 cN/dtex vorgetrocknet; es sind Einrichtungen mit IR<sup>9</sup> oder mit Zwangskonvektion<sup>4,10</sup> empfohlen, besonders für schnelllaufende Schlichtemaschinen. Bei fixierten, ungedrehten texturierten Kettgarnen muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß beim Vortrocknen mit IR die Fäden nicht zu hohe Temperaturen (über 120 °C) erreichen.

Kann das Vortrocknen und das Trocknen nicht getrennt reguliert werden, wie es oft beim Zettelketten-schlichten geschieht, so muß ein Kompromiß in der Spannungsregelung gefunden werden, indem man z. B. überall 0,15 cN/dtex einhält (Naß- und Trocknungsbereiche).

Die Verhedderung ist ein Zeichen eines ungenügenden Schlichteeffekts oder einer ungenügenden Spannung. Zur Aufbaumung der Kette für den Webstuhl kön-

nen sowohl 0,15 cN/dtex als auch 2 cN/dtex Spannung aufgezwungen werden, doch die Hauptsache ist es, wiederum die ausgewählte Spannung genau einzuhalten.

### 3.3.3 Temperatur beim Trocknen

Da die Chemiefasern im allgemeinen nicht hydrophil sind, kann die Temperatur nicht durch Abdampfen wie bei hydrophilen natürlichen Fasern reguliert werden: Sobald das Fasermaterial an einzelnen Stellen kein freies Wasser mehr enthält, kann die Temperatur der Faser die der Zylinder erreichen.

Deshalb wird vorgeschlagen, nie 100°C zu überschreiten und im letzten Teil der Trocknung mit der Temperatur eher unter 90°C zu bleiben.

Deshalb soll man auch beim Vortrocknen die IR-Strahlung gut im Griff haben.

### 3.3.4 Überwachsen

Eine der Hauptaufgaben der Schlichte ist es, das Fasermaterial (Gespinnst oder texturiertes Endlosfilamentgarn) zusammenzuhalten, um jedes Verheddern zu vermeiden; deshalb ist die Klebkraft der Schlichte von Wichtigkeit. Die Schlichte soll aber die momentane Elastizität des Fasermaterials nicht reduzieren und eine genügende Geschmeidigkeit beibehalten: Klebkraft, Elastizität und Geschmeidigkeit sichern vor Abschmieren.

Es werden noch andere Eigenschaften, wie Senkung des Reibungskoeffizienten und des elektrostatischen Aufladungsvermögens, erzielt; dabei kann sich ein Überwachsen günstig auswirken.

Das Wachs soll sich aber nur an der Oberfläche des geschlichteten Materials ablagern und nicht mit dem Risiko, die Klebkraft der Schlichte zu schwächen, in die Schlichte eindringen. Damit das Wachs nicht abschmiert, werden Wachse gebraucht, die eine gewisse Verträglichkeit mit der Schlichte aufweisen.

Am besten haben sich Schmelzwachse bewährt, die mit einem Auftrag unter 0,5 % den Gesamtschlichteeffekt bedeutend verbessern. Höhere Aufträge wirken sich ungünstiger aus.

## 4. Schlußfolgerungen

Die texturierten Garne sind unter den Chemiefaserketten diejenigen, die die meisten Schwierigkeiten beim Schlichten verursachen.

Zwei Verfahren bieten sich für die Behandlung texturierter Garne an:

- Beim Einzelzettelwalzverfahren mit 700 — 1500 Fäden auf 1500 bis 1800 mm Breite mit Fadenabständen von mindestens 1,5 mm, müssen die Fäden sorgfältig getrennt geführt werden. Selbstverständlich müssen alle Einzelzettel einer Kette genau derselben Behandlungsweise unterzogen werden.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, eine Art Einzelfadenschlichte zu realisieren, und erlaubt, die Schlichte zunächst unter höherer Spannung vorzutrocknen und unter niedriger Spannung fertigzutrocknen.

Als Nachteil dürfte die schlechte Energieausnutzung beim Trocknen erwähnt werden: außerdem muß der Schlichtemaschine zusätzlich noch ein Assemblieraggregat beigefügt werden, sodaß trotz sehr hoher Geschwindigkeit beim Schlichten (400 m/mn) die Arbeit und der Zeitaufwand mit dem Assemblieren aber im ganzen gesehen doch erheblich sind.

- Beim Mehrzettelwalzverfahren werden übliche Schlichtemaschinen verwendet.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, keine spezielle Schlichtemaschine mit getrenntem Assemblieraggregat zu benötigen. Im Prinzip dürften auf diese Art alle Fäden einer Kette gleich behandelt werden.

Ein Nachteil ist die Notwendigkeit, sehr langsam fahren zu müssen (20 bis 30 m/mn), um den Verlauf unter festgehaltener Spannung meistern zu können. Das Risiko der Verhedderung ist größer als beim anderen Verfahren. Ferner muß die Temperatur der Zylinder genau kontrolliert werden, und ein Übertrocknen sowie ein ungenügendes Trocknen muß wegen der Schlichte vermieden werden, die sonst abschmieren könnte. Die Trennung nach dem Trocknen muß leicht vor sich gehen.

Je nach dem Produktionsprogramm des Betriebs wird das eine oder das andere Verfahren angewandt.

Mit dem Schlichten allein ist noch nicht alles getan, denn das Entschlichten kann auch noch Schwierigkeiten bereiten.

So zum Beispiel ist bekannt, daß die Acrylsäureschlichte, an Polyamiden angewandt, einen hervorragenden Schlichteeffekt erzielt, aber sich dafür sehr schwer von der Faser abziehen läßt. Deshalb werden auch Polyvinylalkohole für Polyamide benützt.

Bei ungedrehten texturierten Ketten liegt der Schlichteauftrag höher als bei gedrehten texturierten Ketten. Damit ist auch das Entschlichten umso mühsamer, und es soll danach getrachtet werden, den Schlichteauftrag unter 10 % zu halten.

Das Schlichten von Chemiefasern, besonders von texturierten Ketten, verlangt eine sorgfältige Behandlung; viel mehr noch als bei Naturfasern muß genauestens auf die Regulierung und die Beibehaltung der Einstellungen geachtet werden.

## Literatur:

- 1) J. Meybeck, R. A. Schutz; Bull. I.T.F., 83, 99 (1959)
- 2) R. A. Schutz; Melliand Textilber. 10, 1025 (1973)
- 3) R. A. Schutz; Melliand Textilber. 2, 116 (1976)
- 4) Anon.; Ind. Text. 1047, 409 (1975)
- 5) M. Porte; Ind. Text. 1031, 97 (1974)
- 6) H. Beck; Melliand Textilber. 8, 675 (1974)
- 7) H. Bauer, J. Trauter; Melliand Textilber. 12, 986 (1977)
- 8) H. Beckmann; Melliand Textilber. 1, 64 (1978)
- 9) G. Heidemann, H. J. Berndt; Text. Prax. Int. 9, 992 (1976)
- 10) Anon.; Chemiefasern/Text. Ind. 2, 133 (1975)

**Diskussion**

**Köb:** Herr Professor Schutz, ich möchte Ihnen danken, daß Sie einen so guten Überblick über das Schlichten gegeben haben, denn die Probleme auf diesem Gebiet sind ja so komplex, daß man sie im Detail diskutieren müßte, und es ist sehr schwierig, alle Einzelheiten zusammenzufassen, sodaß man ein Gesamtbild erhält.

**Kleber:** Ich habe in Ihrem Vortrag die Problematik der Spulöle etwas vermißt. Was können Sie über die Verträglichkeit von Schlichten mit Spulölen, besonders bei texturierten Garnen, sagen? Wie weit kann man dieser Problematik von seiten der Schlichten oder von seiten des Spulöles ausweichen?

**Schutz:** Sie sprechen dieses Problem mit Recht an, denn aus unserer Erfahrung wissen wir, daß es sehr schwierig ist, nur festzustellen, welche Zusammensetzung diese Spulöle oder Avivagen haben. Deshalb ist es gerade so schwierig, rationell die Verträglichkeit der Substanzen zu prüfen.

In unserem Institut haben wir eine Schlichtemaschine, und wenn ein Problem an uns herangetragen wird, dann wird das bei uns praktisch im Labor gelöst. Durch eine Klebekraftmessung kann man einfach feststellen, ob das Öl stört oder nicht. Selten bekommen wir auch zusätzlich das Öl zur Vereinfachung des Problems. Meistens müssen wir

diese Substanzen erst von den Fäden ablösen und versuchen festzustellen, wie sich diese Substanzen in höheren Konzentrationen als auf den Fäden verhalten. Eine allgemeine Erklärung und Lösung kann ich Ihnen leider nicht anbieten, denn es muß auch hier jeder einzelne Fall individuell behandelt und gelöst werden. Es ist bedauerlich, daß es keine einheitliche Norm für Avivagen im allgemeinen gibt. Hier wäre sehr viel zu machen, und es würde viele Erleichterungen bringen.

**Köb:** Könnte jemand von seiten der Spulölhersteller dazu Stellung nehmen?

**H. Bauer:** Ich möchte nur auf meinen nächsten Vortrag hinweisen, bei dem ich auf Details eingehen werde.

**Waldecker:** Sie sprachen vom Nachwachsen geschichteter Fäden, wobei man mindestens 0,3% aufbringen, aber 0,5% nicht überschreiten sollte, und davon, daß diese Schmelzwachse den Schlichtefilm nicht erreichen sollten. Gilt dies auch für wasserarme oder nichtwäßrige Spulöle? Welche Erfahrung haben Sie mit dem Nachölen statt dem Nachwachsen gemacht?

**Schutz:** Mit Schmelzwachsen haben wir keine schlechten Erfahrungen gemacht; bei Spulölen waren unsere Erfahrungen nicht gerade günstig, aber ich möchte betonen, daß hier die Erfahrungen noch sehr gering sind. Vielleicht könnte Herr Dr. Bauer dazu mehr sagen, aber ich glaube, er wird dieselben Erfahrungen gemacht haben.

# Textilmaschinenöle von Mobil- Mobil Etna Oils:

alterungsbeständige Spezialöle mit besonderer  
Grenzschichtbildung  
und bedingter Auswaschbarkeit.

## Mobil Etna Oil SS Light

Viskosität bei 40° C, mm<sup>2</sup>/s = cSt: 30,4 – Zur Schmierung von Flyer-Spindeln;  
für Platinen-Rundstrickmaschinen usw.

## Mobil Etna Oil SS Extra Heavy

Viskosität bei 40° C, mm<sup>2</sup>/s = cSt: 142 – Zur Schmierung von Webstühlen;  
allgemein für Schmierstellen an Textilmaschinen,  
wenn ein Öl hoher Viskosität empfohlen wird.

Die technische Abteilung der Mobil Oil Austria AG  
berät Sie gerne in Fragen der Produktwahl  
und der wirtschaftlichen Anwendung.

Rufen Sie (0 22 2) 65 16 51

oder schreiben Sie uns:

1015 Wien, Schwarzenbergplatz 16

**Mobil**

**wir haben was Sie brauchen**

## Herstellung und Eigenschaften von Trevira® Fasergarn 660

Dr. Günther Bauer  
Hoechst AG, Frankfurt/M., Werk Bobingen

Trevira 660 ist ein Filamentgarn mit abstehenden Kapillarenden, das sich hinsichtlich Griff und Optik von konventionellem, texturiertem Garn unterscheidet.

Von dem Rohstoff für ein derartiges Garn werden zwei Besonderheiten verlangt: zum einen muß er wegen der abstehenden Kapillarenden pillarm sein, zum anderen muß er im Hinblick auf eine mögliche Systemverarbeitung mit konventionellem, texturiertem Garn zu einer ähnlichen Farbstoffaufnahme führen. Die Verarbeitung des Rohstoffs — also das Spinnen und Strecktexturieren — erfolgt auf den bekannten Anlagen. Zur Vermeidung von Aufschiebern wird das Kapillarbündel aus pillarem Rohstoff gemeinsam mit einem aus unmodifiziertem Rohstoff strecktexturiert. Dabei ist auf gute Durchmischung beider Kapillarbündel zu achten.

Es wird über die Möglichkeiten berichtet, die Anzahl der gebrochenen Kapillaren zu verändern und zu ermitteln. Bei der Bedeutung des *Griffs* wird unterschieden zwischen Oberflächengriff oder *Touché*, Volumen, Weichheit und Stand. Es wird auf die für den optimalen Griff erforderlichen Weiterverarbeitungsbedingungen in Weberei und Ausrüstung eingegangen.

Trevira 660 is a continuous filament yarn with a number of protruding broken filaments which gives a fabric hand and appearance different from regular textured yarn.

Two special polymer characteristics are necessary to produce such a yarn; it must be low pilling because of the broken filaments, and its dye affinity must be compatible with other polymers when blended. Type 660 polymer is spun and drawtextured using known commercial equipment. In order to avoid stripbacks, draw-texturing is done together with a bundle of unmodified polyester. The filaments of both bundles must be mixed.

The capability for processing, measuring and controlling Type 660 to various desired broken filament levels is reported. Characteristics of fabric hand are described, for example surface touch, volume, softness and body. Methods are reported for attaining optimum levels of these characteristics in weaving and finishing.

### Zielsetzung

Bei der Entwicklung unseres Filamentgarns mit Fasergarncharakter verfolgten wir 2 Zielvorstellungen:

- Unser Fasergarn soll sich vom konventionellen texturierten Polyesterarn in Richtung zum sekundär gesponnenen Garn abheben. Dies gilt bezüglich der Optik und des *Griffs*. Das konventionelle texturierte Garn weist ähnlich wie die Seide keine abstehenden Kapillarenden auf; außerdem führt der, im Vergleich zu Baumwolle, hohe Einzeltiter beim 150 den Garn zu einem harschen Griff. Daraus entstanden die Forderungen nach abstehenden Kapillarenden und feinem Einzeltiter.

- Bei der Stapelfaserherstellung werden endlose Kabel gesponnen, dicke Kabel verstreckt und in kurze Stücke geschnitten. In der Sekundärspinnerei wird die Stapelfaser unter erheblichem Aufwand wieder zu einem endlosen Garn verarbeitet. Das führt zu der Frage: Ließe sich nicht über den Filamentherstellprozeß ein kostengünstigeres Fasergarn produzieren? Bekannt ist, daß die konventionellen, texturierten Garne im üblichen Titerbereich kostengünstiger herzustellen sind als sekundär gesponnenes Fasergarn. Diesen Kostenvorteil wollen wir für das neue Produkt nutzen und gehen davon aus, daß unser faseriges Produkt, da es nahezu ungedreht ist, im Gegensatz zu sekundär gesponnenem Garn ein höheres Volumen haben wird. Ein weiterer Vorteil ist der Stretchcharakter, den wir von texturierten Garnen kennen. Die zweite Forderung heißt also: kostengünstiger zu sein als sekundär gesponnenes Garn.

### Herstellung

Betrachten wir nun die Herstellung eines Polyester-Filamentgarnes mit abstehenden Kapillarenden unter den genannten Voraussetzungen: Bereits 1962 meldete British Nylon Spinners ein Verfahren<sup>1</sup> an, wonach zwei Spinnfäden mit unterschiedlicher Orientierung gemeinsam texturiert werden, wobei die eine Komponente zerrissen wird, und die gebrochenen Kapillaren von der anderen Komponente im Kapillarverband eingebunden werden. Die so hergestellten Filamentgarne weisen eine starke Pillneigung auf, wie sie von Fasergarnen aus synthetischen Hochpolymeren bekannt ist. Dort werden deshalb auch chemisch modifizierte Rohstoffe eingesetzt, die pillarme Fasertypen ergeben. Die Verbesserung des Pillverhaltens kann durch ein Polymeres mit geringerem Molekulargewicht oder durch Verzweigung der Molekülketten und somit durch Versprödung erreicht werden. Die Hoechst AG setzt seit langem in ihrer Fasertypen 350 eine Siliziumverbindung ein<sup>2</sup>. Derartige Verbindungen haben den Vorteil, daß das ganze Ausmaß der Versprödung erst beim Ausrüsten durch Hydrolyse erfolgt und deshalb beim Stricken oder Weben nicht störend in Erscheinung tritt.

Der modifizierte Rohstoff soll jedoch nicht nur das Pillverhalten verbessern, die daraus hergestellten Filamente sollen auch ein ähnliches färberisches Verhalten wie die üblichen texturierten Polyesterarne aufweisen, um eine gemeinsame Verarbeitbarkeit zu garantieren.

Das Verspinnen des modifizierten Rohstoffs erfolgt auf den bekannten Anlagen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die beim Spinnen auftretende Orientierung bei gleicher Spinnengeschwindigkeit höher ist als von unmodifiziertem Polyäthylenterephthalat. Unsere in Zielvorstellung 1 erhobene Forderung nach feinem Einzeltiter wirkt sich ebenfalls in dieser Richtung aus.

Der zur Zeit wirtschaftlichste Weg, konventionelles, texturiertes Garn herzustellen, führt über teilverstreckte Spinnware und das Simultanstrecktexturieren. Gemäß der Zielvorstellung 2 wird unser Fasergarn ebenso produziert.

Die bekannte Erscheinung, daß teilverstreckte Filamente ohne Texturierungsprozeß höher verstreckt werden können als beim Simultanstrecktexturieren, gilt auch

® eingetragenes Warenzeichen der Hoechst AG

bei Fäden mit dieser chemischen Modifizierung. Der spröde Faden ist jedoch ungeeignet für das Streckzwirnen, da die scharfe Umlenkung am Zwirnläufer zu Flusen führt, während beim Streckspulen ohne diese hohe Beanspruchung ein einwandfreies Garn erhalten werden kann.

In Analogie dazu ist das Strecktexturieren eines pillarmen Garns mit der herkömmlichen Stegspindel wegen der Umlenkung um den feinen Diabolo als sehr kritisch zu betrachten. Schon das Auflegen ist sehr schwierig und setzt eine besondere Geschicklichkeit voraus, aber auch während des Laufs ist die Anzahl der Fadenbrüche verhältnismäßig hoch.

Deshalb sahen wir uns veranlaßt mit einem Zweikomponentengarn zu arbeiten. Zu der spröden Komponente, deren Kapillaren statistisch brechen, geben wir eine tragende Komponente, welche vor dem Bruch des gesamten Fadenbündels oder eines Großteils des Fadenbündels an einer Stelle schützt. Dieses Hinzugeben kann an den verschiedenen Verfahrensschritten erfolgen.

So ist es möglich, erstens 2 Komponenten aus einer Spindüse zu spinnen, wie es beispielsweise bei Fäden mit unterschiedlicher Färbbarkeit — basisch und dispers — geschieht. Das erfordert jedoch ein Abgehen von den herkömmlichen Spinnanlagen.

Eine zweite Möglichkeit wäre das Spinnfachen, wobei aus jeweils zwei Düsen die Kapillarbündel aus beiden Rohstoffen vereinigt und gemeinsam aufgespult werden.

Drittens kann man beide Kapillarbündel getrennt spinnen und aufspulen, wobei anschließend auf einer Strecktexturierstelle zwei Spinnfäden zu einem Filamentgarn vereinigt werden.

In diesem Fall hat man beim Spinnen die Möglichkeit, beide Komponenten mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aufzuspuhlen und so dafür zu sorgen, daß die Bruchdehnung beider Komponenten im texturierten Garn gleich ist. Bei der Wahl der Orientierung muß auch eine gleiche Färbtiefe beider Komponenten im fertigen Garn angestrebt werden. Die Daten hierzu sind in unseren Patentanmeldungen angegeben<sup>3</sup>.

Für eine gleichmäßige Färbbarkeit eines Zweikomponentengarns ist auch die Durchmischung beider Komponenten von Bedeutung. Es versteht sich von selbst, daß die Durchmischung beider Komponenten umso besser ist, je früher sie erfolgt. Die oben angeführten Möglichkeiten bringen also von 1 nach 3 eine geringere Durchmischung mit sich.

Bei einer ungenügenden Durchmischung wäre die tragende Komponente nicht mehr in der Lage, beim Lauf über die Stegspindel die spröde Komponente ausreichend zu schützen, was die Gefahr von zu vielen gebrochenen Kapillaren an einer Stelle des Garns mit sich brächte, also zu Flusen, Noppen und Aufschiebern führen könnte.

Die Haarigkeit des Garns wird durch die Texturierbedingungen bestimmt. Wichtig ist dabei, daß die Kapillaren nicht in der Streckzone reißen, da sonst die gebrochenen Kapillarenden tiefer anfärben als der Rest des Fadens. Tatsächlich ist der Drall in der Streckzone ein guter Schutz gegen das Reißen einzelner Kapillaren. Das Brechen setzt erst ein, wenn der Kapillarverband gelockert wird und eine kombinierte

Beanspruchung auf Torsion, Biegung und Zug weiterhin besteht, also beim Passieren des Drallgebers. Es versteht sich von selbst, daß die Temperatur des Fadens an dieser Stelle auch eine wichtige Rolle spielt.

Fassen wir zum Abschluß dieses Kapitels die genannten Richtlinien für den Herstellprozeß noch einmal zusammen:

- Der Rohstoff muß so ausgewählt werden, daß er ein ausreichendes Pillverhalten im Fertigprodukt gewährleistet. Bei der Kombinationsverarbeitung mit konventionellem, texturiertem Garn müssen beide Garne die gleiche Anfärbtiefe aufweisen.
- Die Vereinigung der beiden Komponenten muß in geeigneter Weise erfolgen.
- Spinn- und Strecktexturierbedingungen müssen so aufeinander abgestimmt werden, daß die Kapillaren beider Komponenten optimal durchmischt werden und die gleiche Bruchdehnung aufweisen.
- Die Texturierbedingungen legen die Haarigkeit fest.

Diese Schilderung der Herstellung unseres Fasergarns erlaubt es, einerseits abzuschätzen, um wieviel seine Fertigung sich im Vergleich zu konventionellem, texturiertem Garn verteuert, andererseits aber, um wieviel es unter den Herstellkosten von sekundär gesponnenem Garn bleibt.

### Eigenschaften

Kommen wir nun zum zweiten Teil — den Eigenschaften des Fasergarns, die gemäß der ersten Zielvorstellung hinsichtlich Optik und Griff zwischen denen von konventionellem, texturiertem Garn und sekundär gesponnenem Fasergarn liegen sollen.

Versuchen wir, die optischen Unterschiede in der mikroskopischen Draufsicht darzustellen. Die Abbildung 1 zeigt ein Gewebe mit einer Kette aus glattem Garn, auf die im unteren Teil konventionelles, texturiertes Garn, im oberen Teil unser Fasergarn abgeschossen ist. Texturiertes Garn ist voluminöser und unruhiger

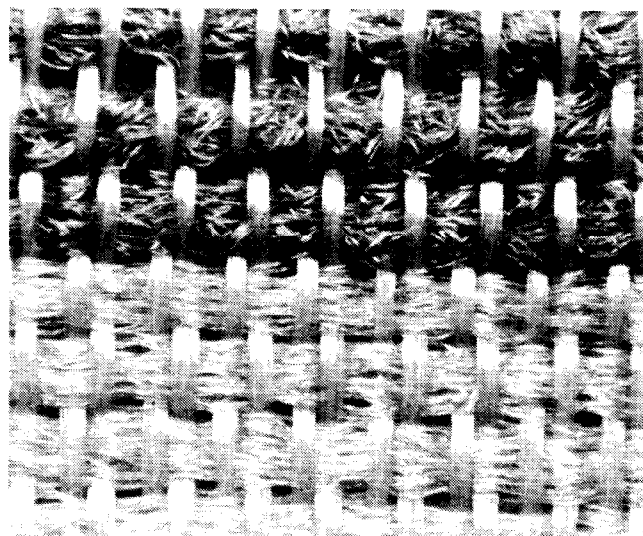


Abb. 1: Gewebe mit Kette aus glattem Garn;  
 Schuß: oben — Trevira 660  
 unten — konventionelles, texturiertes Garn

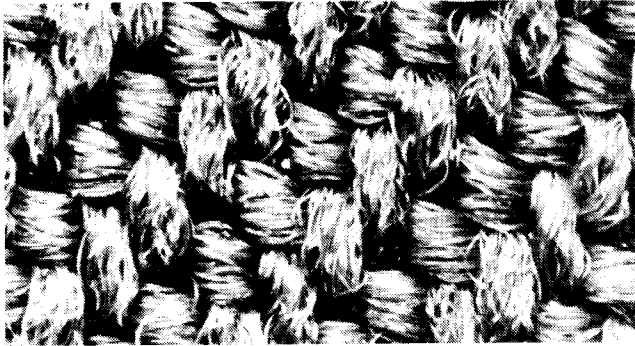


Abb. 2: Gewebe mit Trevira 660 in der Kette und einem texturierten Garn im Schuß

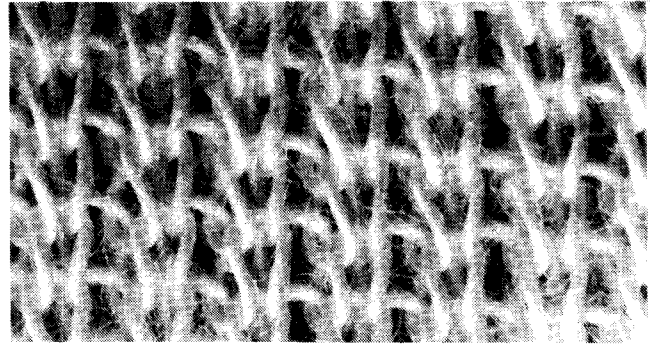


Abb. 5: Gestrick aus sekundär gesponnenem Garn aus Trevira 35, 1,7 dtex Nm 60/1

als glattes Garn; diese Eigenschaften werden beim Fasergarn noch gesteigert, ohne daß viele Kapillarenden sichtbar werden müssen.

In Abbildung 2 wird der Unterschied in ähnlicher Weise noch einmal verdeutlicht; sie zeigt unser Fasergarn in der Kette und ein texturiertes Garn im Schuß. Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen Gestricke gleichen Flächengewichts in gleicher Vergrößerung als Vergleich zwischen konventionellem, texturiertem Garn, 150 dtex f 48, (Abb. 3), Trevira 660, 135 dtex f 48, (Abb. 4) und sekundär gesponnenem Garn aus Trevira 35, 1,7 dtex, Nm 60/1, (Abb. 5). Man erkennt, daß unser Fasergarn die höchste Deckkraft aller 3 Garne hat, das sekundär gesponnene Garn jedoch wesentlich mehr abstehende Kapillarenden aufweist. Auffallend in den Abbildungen 1, 2 und 4 ist die vergleichsweise

offene, voluminöse Struktur unseres Fasergarns, auf deren Zustandekommen wir später noch eingehen wollen.

Bisher haben wir versucht, auf optischem Weg eine Einordnung von Fasergarn zwischen konventionellem, texturiertem Garn und sekundär gesponnenem Garn vorzunehmen. Doch das Auge kann nur unvollkommen erkennen, was der Tastsinn aufzunehmen vermag. Ebenso unvollkommen läßt sich mit Worten beschreiben, was einem der Tastsinn vermittelt. Versuchen wir den komplexen Begriff *Griff* aufzugliedern in:

- a) Oberflächengriff, was dem Berühren — touché, Darüberstreichen entspricht,
- b) Stand und
- c) Volumen.

Zu a) Ein glatter (engl. slick), synthetischer Griff ist eines der Argumente gegen die Synthetics. Garne aus Naturfasern, wie Baumwolle oder Wolle, unterscheiden sich davon neben ihrer Feuchteaufnahme vor allem durch abstehende Kapillarenden, die wie ein Flor über dem Flächengebilde ausgebreitet sind. In diese Richtung haben wir uns gemäß der Zielsetzung bewegt.

Darüber hinaus spielen hier abstehende Schlingen oder generell die Verschiebbarkeit der berührten Kapillaren eine Rolle.

Zu b) Bisher war es üblich, daß Strickstücke aus texturiertem Polyester einen vollen, teilweise auch harschen Griff bei einem guten Warenstand haben mußten. Der Einzeltiter der im Jerseysektor eingesetzten Polyestergerne lag bisher bei 5 dtex, neuerdings häufiger bei 3 dtex. Vielleicht hängt das mit dem Trend zur Naturfaser zusammen, und was bisher abschätzig als lappig galt, kann nun als baumwollähnlich im positiven Sinn bezeichnet werden.

Man kann sich mit der Chemiefaser jedem gewünschten Stand anpassen. Beispielsweise kann man die Spulen im Gatter einer Strickmaschine so anordnen, daß die harsche Komponente, wie 167 dtex f 32, auf die Rückseite, die weiche Komponente aus Fasergarn, wie 135 dtex f 48, auf die Vorderseite des Strickstückes gelangt.

Zu c) Das Volumen eines texturierten Garns scheint zunächst nichts mit den gebrochenen Kapillarenden zu tun zu haben. Bekanntlich sind hierfür die Anzahl der Einzelkapillaren und die Kräuseldaten von Bedeutung.

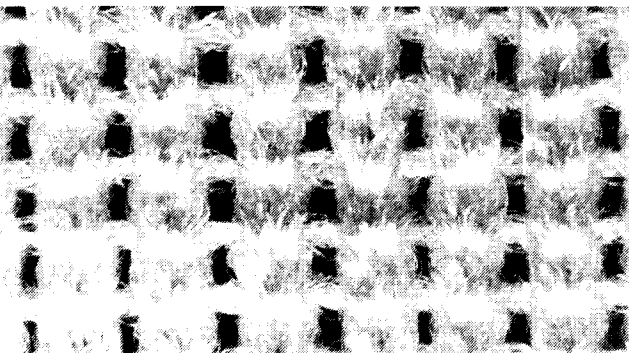


Abb. 3: Gestrick aus konventionellem, texturiertem Garn, 150 dtex f 48

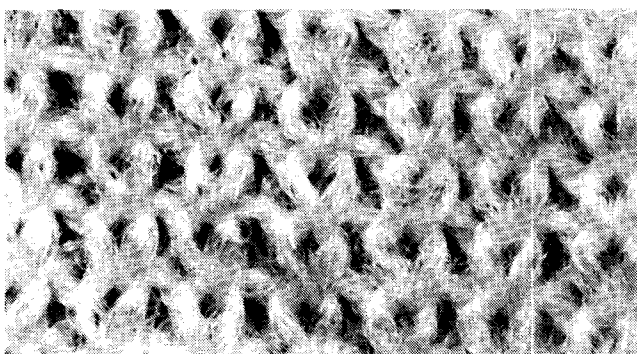


Abb. 4: Gestrick aus Trevira 660, 135 dtex f 48

Die wichtigsten Kräuseldaten sind: die Einkräuselung EK nach DIN 53 840, die bekanntlich etwa dem 130° C-Schrumpf entspricht, der 200° C-Schrumpf und die Anzahl der Bogen pro cm. Diese Daten sind nachstehend für das Fasergarn mit dem Titer 270 dtex f 96 aus (135 dtex f 16 + 32) x 2 wiedergegeben (Tab. 1).

**Tabelle 1: Kräuseldaten**

	ET 4,2	ET 2,1
Einkräuselung %	8,8	15,3
Kräuselbogen pro cm	2,9	7,1
200° C-Schrumpf des Gesamtfadens %	13,5	

Die unterschiedliche Anzahl der Bogen/cm beim groben und feinen Einzeltiter besagt, daß sich bei der Texturierung weitgehend die feinen Kapillaren um die groben herumgewunden haben. Dieser Effekt ist nicht ausschlaggebend für ein hohes Volumen. Erstaunlich und wesentlich ist jedoch die unterschiedliche Einkräuselung beider Komponenten, welche auf die im vorliegenden Fall spezielle Rohstoffkombination zurückzuführen ist.

Es bedarf besonderer Vorkehrungen, um diese unterschiedliche Einkräuselung, die einem unterschiedlichen 130° C-Schrumpf entspricht, für den Griff wirksam werden zu lassen. Dazu gehört zunächst eine hohe Schrumpfkraft unter Ausrüstungstemperatur. Die bei 150° C gemessene Schrumpfkraft unseres Fasergarns beträgt ca. 0,1 cN/tex.

Weiterhin muß man dafür Sorge tragen, daß sich diese Schrumpfkraft während der Ausrüstung auswirken kann. Nachstehend werden typische Breiten bei der Ausrüstung eines Gewebes mit glatter Kette und Trevira 660 im Schuß angegeben (Tab. 2):

**Tabelle 2: Typische Breiten bei der Ausrüstung eines Gewebes mit glatter Kette und Trevira 660 im Schuß**

roh	102 cm
nach dem Waschen	89 cm
nach dem Trocknen	86 cm
nach dem Thermofixieren und Färben	81 cm

Für Optik und Griff des Fasergarns spielt natürlich die Anzahl der abstehenden Kapillarenden, also die Haarigkeit, eine wesentliche Rolle. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Haarigkeit zu messen; eine der einfachsten besteht in der Verwendung des *hairness tester* des Shirley-Instituts. Zählt man damit die mehr als 2 mm vom Garn abstehenden Haarenden, so erhält man im Durchschnitt etwa 2 pro m bei unserem Fasergarn. Damit werden jedoch bei weitem nicht alle tatsächlich gebrochenen Kapillarenden erfaßt.

Aufschluß über die Verteilung der Stapellänge der gebrochenen Kapillaren kann man über ein anderes Verfahren erhalten. Die Festigkeit unseres Garns beträgt mindestens 17 cN/tex, was der Festigkeit des tragenden Teils entspricht. Mißt man nun die Festigkeit bei verschiedenen Einspannlängen, so kann man ähnlich wie bei einer sekundär gesponnenen Faser die Stapellängenverteilung ermitteln<sup>4, 5</sup>.

**Zusammenfassung**

Trevira 660 wird als Titer 135 dtex f 48 (bestehend aus 16 tragenden und 32 brechenden Kapillaren) und den gefachten Titern 270 und 540 dtex verkauft. Das Garn hat 50 Touren pro m und wird auf Kops gewickelt.

Unser Fasergarn unterscheidet sich im Gewebe grifflich mehr vom konventionellen, texturierten Garn als im Gestrick; offensichtlich wirkt sich der Einfluß des unterschiedlichen Kapillarschrumpfes auf den Griff im Gewebe mehr aus. Das Einsatzgebiet ist deshalb, besonders beim feineren Titer, für DOB in der Weberei; der gröbere Titer findet im HAKA-Sektor Verwendung. Dabei wird unser Fasergarn in der Kette, im Schuß oder in den meisten Fällen für beide eingesetzt.

Ein gutes Laufverhalten auf dem Webstuhl setzt einen Schlichteauftrag von ca. 15 % für eine Kette aus Trevira 660 voraus. Für einen guten Ablauf des Schußgarns ist bei Greiferwebstühlen die Verwendung eines Vorspulgerätes vorteilhaft. Auch auf Wasserdüsenwebstühlen läßt sich das Garn einwandfrei verarbeiten.

Bekanntlich wird sekundär gesponnenes Fasergarn wegen des Ablaufs auf konische Spulen gewickelt: etwa mit 5 - 6 Zoll Hub und 1,5 - 1,8 kg Spulgewicht. Unsere Kopse sind mit 1,6 kg Garn 135 dtex bzw. 270 dtex in Kötzerwicklung bewickelt.

Fassen wir abschließend die beschriebenen Eigenschaften des Garns noch einmal zusammen: es ist voluminöser als konventionelles, texturiertes Garn, was auf den unterschiedlichen Kapillarschrumpf beider Komponenten zurückzuführen ist. Die Auslösung dieses Schrumpfes wird durch eine hohe Schrumpfkraft bei der Ausrüstungstemperatur und durch geeignete Ausrüstungsbedingungen unterstützt. Charakteristisch für den Griff sind ferner die abstehenden Kapillarenden. Durch diese Besonderheiten eignet sich das Garn besonders zum Einsatz in der Weberei für DOB- und HAKA-Artikel.

**Literatur:**

- 1) Brit. Pat. Nr. 971.573
- 2) D. Pat. Nr. 1 720 647
- 3) US Pat. Nr. 3 857 233 und 3 987 614
- 4) W. Herzog: Zusammenhang zwischen Fasereigenschaften und Eigenschaften der Fertigprodukte; Melliand Textilber. S. 268 f, 3/69, Lenzinger Ber. 26, S. 44 (1968)
- 5) Wegener und Feier: Die Autokorrelationsfunktion tatsächlicher Faserverbände; Melliand Textilber. S. 1132 f, 10/71

**Diskussion**

**Morvay:** Habe ich Sie richtig verstanden, daß man dieses Garn nur über Spindeln texturieren kann?

**G. Bauer:** Wie erwähnt, haben wir die Entwicklungsarbeiten vor 5 Jahren begonnen, als die Friktionstexturierung noch nicht üblich war. Tatsächlich wird Trevira 660 noch heute über Diabolospindeln texturiert; selbstverständlich kann man auch andere Texturiermethoden einsetzen.

## Thermodruck und die Anwendung von Vakuum im Thermodruck

Ing. Günter Schiffer, Kleinewefers GmbH., Krefeld

Der Thermodruck hat heute einen festen Platz im Eindrucken von Geweben und Gewirken aus Synthefasern eingenommen. Hier ist auch weiterhin eine steigende Tendenz festzustellen. Die maschinentechnische Konzeption der typischen Thermodruckmaschine darf als bekarnt vorausgesetzt werden.

Eine kurze technische Darstellung der im Einsatz befindlichen Vakuum-Thermodruck-Typen, die unter 200 Torr arbeiten, entsprechend 26 664 Pascal, sei erlaubt.

Der Grund des Einsatzes von Maschinen mit einer Vakuumeinrichtung ist die erreichbare bessere Penetration, die bei gleicher Temperatur und Papiertypen eine höhere Produktionsgeschwindigkeit und, daraus resultierend, den besseren Warengriff bringt. Es wird das an Beispielen und Mustern dargestellt. Der besondere Einsatzwert der Vakuum-Thermodruck-Technik beim Druck von Polgeweben wird erläutert und an Vorlagen gezeigt.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist der Thermodruck unter Ausnutzung der Vakuumtechnik auf Ketten zur Herstellung von Dekostoffen und Polgeweben mit beidseitiger Durchmusterung bzw. kompletter Färbung des Pol. Auch hier werden Muster gezeigt.

Der Teppichthermodruck wird zum Schluß des Vortrags kurz gestreift.

Transferprinting has found today its niche for printing of woven and knitted synthetic material.

A furthermore continued upward trend can be noted. The mechanics of a typical transfer printing machine are taken to be known.

A short technical description of vacuum transfer printing machine types working below 200 Torr corresponding to 26 664 Pascal seems permissible.

Reason for the employment of machines with a vacuum device is the obtainable improved penetration which leads to higher production speed and, therefore, results in a better handle of the fabric with the same temperature and type of print paper.

This result is demonstrated in figures and samples. The particular value of employing the vacuum transfer technique in printing of pile fabrics is explained and shown with sample swatches.

A further possibility of application lies in vacuum transfer printing of warp yarn for the manufacture of fabrics for interior decoration and also pile fabrics showing a full through print and complete colouring of the pile respectively. Here again samples demonstrate this possibility.

Carpet transfer printing is shortly illustrated at the end of the paper.

Der Thermodruck gehört heute zu einem der anerkannten Druckverfahren im täglichen praktischen Einsatz. Die weitere Auswahl der Farbstoffe und speziellen Verdickungen durch die Hersteller von Transferpapieren bietet heute eine breite Anwendungsmöglichkeit sowohl in bezug auf die bedruckbaren synthetischen Fasern als auch auf die Einbeziehung der unterschiedlichen Gewebe- und Gewirkestrukturen. Zusätzlich kommen in den letzten Jahren *textil-*

*gerechte* Papierkollektionen auf den Markt, die vom Dessin her keine Wünsche offen lassen. Ich möchte es mit den Worten eines italienischen Transferkalenderkunden ausdrücken, der treffend die heutige Situation bezüglich der qualitativen Seite festlegte.

Auf die Frage, wie seine Verkäufer dem Endabnehmer den Unterschied zwischen den in klassischen Druckverfahren und den in Transferdruck hergestellten Qualitäten erläutern könnten, gab er zur Antwort: *Meine Verkäufer verkaufen meine Warenkollektion und nicht die Art, wie diese hergestellt ist. Die Kollektion muß optimal ansprechen; der Weg dahin und die dafür erforderlichen Betriebsmittel können keine Verkaufsbegründung sein.*

Hier ist der Schritt vom Transfer als Gag oder vom Garagenniveau aus auf eine textiltgerechte Qualität getan und öffnet den Weg in die Zukunft.

Das Ziel einer weiteren Verbesserung der Warenqualität in bezug auf den Griff, die Penetration und die Konturenschärfe wurde bald nach dem verstärkten Einsatz von Transferkalendern erkannt. Von seiten der Farbstoffauswahl (*Deep-Penetration-Papier*) kam zwar Hilfe, aber einer Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit oder Griffverbesserung war durch die erforderliche Transfertemperatur bis etwa 220°C eine Grenze gesetzt.

Die Verbesserung der Farbstoffausbeute und die Erhöhung der Sublimationsgeschwindigkeit unter Vakuumbedingungen ist bekannt. Hierbei kann auch eine Temperatursenkung bei gleicher Ausbeute vorgenommen werden.

Auf dieser allgemeinen physikalischen Basis aufbauend, wurde die Anwendung von Vakuum im Transferdruck vorangetrieben. Zur Zeit sind gegenüber dem konventionellen Transferdruck drei Maschinenausführungsformen bekannt, bei denen Vakuum angewendet werden soll.

### Vacumat VZD

Diese Type (Abb. 1) verwendet eine Siebtrommel als Waren- und Papierträger, wobei die Warenbahn an

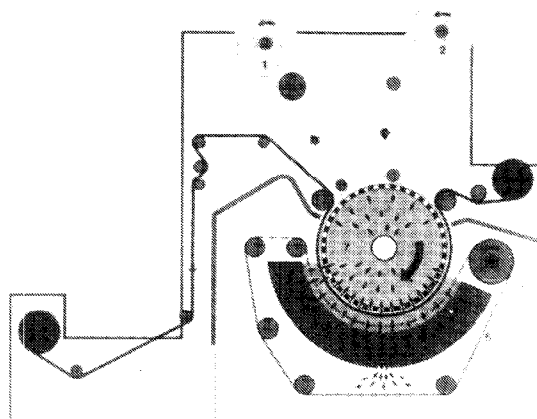


Abb. 1: Schema des Transferdrucksystems Vacumat VZD (Kannegießer)

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| 1) bedruckte Ware              | 5) Infrarotstrahler |
| 2) unbedruckte Ware            | 6) Abschirmblende   |
| 3) benutztes Thermodruckpapier | 7) Absaugzylinder   |
| 4) Thermodruckpapier           |                     |



der kalten Trommel anliegt, eventuell mit oder ohne Schutzpapier, und der Farbträger wird von außen auf die Warenbahn gelegt. Die Anpressung erfolgt durch Anlegen eines Unterdruckes in der Siebtrommel und durch den atmosphärischen Außendruck. Die Heizung des Papiers durch Infrarotstrahler erfolgt von außen.

Bei diesem System kann aufgrund der durch die Berstbelastungsgrenze des Transferpapieres gegebenen Daten nur ein nicht als Vakuum zu bezeichnender Unterdruck erzielt werden. Hier fehlt das Merkmal des Einsatzes von Vakuum.

Typ TC 451

Eine weitere Variante stellt das in der Abbildung 2 gezeigte Modell dar. Hier wird eine beheizte Trommel in einem evakuierten Raum betrieben und das für die Anpressung von Ware und Farbträger benötigte Filztuch ebenfalls innerhalb dieses Raumes geführt. Durch eine Ein- und Auslaßschleuse wird die Ware als Sandwich eventuell mit Schutzpapier und dem Farbträger in den Raum eingeführt. Das eingestellte Vakuum liegt meistens bei etwa 110 Torr (0,14665 bar). Zu beachten ist, daß der Kontakt mit der Heiztrommel nach der Evakuierung des Waren- und Farbträgers erfolgt.

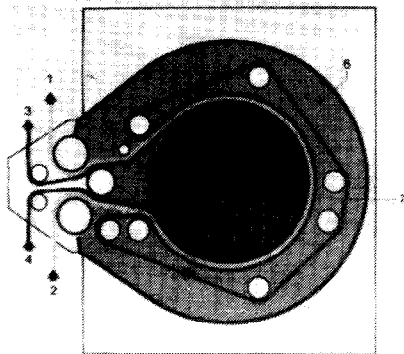


Abb. 2: Schema des Transferdrucksystems Typ TC 451 (Stork)

- 1) bedruckte Ware
- 2) unbedruckte Ware
- 3) benutztes Thermodruckpapier
- 4) Thermodruckpapier
- 5) Heiztrommel
- 6) Vakuumraum
- 7) Anpreßband

Vakuum-Transferdruck-Kalander

Das zur Zeit nach diesem Schema im Einsatz befindliche dritte System (Abb. 3) zeigt eine wesentliche Abweichung von den vorherigen Grundgedanken.

Die Heiztrommel wird bei etwa 315° Trommelum-schlingung in einem evakuierten Raum geführt. Das Anpreßband, die Ware und der Farbträger werden gemeinsam unter Anlage an die geheizte Trommel in den evakuierten Raum eingeführt. Beim Eintritt wie beim Verlassen werden die Schleusen unter Kontakt an der geheizten Trommel durch das Sandwichpaket passiert.

Untersuchungen am System ergaben interessante Auf-schlüsse über den Wirkungsmechanismus. Die Länge der Schleusenüberdeckung im Verhältnis zur Waren-geschwindigkeit hat einen Einfluß auf die Konturen-

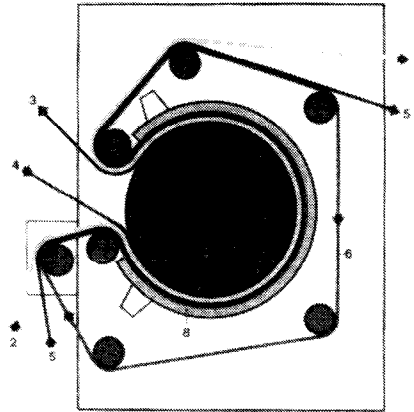


Abb. 3: Schema vom Vakuum-Transferdruck-Kalander (Kleinewefers)

- 1) bedruckte Ware
- 2) unbedruckte Ware
- 3) benutztes Thermodruckpapier
- 4) Thermodruckpapier
- 5) Schutzpapier
- 6) Metalltuch
- 7) Heiztrommel
- 8) Vakuumraum

schärfe. Ferner hat die Höhe des Vakuums wieder einen Einfluß auf die Penetration bei sonst gleichen Temperaturen der Heiztrommel. An der Schleuse entsteht ungeachtet der generellen Abdichtung eine Strömung im Warenpaket (eine Zwangsleckage). Diese aber bestimmt maßgeblich den Effekt. Damit entstehen drei technologische Schritte:

- Vorheizung des Paketes Ware — Papier — Band und eventuell Schutzpapier vor dem Eingang in die Schleuse,
- Strömung und Übertragung des Farbstoffnebels an die Faser und
- Diffusion des Farbstoffes vom Fasermantel in den Faserkern.

Damit wird auch die Verweilzeit aus diesen Kompo-nenten bestimmt, das heißt, eine schnelle Farbstoff-ablösung bedingt noch keine entsprechende Echtheit; diese ergibt sich aus der nach der Farbstoffsublima-tion zur Diffusion in die Faser zur Verfügung ge-stellten Zeit. Hier ergeben sich Abhängigkeiten, die vom Maschinensystem nicht beeinflusst, sondern farbstoff- und faserspezifisch sind. Hieraus ist auch die Absenkung der Gesamtkontaktzeit ersichtlich, die zu einer Griffverbesserung führt, und ferner die durch die Strömung und das Vakuum zu bestimmende Ent-lüftung der Ware, was einer besseren Wärmeüber-tragung dient. Dies bedeutet: kein Energie- und Zeit-bedarf für die Überwindung des Luftpolsters, d. h. auch eine Temperaturabsenkungsmöglichkeit ohne Verzicht auf die Reibechtheit.

Vorteile der Vakuumanwendung

Die Ergebnisse, die erzielt werden können, sind an vorliegenden Mustern gut sichtbar. Hier sind die Un-terschiede als Gegenüberstellung eines Transferdruk-kes mit und ohne Vakuum zur Beurteilung gegeben.

Es ist natürlich zu erwarten, daß Gewebe- und Wirk-warenqualitäten mit einfachen Ansprüchen und in einfacher, leichter Struktur weniger deutlich Verbes-serungen erkennen lassen. Jedoch wird ohne Zweifel auch hierbei ein Vorteil erhalten und sei es nur die erreichbare Produktionsgeschwindigkeit mit sonst gleichem Trommeldurchmesser.

Problematische Produkte sind praktisch nur durch die Möglichkeit des Transferdruckes mit Vakuumeinrichtung sinnvoll herzustellen. Hier sei die Gruppe der Polwaren angesprochen.

Acrylsamte und Möbelplüsch erhalten einen Durchdruck, der als gut zu bezeichnen ist, und behalten den gewünschten Griff und die erwartete Polhöhe. Auch hier sagen die ausliegenden Muster mehr als eine allgemeine Beschreibung.

Es ist selbstverständlich, daß auch die eingesetzten Papiere auf die Penetration wie auch auf die Echtheiten einen maßgeblichen Einfluß haben. Es bleibt aber die Aussage bestehen, daß es mit dem Einsatz einer Vakuumeinrichtung dann eben eine höhere Produktionsgeschwindigkeit gibt.

In Zusammenarbeit mit der Faserabteilung der Bayer AG wurden die Untersuchungen über die Anwendung von Transferdruck auf Ketten aufgenommen. Die Abbildungen 4 a, b zeigen die Einrichtung. Es läßt sich heute sagen, daß das Bedrucken von Acryl- und Polyesterketten, wenn sie gut geschert sind, keine Probleme bringt. Die sich hieraus ergebenden Mustermöglichkeiten sind vielfältig.

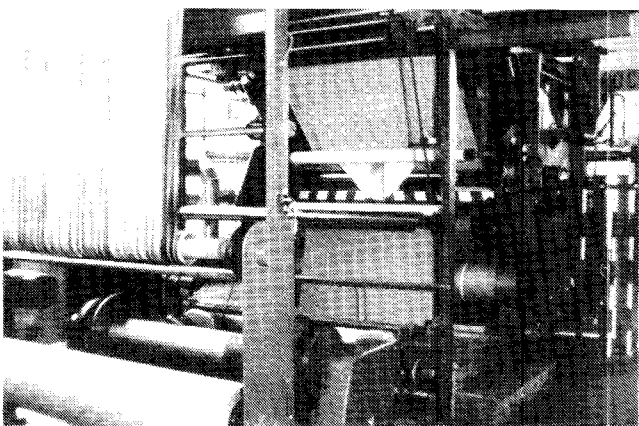


Abb. 4a: Einrichtung zum Transferdrucken: Acrylfutter

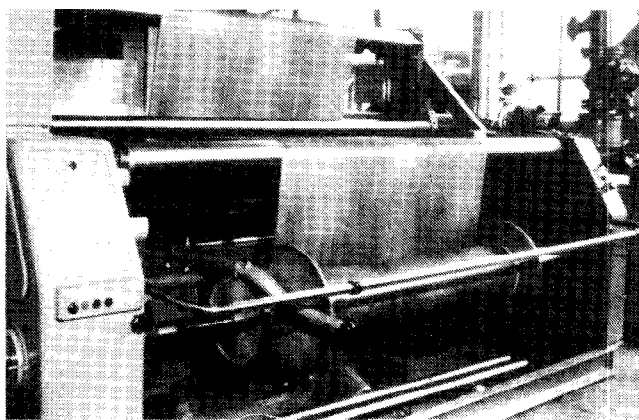


Abb. 4b: Einrichtung zum Transferdrucken: PES-Futter

Es bleibt noch zu sagen, daß natürlich, z. B. bei der Herstellung von Polware aus transferbedruckten Ketten, das Papiermuster entsprechend der Polhöhe eine Längsverzerrung aufweisen muß.

Aber hier zeigte sich, daß ohne Vakuum die erforderliche vollständige Durchdringung des Kettfadens nicht gegeben ist. Durch Vorliegen einer bedruckten Kette kann durch simple Variationen der für den Schuß verwandten Fäden eine interessante Mustervielfalt erzielt werden.

#### Literatur:

- 1) D. Stockmann: Die Prüfung texturierter Garne und der aus ihnen hergestellten Flächengebilde; Chemiefasern 21 (1971)
- 2) P. M. Latzke: Gegenüberstellung verschiedener Meßmethoden zur Bestimmung des Kräuselvermögens von texturierten Garnen; Melliand Textilber. 355 - 360 (1975)
- 3) D. Fiebig und D. Bechter: Faltenbildung und Texturwicklung bei Polyestergeweben; Text. Prax. 1057 - 1060, 1065, 1199, 1200 - 1202 (1976)
- 4) W. Stein und H. van der Weyden: Einflußgrößen bei der Kräuselkontraktionsprüfung nach DIN 53 840 an texturierten Filamentgarnen; Chemiefasern/Text. Ind. 25/77, 1126 - 1132 (1975)
- 5) M. J. Denton; J. Text. Inst. Vol. Nr. 1, 33 - 36 (1969)
- 6) J. W. Lünenschloß: Prüfverfahren für texturierte synthetische Fäden; Melliand Text. Ber. 760 - 772 (1971)
- 7) G. Schmidt: Bestimmung einer Kenngröße in Äquivalenz zur konventionellen Kringeldrehungsprüfung; interner Arbeitsbericht

#### Diskussion

**Herlinger:** Herzlichen Dank Herr Schiffer für Ihren Vortrag, nach dem wir uns jetzt schon besser verstehen, denn Sie haben eine Entwicklung aufgezeigt, die die Anwendung von Strömungs- und Temperaturgradienten ausnützt. Wenn man bedenkt, daß die Partialdrucke von Farbstoffen bei diesen Temperaturen in der Größenordnung von  $10^{-3}$  bis  $10^{-5}$  Torr liegen, kann man sich ja vorstellen, daß auch ein Vakuum von 10 mm noch lange nichts bringen würde, sondern daß nur die Strömungsverhältnisse ausschlaggebend sind und exakt eingestellte Leckraten, die man bei diesem Verfahren anwenden muß, um über diese die Konturenschärfe steuern zu können. Besonders freut es mich persönlich, daß Sie ein Ergebnis, das wir in der Grundlagenforschung entdeckt haben, nun auch technisch bestätigen konnten, nämlich, daß der geschwindigkeitsbestimmende Schritt niemals von der Papierseite kommt, sondern ausschließlich vom Fasermaterial und durch die Art des Farbstoffes begründet ist.

**Leuze:** Welche Unterschiede in der Produktionsgeschwindigkeit ergeben sich, wenn man einerseits Polware und andererseits Kettware bedruckt?

**Schiffer:** Der wirtschaftlichere Weg, Polware zu bedrucken, geht nicht über die Kette. Das Herstellen von bedruckter Kette für Polware ist sehr teuer, so lange man je nach Polhöhe 2,5 bis 6 m Papier pro Meter Polware braucht. Sie müssen die Verkürzung, die sich durch die Polhöhe ergibt, berechnen, sodaß man den entsprechenden Preis erhält. Die Entwicklung des Kettendrucks lag vor der Entwicklung des Gasstromtransfers. Der Gasstromtransfer hat praktisch für Polware diese Entwicklung überholt.

Jedoch sind die Mustermöglichkeiten beim Kettdruck zu sehen und könnten in den einzelnen Fällen interessant sein. Auch ist der Stehpöl sehr schwer zu bedrucken, weil die geringe Höhe des Stehpöls viel Ärger mit den Rotationsschablonen bringt.

**Rakowski:** Welche Pumpen sind in Ihrer letzten Anlage eingesetzt, und welche Leistung haben diese Pumpen?

**Schiffer:** Für die Vakuummaschinen der zuletzt gezeigten Anlagen liegt die Kilowattleistung bei den Pumpen zwischen 35 und 45 kW, beim Gasstromtransfer für die Umwälzung des heißen Gases bei 6 kW. Beim Gasstromtransfer ist kein Vakuum vorhanden, es handelt sich dabei um eine offene Maschine.

## Nach dem Friktionsverfahren texturierte Strumpfgarne aus Polyamid

Dr. István Kerényi, Budapest

Probleme, die sich beim Umbau der Falschdrahttexturiermaschinen von Magnetspindeln auf Friktionsspindeln ergeben können, werden hier aufgezeigt.

Auf Falschdrahttexturiermaschinen Scragg CS12 wurden FAG-Friktionsspindeln montiert. Nach dem Umbau resultierte bei der Produktion von Strumpfgarnen aus Polyamid eine etwa 30prozentige Leistungssteigerung.

Beim Umbau mußte die Aufwickeleinrichtung der Maschine umgeändert bzw. deren Zustand verbessert werden; weiterhin war auch die Technologie zu modifizieren.

Die Ausrüstung der Maschine mit den Friktionsspindeln brachte außer den wirtschaftlichen Ergebnissen auch hinsichtlich der Arbeitssicherheit gewisse Vorteile mit sich.

Problems emerging, when the texturing units of false twist machines are changed from magnetic false twist spindles to friction texturing units are described.

Scragg CS12 false twist texturing machines were equipped with FAG high-performance friction texturing units. As a result of this, the performance of the machines increased by 30% when producing stocking yarns of polyamide on them.

In the course of the reconstruction of the machine the winding equipment had to be improved and the technology had to be modified accordingly.

The friction units on the existing texturing machine resulted not only in better economy but also in better labour safety.

### 1. Einleitung

Während des insgesamt nur 25 Jahre langen Bestehens überraschte uns die Falschdrahttexturierung mit zahlreichen hervorragenden Ergebnissen hinsichtlich der Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit. Eine ähnlich rasche Entwicklung kann bei anderen Textiltechnologien nur ganz selten gefunden werden. Gegenüber der Umdrehungszahl der echten Spindel beim klassischen Verfahren konnte mit der ersten direkt angetriebenen Falschdrahtspindel ungefähr die zehnfache Leistungssteigerung erzielt werden.

Die Entwicklung der Magnetspindel brachte eine weitere 5-10fache Erhöhung der Umdrehungszahl mit sich; sie erreichte eine Umdrehungszahl von 400 000 - 800 000 Umdrehungen pro Minute (U/min). Die Friktionsspindeln, die das zur Texturierung verwendete Garn durch direkten Kontakt, durch Reibung drehen, erreichen bereits eine Leistung von mehreren Millionen Garnumdrehungen pro Minute.

Der tatsächlichen Leistung der Falschdrahttexturierung sind aber nicht nur vom Drallgeber, sondern auch von der erreichbaren Geschwindigkeit des Garnlaufes her Grenzen gesetzt. Zur vollen Ausnützung der durch den Drallgeber gegebenen Möglichkeiten wird auch eine Aufspuleinrichtung mit angepaßter

Leistung benötigt. Diese Behauptung gilt selbstverständlich auch umgekehrt: Zur vollen Kapazitätsauslastung einer Aufspuleinrichtung bestimmter Konstruktion wird ein Drallgeber benötigt, der imstande ist, mit einer Drehzahl zu arbeiten, die sich aus dem Produkt der höchsten Laufgeschwindigkeit und der aus technologischer Hinsicht nötigen spezifischen Garndrehung ergibt.

### 2. Experimenteller Teil

In unseren Betrieben arbeiten zahlreiche Falschdrahttexturiermaschinen der Firma Scragg, Typ CS12. Diese Maschinen sind zur Herstellung hochelastischer Polyamidtexturgarne von guter und gleichbleibender Qualität geeignet. Die Fadengeschwindigkeit auf diesen Maschinen ist 120 - 150 m/min, aber durch geeignete Fadenweiterleit- und Aufwickeleinrichtungen können annähernd Geschwindigkeiten bis zu 200 m/min erreicht werden.

Als im Jahre 1965/66 dieser Maschinentyp entwickelt wurde, war die Konstruktion der Friktionsspindel noch nicht betriebsreif, daher wurden diese Maschinen mit Magnetspindeln ausgestattet: Die Leistung mit Magnetspindeln betrug anfänglich 400 000 U/min, später 600 000 U/min bzw. 800 000 U/min.

Durch den Einsatz der bereits erwähnten Friktionsspindeln konnte die Fadengeschwindigkeit auf den Maschinen des Typs CS12 zu dem für die Aufspulanlagen zulässigen Grenzwert erhöht werden.

Beim Umbau der Maschine haben wir die Erfahrungen der Fabrik FAG-Maschinenzubehör berücksichtigt. Es wurden die Magnetspindeln abmontiert und an ihre Stelle die Friktionsspindeln, Typ FTS 44.25.14, aufgesetzt.

Diese Spindel hat 7 Scheiben. Die zwei äußeren zur Fadenführung dienenden Scheiben sind chrombeschichtet, die mittleren Scheiben sind aus Polyurethan gefertigt. Der Durchmesser der Friktionsscheiben ist einheitlich 45 mm. Die Dicke der Scheiben ist 4 mm, und der Abstand zwischen den einzelnen ineinander ragenden Scheibenoberflächen ist 0,5 mm. Die Achse der Friktionsscheiben ist in der Spitze eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet. Der Abstand zwischen den Achsen ist 34,5 mm und ist nicht einstellbar. Das bedeutet somit, daß die Scheiben 10,5 mm tief ineinander eindringen. Die Drehzahl ist mit der Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben identisch und wird durch einen gezähnten Gummiriemen sichergestellt.

Der Antrieb der Drallgebereinheiten auf den CS12-Maschinen erfolgt durch einen Tangentialriemen. Die Drehrichtung kann wie üblich eingestellt werden.

Das Einfädeln ist sehr einfach durchzuführen, da die vordere Welle schwenkbar ist. Falls diese nicht geöffnet ist, wird der Faden vom selben Schwenkhebel absolut zentriert, was ja zu einer gleichmäßigen Texturierung erforderlich ist.

Die zum Umbau verwendeten Motorscheiben ermöglichen Geschwindigkeitswerte von 132 - 206 m/min, die in 6 Stufen eingestellt werden können. Das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit der Friktionsscheibe zur Fadengeschwindigkeit kann zwischen 1,297 und 1,772 in 23 Stufen verändert werden.

Die Versuche wurden an einem Faden mit einem Titer von 22 dtex/7 bzw. 44 dtex/13 durchgeführt.

**3. Technologische Parameter der Texturierung**

Bei der Auswahl der technologischen Parameter der mit Friktionsspindeln durchgeführten Texturierung, sind wir davon ausgegangen, daß die Qualität der hergestellten Texturgarne in keiner Weise von der Qualität der auf Magnetspindeln hergestellten Garne, an die unsere Abnehmer gewöhnt sind, abweichen sollte.

Die Elastizität der Garne war bei dem 22/7 dtex-Garn auf CR 45-50 % und bei dem 44/13 dtex-Garn auf CR 48-53 % eingestellt. Zur Bestimmung der Elastizität wurde die *Hatra*-Methode verwendet.

Die Maschineneinstellparameter, bei denen Garne hergestellt werden können, die allen erwähnten Anforderungen genügen, sind aus Tabelle 1 und Tabelle 2 ersichtlich. In Tabelle 1 sind die für 22/7 dtex-Garn benützten Parameter und in Tabelle 2 die für 44/13 dtex-Garn nötigen Parameter zusammengestellt.

Aus den Daten beider Tabellen können wir einige interessante Schlußfolgerungen ableiten.

**Tabelle 1: Technologische Daten der Texturierung eines PA 6.6-Strumpfgarns von 22/7 dtex Feinheit auf der Falschdrahttexturiermaschine Typ CS12 der Firma Scragg**

Einstellungsparameter	Bei Anwendung von	
	Magnetspindeln	Friktionsspindeln
Spindeltyp	FAG MFD 800	FAG FTS
Spindeldrehzahl/min	800 000	—
eingestellte Drehung/m	5339	5339
Fadengeschwindigkeit, m/min	150	206
Verhältnis, D/Y	—	1,418
Riemengeschwindigkeit, m/min	1485	137
Zuführung, %	— 2	— 2
Aufspulen, %	+ 5	+ 4
Fixiertemperatur, °C	182	185
Spannungsverhältnis, T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub>	2,4	1,25

**Tabelle 2: Technologische Daten der Texturierung eines PA 6.6-Strumpfgarns von 44/13 dtex Feinheit auf der Falschdrahttexturiermaschine Typ CS12 der Firma Scragg**

Einstellungsparameter	Bei Anwendung von	
	Magnetspindeln	Friktionsspindeln
Spindeltyp	FAG MFD 600	FAG FTS
Spindeldrehzahl/min	550 000	—
eingestellte Drehung/m	4015	4015
Fadengeschwindigkeit, m/min	138	176,6
Verhältnis, D/Y	—	1,457
Riemengeschwindigkeit, m/min	1293	114
Zuführung, %	— 2	— 1
Aufspulen, %	+ 5	+ 4
Fixiertemperatur, °C	198	200
Spannungsverhältnis, T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub>	2,5	1,35

Die Fadengeschwindigkeit ist bei der Anwendung von Friktionsspindeln um 37,3 % bzw. um 28 % höher als beim Texturieren mit Magnetspindeln. Das bedeutet natürlich eine im selben Ausmaß erhöhte spezifische Maschinenleistung.

Besonders bemerkenswert ist der Zusammenhang, der zwischen der linearen Geschwindigkeit der zum Antrieb der Spindel verwendeten Transmission feststellbar ist. Bei der Friktionsspindel nimmt die Transmissionsgeschwindigkeit stark ab, ihr Wert ist nur ca. ein Zehntel im Vergleich zu der mit der Magnetspindel erreichbaren Geschwindigkeit. Dies bewirkt natürlich einen ruhigeren Maschinenlauf, eine genauere Einstellung der Maschine und einen niedrigeren Geräuschpegel im Betrieb.

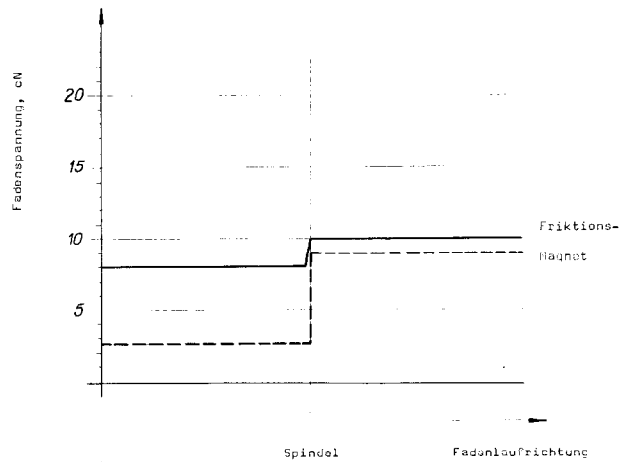


Abb. 1: Fadenspannung beim Eingang und nach dem Austritt aus dem Drallgeber bei der Texturierung von einem 22/7 dtex PA 6.6-Garn mit Magnet- und Friktionsspindeln

Die Verkürzung der Fixierdauer bedarf einer Erhöhung der Fixiertemperatur. Zur Herstellung eines Garns von gleichem Charakter ist eine Erhöhung der Temperatur um 2 - 3 °C nötig.

Zwischen den aus dem Drallgeber austretenden bzw. dem Drallgeber vorgelegten Fadenstrecken sind bei

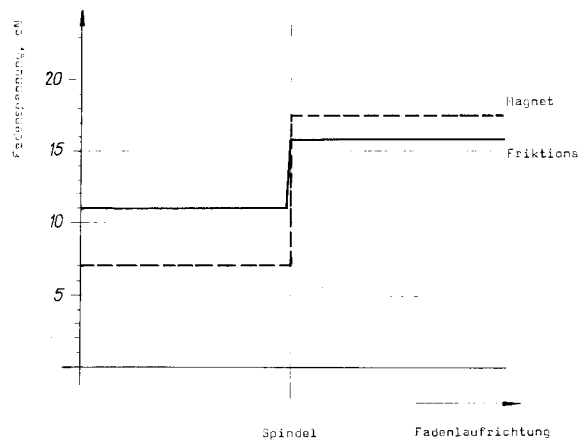


Abb. 2: Fadenspannung beim Eingang und nach dem Austritt aus dem Drallgeber bei der Texturierung von einem 44/13 dtex PA 6.6-Garn mit Magnet- und Friktionsspindeln

Magnetspindeln 2,4 - 2,5fache Fadenspannungsunterschiede feststellbar. Bei Friktionsspindeln ist die Fadenspannung des aus dem Drallgeber heraustretenden Fadens nur das 1,25 - 1,35fache der Spannung des vorgelegten Garns.

Die Ursache dafür ist, daß die Friktionsspindel das Garn in viel kleinerem Maße in Anspruch nimmt als die Magnetspindel. Es muß aber an dieser Stelle erwähnt werden, daß der Absolutwert der Fadenspannung nach dem Drallgeber in beiden Fällen annähernd der gleiche ist. Die starke Verschiebung der Spannungsverhältnisse wird durch die abweichende Fadenspannung der eintretenden Fäden verursacht.

Die vor und nach dem Drallgeber gemessenen absoluten Spannungswerte, d. h. beim Eingang und Ausgang, sind in den Abbildungen 1 und 2 gezeigt. Aus diesen Abbildungen ist die bereits erwähnte Verminderung des Spannungsverhältnisses ersichtlich. Wir können daher den Schluß ziehen, daß sich beim Texturieren mit der Friktionsspindel das durchschnittliche Spannungsniveau in der Drallgeberzone im Vergleich zu Magnetspindeln erhöht. Dieses erhöhte Spannungsniveau, das sich an den Berührungspunkten der Drallgeberscheiben und des Garns bemerkbar macht, ist eine Voraussetzung dafür, daß die zur gleichmäßigen Garndrehung nötige Kraftwirkung entsteht.

Die Doppelhubzahl der Fadenführer kann auf der Maschine aus Konstruktionsgründen nicht über 125/min gesteigert werden. Aus diesem Grunde haben wir auch nach der Montierung der Friktionsspindel diesen Wert beibehalten. Auf der fertigen Spule wurde der Kreuzungswinkel der Fäden wegen der erhöhten Fadengeschwindigkeit kleiner. Unsere praktischen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Abwicklungsverhältnisse nicht merkbar schlechter geworden sind.

**4. Die Eigenschaften des texturierten Garns**

Die Laborprüfegergebnisse, die wir für die mit den zwei verschiedenen Verfahren hergestellten Garne erhalten haben, sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Unsere Zielsetzung war es, wie wir bereits bei den technologischen Einstellungsdaten erwähnt haben, daß beim Umbau der Maschine — von Magnetspindeln auf Friktionsspindeln — die Eigenschaften des texturierten Garns möglichst unverändert bleiben.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, haben wir dieses Ziel erreicht.

**Tabelle 3: Prüfergebnisse der mit Magnetspindeln und Friktionsspindeln texturierten PA 6.6-Garne**

Geprüfte Charakteristika	Im Falle von	
	Magnetspindeln	Friktionsspindeln
Reißkraft, cN	201,5	219,9
Deviation der Reißkraft, %	4,9	5,1
Reißdehnung, %	25,0	23,8
Garnfeinheit, dtex	47,9	47,8
Spez. Reißkraft, cN/dtex	4,2	4,6
Kontraktion (Hatra) CR, %	52,7	54,1
Kontraktion (Hoechst) K <sub>1</sub> , %	74,2	75,0

Die elastischen Eigenschaften, die hinsichtlich der Weiterverarbeitung die wichtigsten sind, sind praktisch gleich geblieben. Die Kontraktion wurde sogar mit zwei Methoden bestimmt. Mit der *Hatra*-Methode konnten wir einen Unterschied von nur 1,4% zwischen den beiden Verfahren feststellen, nach der *Hoechst*-Methode war die Differenz mit 0,8% sogar noch kleiner.

Durch die schonende Wirkung der Friktionsspindeln und das Spannungsniveau des Drallgebers kann erklärt werden, daß die Reißkraft des mit den Friktionsspindeln texturierten Garns um 0,9% höher liegt als die Reißkraft des mit den Magnetspindeln hergestellten Texturgarns. Die höhere Reißkraft bewirkte gleichzeitig eine geringfügige, 1,2%ige Abnahme der Reißdehnung. Die für die Gleichmäßigkeit der inneren Struktur des Garns maßgebende Streuung (mittlere quadratische Abweichung) war bei den beiden Methoden praktisch die gleiche.

Da die Titer der Fertiggarne identisch sind, kann bei der Friktionsspindel eine spezifische Reißkraftherhöhung von 9% festgestellt werden.

Außer den üblichen Laborprüfungen haben wir auch die Faden- bzw. Garnquerschnitte mit dem Mikroskop studiert.

Auf Abbildung 3 ist der Querschnitt eines unbehandelten 22/7 dtex-Garns zu sehen. Auf Abbildung 4 ist der Querschnitt des mit einer Magnetspindel, auf Abbildung 5 der Querschnitt des mit einer Friktionsspindel texturierten Garns gezeigt. Die Aufnahmen wurden mit 600facher Vergrößerung gemacht.

Der Grundgarnquerschnitt zeigt ein schon wohlbekanntes Bild. Die Kapillaren haben einen glatten, kreisförmigen Querschnitt, und ihre Stellung im Garn ist ziemlich parallel.

Der Querschnitt der Kapillaren in einem mit Magnetspindeln texturierten Garn ist nicht mehr kreisförmig;

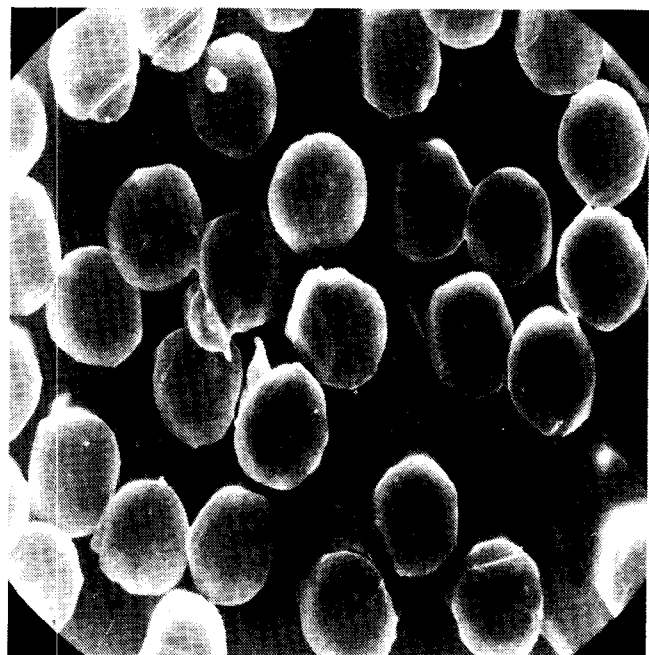


Abb. 3: Garnquerschnitt eines 22/7 dtex PA 6.6-Grundgarns (600fache Vergrößerung)



Abb. 4: Querschnitt eines mit Magnetspindeln texturieren 22/7 dtex PA 6.6-Garns (600fache Vergrößerung)

an manchen Stellen ist er schon stark deformiert, jedenfalls sind die Ecken abgerundet und nicht scharfkantig.

Der Querschnitt des mit Friktionsspindeln texturierten Garns zeigt ein charakteristisches Bild. Die Kapillaren sind ziemlich charakteristisch, oft sind sie flach bzw. bandförmig. Die Abmessungen in Längs- und Querrichtung weichen stark voneinander ab. Die Seiten des vielseitigen Querschnitts bilden scharfe Kanten.

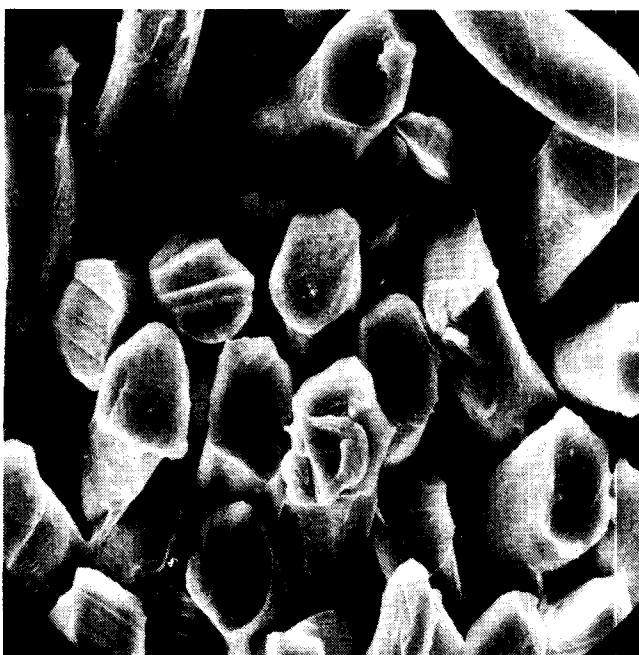


Abb. 5: Querschnitt eines mit Friktionsspindeln texturierten 22/7 dtex PA 6.6-Garns (600fache Vergrößerung)

Alle diese Charakteristika können mit dem höheren Spannungsniveau des Drallgebers, mit der höheren Fadenlaufgeschwindigkeit und mit der für die Friktionsdrallgebung charakteristischen, bedeutend gesteigerten Drehungszahl erklärt werden.

**5. Verarbeitungserfahrungen**

Das nach dem Friktions- bzw. nach dem Magnetspindelverfahren texturierte Garn wurde auf Strumpfstrickmaschinen verarbeitet. Bei der Verarbeitung konnte festgestellt werden, daß die Garnabwickel-eigenschaften beim Stricken keine Schwierigkeiten verursachen.

Das Warenbild der Strümpfe aus den Garnen, die nach den zwei Verfahren hergestellt wurden, unterscheidet sich. Die Oberfläche der aus dem mit Friktionsspindeln texturierten Garn hergestellten Strümpfe ist etwas unruhiger, und der Griff ist etwas körniger als bei dem aus dem mit der Magnetspindel texturierten Garn hergestellten Strumpf.

Dies zeigt sich ausschließlich bei den rohen, noch nicht ausgerüsteten Strümpfen. Mit einer gut gewählten Ausrüstung ist es möglich, ein gleichwertiges Endprodukt aus beiden verschiedenartig hergestellten Garnen zu erhalten.

**6. Allgemeine Schlußfolgerungen, die aus den Versuchsergebnissen gezogen werden können**

Bisher wurde gezeigt, welche technologische Änderungen beim Übergang von der Magnetspindel auf die Friktionsspindel vorgenommen werden müssen. Weiters wurden die Eigenschaften des auf diese Weise hergestellten texturierten Garns sowie die Erfahrungen bei seiner Verarbeitung besprochen.

Die Einstellung der Technologie erfolgte auf empirischem Wege, die Parameter der Friktionstexturierung wurden aufgrund der Erfahrung ausgewählt, wobei weitgehend beachtet wurde, daß das auf diese Art hergestellte Garn ähnliche Eigenschaften wie das mit den Magnetspindeln texturierte Garn besitzt.

Hinsichtlich der theoretischen Grundlagen der Friktionsdrallerteilung können wir daher folgende Schlußfolgerungen machen:

Beim Texturieren des 22/7 dtex-Garns ist die der Technologie angepaßte und eingestellte Riemengeschwindigkeit 137 m/min. Infolgedessen ist die Umdrehungszahl der drallgebenden Friktionsscheibe bei der gegebenen Spindelkonstruktion 2203,5 U/min.

Der Garndurchmesser, der auf der Basis des spezifischen Gewichtes und des Garntiters berechnet werden konnte, ist in unserem Falle 49,53 Mikron. Wenn wir den Scheibendurchmesser von 45 mm berücksichtigen, können wir die Transmission zwischen den sich berührenden Oberflächen berechnen; ihr Wert ist 908,5.

Wenn wir die effektive Umdrehungszahl der Scheibe bzw. des Drallgebers mit diesem Verhältniswert multiplizieren, erhalten wir die Garndrehung pro Minute, deren Wert

$$2203,5 \times 908,5 = 2.001.879,7 \text{ Drehungen/min}$$

ist.

Beim Texturieren mit der Magnetspindel haben wir die spezifische Garndrehung bestimmt, deren Wert 5339 Drehungen/m beträgt.

Betrachtet man die theoretische Garndrehung pro Minute, dann entspräche dieser spezifischen Drehung eine Fadengeschwindigkeit von 374,9 m/min.

Die effektiv erreichte und für die Praxis ausreichende Garngeschwindigkeit ist jedoch 206,0 m/min.

All dies deutet darauf hin, daß die Transmission zwischen der Scheibe und dem Garndurchmesser in Wirklichkeit kleiner ist als der theoretisch berechnete Wert. Das kann aber nur dann möglich sein, wenn der effektive Garndurchmesser größer als der dafür berechnete Wert ist, da die Abmessung und die Umdrehungszahl der Scheibe konstant ist.

Aus der Fadenlaufgeschwindigkeit (206 m/min) und der spezifischen Drehzahl (5339 Drehungen/m) folgt, daß die effektive Drehungszahl des Garns

$$206,0 \times 5339 = 1.009.834 \text{ Drehungen/min m}$$

beträgt.

Daher beträgt der wirkliche Wert der Transmission zwischen der Scheibe und dem Garn

$$1.009.843 : 2.203,5 = 499,13$$

Das Garn benimmt sich daher bei der Friktionsdrehung so, als ob es einen größeren Durchmesser als den effektiven hätte; diesen Durchmesser nennen wir deshalb den *scheinbaren Garndurchmesser*. Durch die Einführung der scheinbaren Garndurchmesser wird es möglich, bei der Diskussion der Geometrie und Kinematik der Friktionsdrehung alle diese äußerlichen Faktoren, wie Deformierung der Garndurchmesser, Verschiebung, Veränderung des Querschnittes usw., zu vernachlässigen. Ihre mathematische Beschreibung jedoch würde die Kalkulationen wesentlich erschweren und vor allem schwer übersehbar machen.

In dem von uns geprüften Fall ergaben sich Werte für den scheinbaren Garndurchmesser von 90,15 Mikron. Der effektive, unter normalen Laborbedingungen gemessene Wert des Garndurchmessers war 74,0 Mikron.

Die Berechnung wurde auch für das Garn mit 44/13 dtex durchgeführt. Diese ergab einen theoretischen Garndurchmesser von 70,05 Mikron, wogegen der scheinbare, für die tatsächlichen Einstellungsdaten berechnete Garndurchmesser 116,37 Mikron betrug.

Im allgemeinen kann der Zusammenhang folgendermaßen formuliert werden:

$$D_{\text{scheinbare}} = K \cdot D_{\text{theoretische}}$$

Im Falle der Friktionstexturierung von Polyamidstrumpfgarnen ist  $K = 1,7$  bis  $1,8$ .

Die Fachliteratur, die sich mit der Theorie der Friktionstexturierung befaßt, empfiehlt die Einführung sowie die korrekte Auswahl des D/Y-Verhältnisses.

Dieses Verhältnis wird geometrisch bestimmt, sodaß man auch den K-Faktor ähnlich erhalten könnte.

Das Verhältnis D/Y kann auch ausgedrückt werden als der Tangens des Winkels, der von der Garnachse und von der Kapillare, die sich auf der Garnmantelfläche in Richtung der Drehung anordnet, eingeschlossen wird. Die Bestimmung kann deshalb bei Kenntnis der technologisch erforderlichen Drehung und des scheinbaren Garndurchmessers einfach erfolgen.

Die geometrischen und kinematischen Kennzeichen hinsichtlich der geprüften Garntype wurden in der Tabelle 4 zusammengestellt.

**Tabelle 4: Einige geometrische und kinematische Kennzeichen der Friktionstexturierung**

Kennzeichen	Im Falle von	
	22/7 dtex	44/13 dtex
Riemen-geschwindigkeit, m/min	137	114
Umdrehungszahl der Friktionsscheibe, U/min	2203,5	1833,6
Umfangsgeschwindigkeit der Friktionsscheibe, m/min	311,3	259,0
theoretischer Garndurchmesser, Micron	49,53	70,05
Scheibe/Garn-Transmission	908,5	642,4
Garndrehung pro Minute, theoretisch	2 001 879	1 177 904
Garndrehung pro Minute, praktisch	1 099 834	709 049
scheinbarer Garndurchmesser, Micron	90,15	116,37
Änderungsfaktor des Durchmessers, K	1,82	1,66

### 7. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Wir haben versucht, einen Überblick darüber zu geben, welche Ergebnisse erhalten werden können bzw. welche Probleme auftauchen, wenn die Magnetspindeln der Falschdrahttexturiermaschinen gegen Friktionsspindeln ausgetauscht werden.

Auf den Falschdrahttexturiermaschinen vom Typ CS12 der Firma Scragg wurden Friktionsaggregate vom Typ FTS montiert. Durch diesen Umbau konnte bei der Herstellung von Polyamidstrumpfgarnen der Feinheiten 22 und 44 dtex eine Steigerung der Maschinenleistung um 28 - 37 % erreicht werden. Die Geschwindigkeit des Spindeltriebriemens ist beinahe auf ein Zehntel des ursprünglichen Wertes gesunken, wobei sich gleichzeitig die Aufspulgeschwindigkeit bedeutend erhöht hat.

Aus diesem Grunde müssen wir der Aufspuleinrichtung besondere Aufmerksamkeit widmen, sie in besonders gutem Zustand halten und Präzisionshülsen benutzen.

Wegen der kürzeren Fixierzeiten mußten die Fixier-temperaturen um 2 - 3 °C erhöht werden.

Das Spannungsniveau des Drallgeberfeldes muß wegen der möglichst schlupffreien Reibungsverhältnisse erhöht werden. Gleichzeitig nimmt das Faden-spannungsverhältnis der Fadenstrecken vor und nach der Drallerteilung, d. h. das Verhältnis der Einlauf- und Abzugsspannung, bis auf die Hälfte ab.

Durch das Weglassen der bei den Magnetspindeln üblichen Drehröhrchen wurde die zum Einfädeln benötigte Zeit erheblich verkürzt. Wir können feststellen, daß die zum Einfädeln erforderliche Zeit ungefähr bis auf die Hälfte der früher dazu gebrauchten Zeit gesunken ist. Dieser Umstand ist besonders vom Gesichtspunkt der spezifischen Arbeitsintensivität sehr wichtig und bedeutet eine merkbliche Steigerung der Leistung.

Was die Wirtschaftlichkeit des Umbaues anbelangt, so ist zwar der Preis der Friktionsspindelinheit mehr als zweimal höher als der Preis der Magnetspindel-

einheit, aber aufgrund der erhöhten Produktion können die Umbaukosten in relativ kurzer Zeit getilgt werden.

Auch hinsichtlich der Arbeitssicherung bietet diese Lösung in unserem Betrieb bedeutende Vorteile. Bei den Magnetspindeln ereigneten sich durch das heiße, aus der Maschine herausfliegende Drehröhrchen einige Unfälle, die in zwei Fällen sogar zu Augenverletzungen führten. Aufgrund der Konstruktion der Friktionsspindel sind solche Unfälle ausgeschlossen.

Das Ausscheiden der hochtourigen Magnetspindel senkt den Geräuschpegel merklich und bringt daher von seiten der Lärmbelastung Vorteile.

Die auf Friktionsspindeln texturierten Garne sind in jeder Hinsicht den auf Magnetspindeln hergestellten Garnen gleichwertig.

Das Warenbild bzw. das Garnäußere des nach dem Friktionsverfahren texturierten Garns wird durch den deformierten, nicht kreisförmigen, sondern eckigen Faserquerschnitt charakterisiert. Die aus diesem Garn gestrickte Rohware hat einen körnigeren Griff, der aber nach dem Ausrüsten nicht mehr bemerkbar ist.

Bei einer Gegenüberstellung der technologischen Parameter der Friktionstexturierung und der geometrischen Verhältnisse der Drallerteilung wurde festgestellt, daß sich beim Friktionstexturieren der Garndurchmesser im Vergleich zum theoretischen Wert erhöht. Die scheinbare Zunahme des Garndurchmessers, die Änderung des Kapillarquerschnittes, der Schlupf zwischen der Scheibe und dem Faden und andere störende Umstände führen zur Einführung des *scheinbaren Durchmessers*, dadurch werden die Berechnungen der Friktionstexturertechnologie weitgehend vereinfacht. Aus unserer praktischen Erfahrung liegt der Wert des K-Faktors, der das Verhältnis des scheinbaren und des theoretischen Durchmessers ausdrückt, zwischen 1,7 und 1,8.

Damit sollte aufgezeigt werden, daß selbst in einer schwierigen Wirtschaftslage, wie sie heute besteht, es möglich ist, technische Entwicklungen einzuführen, die für den Fortschritt in der Industrie erforderlich sind, die aber doch keinen allzu großen Investitionsaufwand verlangen.

#### Diskussion

**Zilahi:** Sie haben in Ihrem Vortrag eine Konstante erwähnt, welche einen Vergleich der Drallgebung des 22/7 dtex-Garns mit dem 44/13 dtex-Garn ermöglicht. Haben Sie in diesem Zusammenhang noch andere Konstanten ermittelt?

**Kerenyi:** Unsere Maschine ist für Titer von 22 - 44 dtex umgebaut, weil sie nur im niedrigen Titerbereich wirtschaftlich ist. Wir haben auch Versuche bei 78 dtex-Garnen durchgeführt. Der dabei ermittelte Faktor K von 1,5 bedeutet, daß dieser mit zunehmendem Titer abnimmt.

**Albrecht:** Ist dieser Faktor auch spannungsabhängig?

**Kerenyi:** Das haben wir nicht geprüft, aber wir konnten feststellen, daß das Verhältnis Titer zu Faktor in diesem Bereich linear ist.

**Riggert:** Meines Erachtens ist der Faktor K, welcher das Verhältnis des scheinbaren und theoretischen Garndurchmessers ausdrückt, vom D/Y-Verhältnis abhängig, da der scheinbare Garndurchmesser doch nur eine Rechengröße darstellt. Haben Sie das schon einmal geprüft?

**Kerenyi:** Dieser scheinbare Garndurchmesser ist zwar ein theoretischer Wert, doch schaltet er bei der Berechnung des Faktors K alle störenden Faktoren aus. Verwendet man zur Berechnung das D/Y-Verhältnis und verändert sich dieses, so ändert sich auch der Faktor K.

**Lünenschloß:** Sind im Faktor K alle Einflußfaktoren, auch die *schlupfbeeinflussenden*, welche die *Packungsdichte* der Filamente ändern, enthalten?

**Kerenyi:** Es sind bereits diesbezügliche Untersuchungen in Arbeit, doch kann ich noch keine Aussagen darüber machen.



## Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Herstellung lufttexturierter Filamentgarne mit spinnfaserähnlichen Eigenschaften

Dr. Ing. Bohumil Piller, Wirkereiforschungsinstitut, Brno

Die Entwicklung in den letzten fünf Jahren auf dem Gebiet der Texturierung synthetischer Endlosfäden wird durch intensive Bemühungen geprägt, ein technologisch, technisch und ökonomisch günstiges Verfahren zur Herstellung von Fäden zu entwickeln, die einen garnähnlichen Charakter aufweisen. Es handelt sich insbesondere um feine Fäden im Titerbereich von 150 bis 400 dtex.

Die interessanteste Technologie ist das modifizierte *Taslan*-Verfahren. Die umfangreiche Patentliteratur beschreibt eine Anzahl von Verfahren zur Modifizierung des Düsentexturierens zur Erzielung garnähnlicher Filamentgarne.

Eines dieser Verfahren beruht auf der Verwendung synthetischer Endlosfäden für das Düsentexturieren, die chemisch oder physikalisch modifiziert sind. Ein solches Texturierverfahren kann als *Hybridtexturieren* bezeichnet werden.

Der Vortrag behandelt die Texturierung chemisch und physikalisch modifizierter Polyesterseide durch Einwirkung eines Luftstroms. Durch chemische und physikalische Modifizierung wurde eine abgestufte Schrumpfung von ca. 10, 20, 30 und 40 % erzielt. Texturiert wurde Polyesterseide in Mischung mit herkömmlichen, d. h. mit unmodifizierten Polyesterfäden.

Nach dem Lufttexturieren auf der Maschine *Berliner-LB* der Firma Heberlein wird der Einfluß der Schrumpfungsdifferenz ( $\Delta S$ ) einzelner Elementarfäden der Polyesterseide auf eine Reihe physikalisch-mechanischer Parameter des Texturgarns besprochen.

Es wurde besonders der Einfluß auf die Fadenfeinheit, die Steigerung der Voluminösität sowie die Veränderung der Fadenstabilität und des gesamten Fadencharakters untersucht. Das Optimum der Schrumpfungsdifferenz einzelner Elementarfäden liegt zwischen 10 und 20 %. Der Fadencharakter wird natürlich auch von der Voreilung, d. h. von der Liefergeschwindigkeit des Ausgangsmaterials in die Luftdüse, beeinflußt. Bei der vorliegenden Arbeit wurde eine 35 %ige Voreilung gewählt. Die entsprechenden graphischen Darstellungen zeigen Zusammenhänge, die zwischen den physikalisch-mechanischen Eigenschaften der texturierten Fäden einerseits und der Schrumpfungsdifferenz ( $\Delta S$ ) und der Voreilung andererseits bestehen. Es werden gewisse Bedingungen formuliert, die das Aussehen und die Eigenschaften garnähnlicher lufttexturierter Endlosfäden kennzeichnen.

The development of texturing synthetic filaments within the last five years is characterized by keen attempts to find a technologically and economically suitable process for the production of spun-like filament yarn, above all, fine filament yarns between 150 and 400 dtex.

The most interesting technology is the modified *Taslan*-process. An abundant patent literature describes a number of modified air-jet processes to obtain spun-like filament yarns.

One of these processes uses physically or chemically modified synthetic filaments for air-texturing. Such a texturing process can be termed *hybrid texturing*.

This paper deals with a process for air-jet texturing chemically and physically modified polyester fibres. By chemical and physical modification, graded shrinkage of

about 10, 20, 30 and 40 % was achieved. Polyester filaments blended with conventional, i. e. nonmodified, polyester filaments were textured.

After a discussion of air-texturing on the *Berliner-LB* machine by Heberlein, the influence of the shrinkage difference ( $\Delta S$ ) of individual elementary polyester filaments on a number of physical parameters of the textured yarn is dealt with.

Especially, the influence on filament titre, the increase in bulkiness, the change of filament stability and of the whole character of the filament is examined. It has been found that the optimum value of shrinkage difference of individual elementary filaments is between 10 and 20 per cent. The filament character is, of course, also affected by the overfeed, i. e. by the feeding speed of the raw material into the air nozzle. During our work, an overfeed of 35 % was chosen. The respective diagrams show the relations between the physical properties of jet textured filament yarns on the one hand, and the shrinkage difference ( $\Delta S$ ) and the overfeed on the other hand. Certain conditions are defined which characterize the appearance and the properties of spun-like, air-textured filament yarns.

### 1. Einleitung

In jüngster Zeit ist weltweit eine stetig ansteigende Tendenz des Interesses für lufttexturierte Garne zu verzeichnen.

Die modifizierten Verfahren zur Herstellung texturierter Endlosfäden erwecken nicht nur das Interesse der Hersteller von gewebten bzw. gestrickten oder gewirkten textilen Flächengebilden, sondern auch das von Chemiefaserherstellern und Texturiermaschinenherstellern. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß auf dem Markt Textilien gesucht werden, die in ihrer Optik und ihrem Griff den Artikeln nahekommen, die aus gesponnenen Garnen von Naturfasern hergestellt werden. Die Bemühungen der Forscher, Technologen und Maschinenbauer konzentrieren sich daher auf das folgende Ziel: ein Verfahren zur Herstellung derartiger Garne zu entwickeln, das sowohl in technologischer als auch in technischer und in wirtschaftlicher Hinsicht, insbesondere bei Garnen des feineren Nummernbereiches, günstige Resultate erbringt.

Von den bereits bestehenden Verfahren zur Herstellung von Filamentgarnen, die einen garnähnlichen Charakter aufweisen, werden meistens verschiedene, modifizierte Verfahren des herkömmlichen Lufttexturierverfahrens *Taslan* verwendet.

### 2. Modifizierte Texturierverfahren, insbesondere das Lufttexturieren

Die Technologie und Technik des Texturierens von Endlosfäden mit Hilfe von Druckluft wurde bereits in einer Reihe von Veröffentlichungen beschrieben, insbesondere in zahlreichen Arbeiten der jüngsten Zeit<sup>1-23</sup>.

Die Patentliteratur bildet in dieser Hinsicht keine Ausnahme, da auch sie zahlreiche Hinweise über die Technologie des Texturierens und über die diesem Zweck dienenden Maschinen gibt<sup>24-45</sup>.

Im Prinzip werden nach dem Lufttexturierverfahren Garne erzeugt, die in vier Hauptgruppen unterteilt werden können:

2.1 Einfache homogene Texturgarne

Der Lufttexturierdüse wird nur ein einziger homogener Faden zugeführt.

2.2 Einfache heterogene Texturgarne

Der Lufttexturierdüse wird ebenfalls nur ein einziger, jedoch heterogener Faden zugeführt, das heißt ein Faden, der aus zwei verschiedenen Fibrillenarten besteht. Es handelt sich um eine *Intimmischung* von Chemieendlosfäden, z. B. von Endlosfäden mit unterschiedlichem Schrumpfvermögen, unterschiedlicher Anfärbbarkeit usw.

2.3 Kombinierte Mischtexturgarne

Der Lufttexturierdüse werden zwei oder mehrere Fäden zugeführt, die unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können (Fäden aus verschiedenen Polymeren, Fäden mit verschiedenen Titern, Farben usw.).

2.4 Texturierte Effektgarne – Core-Garne

Der Texturierdüse werden ebenfalls zwei oder mehrere Fäden zugeführt, jedoch auf unterschiedliche Art, z. B. mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, wodurch ein ausgeprägter Kern des Fadens (Steherfaden) und ein voluminöser Effektfaden erzielt wird.

Im weiteren möchte ich kurz einige modifizierte Verfahren zur Herstellung von texturierten Filamentgarnen mit garnähnlichem Charakter erwähnen:

- Das Lufttexturieren wird mit anderen mechanischen Texturierverfahren kombiniert (z. B. mit dem Falschdrahttexturieren, Stauchkammertexturieren usw.). Das bedeutet, daß es sich z. B. um eine Kombination des Falschdrahttexturierverfahrens auf Maschinen mit einer oder zwei Heizzonen handelt, und zwar entweder auf konventionellen FD-Texturiermaschinen oder auf Strecktexturiermaschinen mit nachfolgendem Lufttexturieren.
- Das Lufttexturieren wird unter Verwendung konjugierter Bi- bzw. Mehrkomponentenendlosfäden durchgeführt.
- Die nach dem Falschdraht- bzw. Lufttexturierverfahren erzeugten Garne werden gezwirnt und nachher *abgeschauert*, wodurch einzelne Elementarfäden gerissen werden und ein Garn entsteht, bei dem aus der Garnoberfläche einzelne Fäden herausragen.
- Es werden Endlosfäden mit unterschiedlichem elastischem Verhalten und Dehnungsvermögen gleichzeitig texturiert. Durch eine Zugbeanspruchung reißen einzelne Elementarfäden, die dann aus dem Fadengefüge herausragen und dem Garn einen Griff ähnlich dem eines gesponnenen Garns verleihen.
- Polyamid-6-Seide und Polyesterseide werden gemeinsam nach einer der Polyamid-6-Seide entsprechenden Technologie des Falschdrahtverfahrens texturiert. Eine nachträgliche thermische Behandlung löst eine Relaxation der Polyamid- und Polyesterseide aus, die die Bildung unregelmäßiger Schlingen bewirkt und somit einen den gesponnenen Garnen ähnlichen Charakter ergibt.

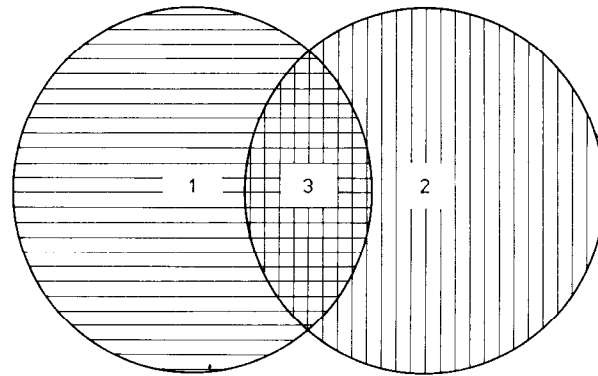


Abb. 1: Schema des hybriden Texturierverfahrens

Kommerziell bekannte Filamentgarne, die im Charakter den gesponnenen Garnen nahekommen, sind z. B.: Filama, Lambda, Spuntex, Trevira 6-6-0 u. a.

Zu den modifizierten Texturierverfahren gehört das Mischtexturieren bzw. *hybride* Texturierverfahren (Abb. 1).

Für das *hybride* Texturierverfahren ist kennzeichnend, daß physikalisch oder chemisch modifizierte Chemieendlosfäden nach einem bekannten mechanischen Texturierverfahren texturiert werden, wobei die einzelnen Arbeitsvorgänge vereinfacht und zusammengelegt werden. Das Texturieren im Druckluftmedium bietet folgende Möglichkeiten:

- Kombination glatter Endlosfäden aus gleichen Polymeren hergestellt, jedoch mit differenziertem Schrumpfvermögen,
- Kombination glatter Endlosfäden, hergestellt aus unterschiedlichen Polymeren mit differenziertem Schrumpfvermögen,
- Kombination texturierter Fäden, z. B. falschdrahttexturierte Fäden mit Fäden unterschiedlicher Schrumpfung, sowie die Vereinfachung und Zusammenlegung einzelner Vorgänge,
- Kombination konjugierter Fäden mit Endlosfäden unterschiedlichen Schrumpfvermögens,
- Kombination von Stapelfasern mit Endlosfäden mit differenzierten Schrumpfwerten,
- Kombination von Endlosfäden mit unterschiedlicher Querschnittform bzw. mit verschiedenfarbigen oder verschieden anfärbbaren Fäden einschließlich aggregierbarer Texturierverfahren usw.

Das Ausschumpfen der schrumpfbaren Komponente kann entweder unmittelbar nach dem Lufttexturieren im Heizkörper der Texturiermaschine oder nachfolgend im Garn bzw. im textilen Flächengebilde (Gestricke, Gewirke, Gewebe u. ä.) erfolgen.

3. Einflußgrößen des Texturierprozesses und die gewählten Standardparameter des Experiments

Die wichtigsten Einflußgrößen des Texturierprozesses, die sich auf die Eigenschaften lufttexturierter Garne auswirken, sind folgende:

- Art und Titer der glatten Endlosfäden,
- Konstruktion des Texturiersystems (Gestaltung und Lage der Anprallfläche),

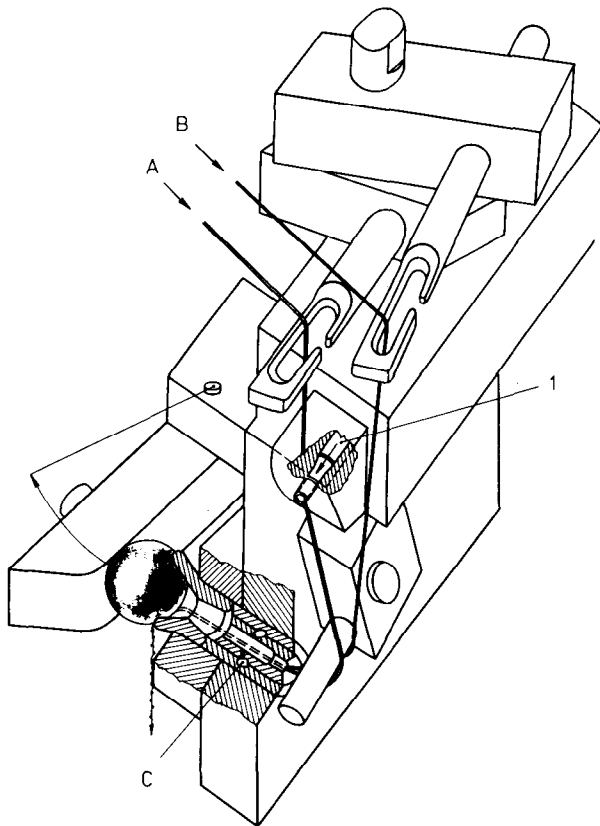
- Voreilung,
- Luftdruck,
- Schrumpfwerte der Endlosfäden,
- Art und Temperatur des Schrumpfmediums,
- Drehung des Ausgangsmaterials und
- Feuchtigkeit und Präparation des Texturgarns.

Für experimentelle Zwecke wurden in der vorliegenden Arbeit folgende Einflußgrößen beachtet:

- Schrumpfung: nominal 10, 20, 30, 40 % (physikalisch und chemisch modifizierte Polyesterseide),
- Voreilung: 20, 35, 40, 50, 70 und 90%.

Unverändert blieben folgende Werte:

- Art und Titer des verwendeten Materials: physikalisch und chemisch modifizierte Polyesterseide dtex 84 f 36 als Grundfaden, nichtmodifizierte konventionelle Polyesterseide Slotera dtex 84 f 36 als Effektfaden,
- Luftdruck: 8 bar;
- Texturiergeschwindigkeit: 410 m · min<sup>-1</sup>,
- Drehung des Ausgangsmaterials: Grundfaden drehungslos, Effektfaden Z 20,
- Art und Temperatur des Schrumpfmediums (Thermofixiermedium): Wasser bei Kochtemperatur, Schockverfahren,
- Feuchtigkeit und Präparation des Texturgarns.



AB glatter Faden  
 C Pressluftzuführung  
 1 Befeuchten des Fadens

Abb. 2: Berliner-LB-Texturierverfahren

#### 4. Texturiermaschine

Für unsere Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Lufttexturierens wurde die Berliner-LB-Lufttexturiermaschine (jetzt Firma Heberlein) eingesetzt.

Die Texturiereinheit dieser Maschine besteht aus einer Texturierdüse und einem Verlängerungsstück in Form einer Lavaldüse und einer Anprallfläche (Abb. 2).

Verwendete Technologie: kombiniertes Mischtexturieren.

Der Lufttexturierdüse wurden zwei Fäden unterschiedlichen Schrumpfvormögens zugeführt.

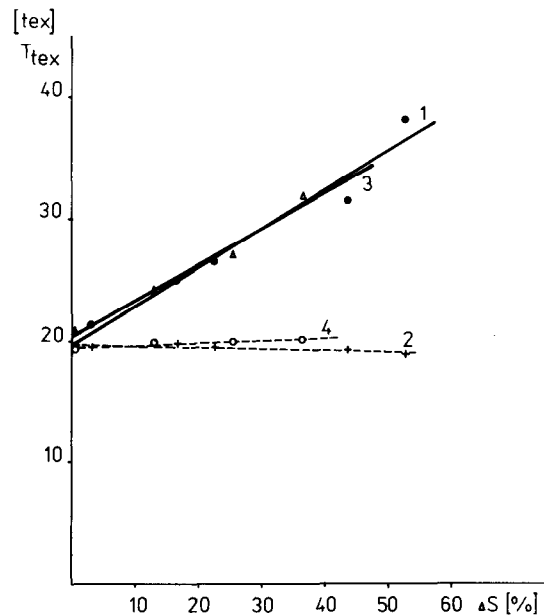
#### 5. Physikalisch-mechanische Eigenschaften hybrider LB-Texturgarne

##### 5.1 Durch das Texturieren hervorgerufene Titerveränderungen

Der Texturierprozeß und das unterschiedliche Schrumpfvormögen des Ausgangsmaterials beeinflussen den Titer des Texturgarns so, daß dieser mit ansteigenden Schrumpfwerten erhöht wird.

Die Abbildung 3 veranschaulicht die Veränderung des Titers (tex) von LB-Garnen mit einem Anteil chemisch und physikalisch modifizierter Endlosfäden in Abhängigkeit vom Schrumpfungunterschied der Polyesterendlosfäden. Erwartungsgemäß ist der Einfluß des Schrumpfwertes auf die Titervergrößerung wesentlich.

Die Art der Modifikation — chemisch oder physikalisch — beeinflusst den Titer nur unwesentlich, insbesondere in einem Bereich der Schrumpfwerte von ΔS 20 — 30 %. Das Blockdiagramm in Abbildung 4 zeigt die Veränderung des Titers (tex) von LB-Garnen mit 30%igem Schrumpfvormögen der modifizierten Polyesterkomponente.



•1 chemisch modifiziert-ausgeschrumpft  
 +2 chemisch modifiziert-nicht ausgeschrumpft  
 ▲3 physikalisch modifiziert-ausgeschrumpft  
 ○4 physikalisch modifiziert-nicht ausgeschrumpft

Abb. 3: Veränderung der Feinheit von LB-Garnen

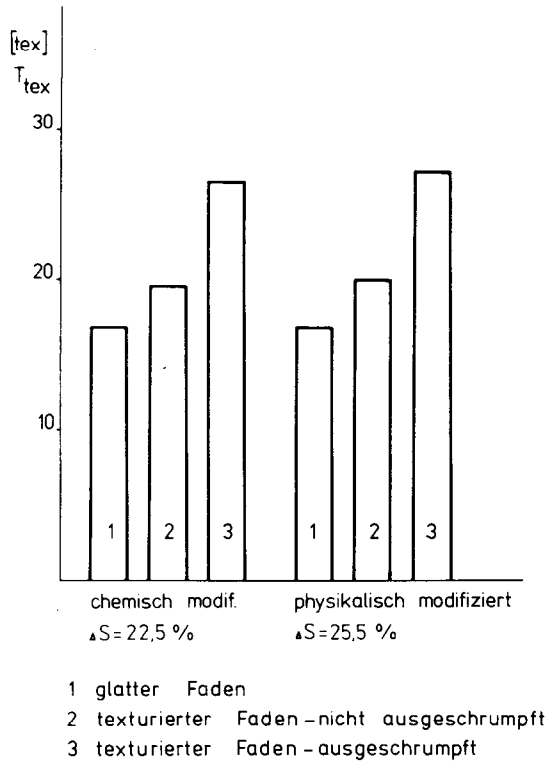


Abb. 4: Veränderung der Feinheit von LB-Garnen

5.2 Kraft-Dehnungsdiagramm, Reißfestigkeit und Reißdehnung

5.2.1 Kraft-Dehnungsdiagramme

Während der Dehnungsbeanspruchung von LB-Garnen, die schrumpfbare Elementarfäden enthalten, ist der Verlauf des Kraft-Dehnungsdiagramms normalerweise folgend: Zunächst stimmt ein kurzer Abschnitt der Kraft-Dehnungskurve mit dem Elastizi-

tätsmodul des Materials überein. Wird die Haftreibung überwunden, so beginnen sich die einzelnen Schlingen gegenseitig zu verschieben, sie werden kürzer, der Verlauf der Kraft-Dehnungslinie wird flacher, und der Titer verringert sich wesentlich. Gleichzeitig ist auch eine Verringerung der Voluminösität des Garns festzustellen. Die Dehnung des Fadens erhöht sich bis zu einer gewissen Grenze. Nach der Überschreitung dieser Grenze bricht der texturierte Faden. Das bedeutet jedoch nicht, daß im Augenblick des Fadenbruches die Schlingen völlig aus dem Garn herausgezogen sein müssen.

Die Kraft-Dehnungsdiagramme von LB-Garnen kommen denen gesponnener Garne nahe. Je höhere Schrumpfwerte die schrumpfbare Komponente im Texturgarn aufweist, desto stärkere Veränderungen des Kraft-Dehnungsdiagramms sind zu beobachten.

In den Abbildungen 5 und 6 sind die Kraft-Dehnungsdiagramme von glatter, nichttexturierter Polyesterseide eines ungeschrumpten und eines geschrumpten LB-Garns dargestellt.

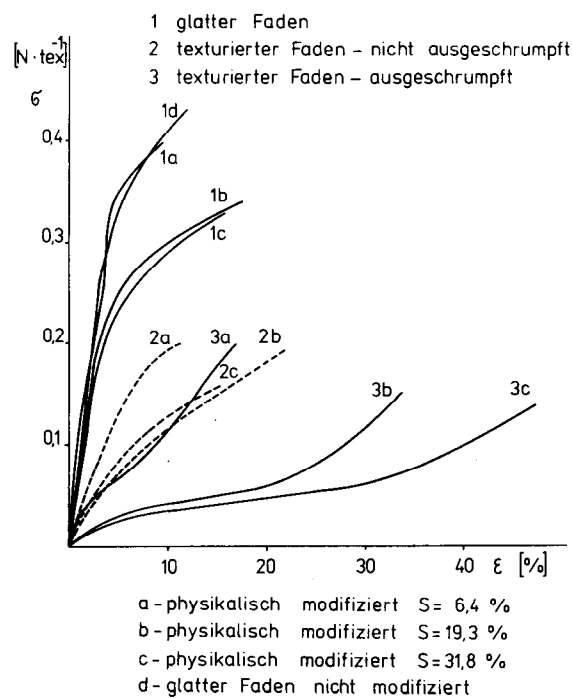


Abb. 5: KD-Diagramm

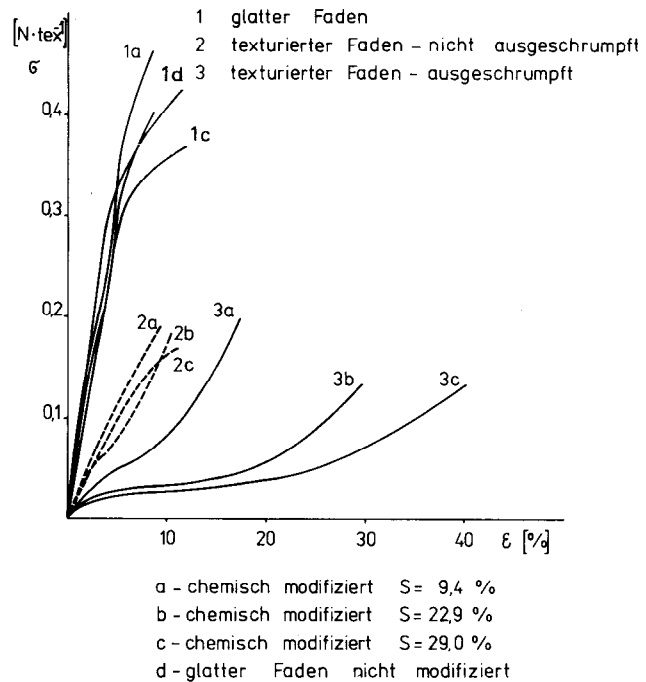


Abb. 6: KD-Diagramm

Den Diagrammen ist weiterhin zu entnehmen, daß im Verhalten zwischen chemisch und physikalisch modifizierten Fäden kein wesentlicher Unterschied besteht.

5.2.2 Reißfestigkeit

Wie bekannt, wird die Gesamtfestigkeit falschdraht-texturierter Garne durch die Summe der Festigkeitswerte sämtlicher Elementarfäden bestimmt. Bei LB-Garnen beteiligen sich an der Gesamtfestigkeit vorwiegend die Elementarfäden, die keine Schlingen und ausgeprägte Bögen bilden.

Bei herkömmlichen LB-Garnen bilden die Elementarfäden in diesen Garnen ein Fünftel bis ein Viertel

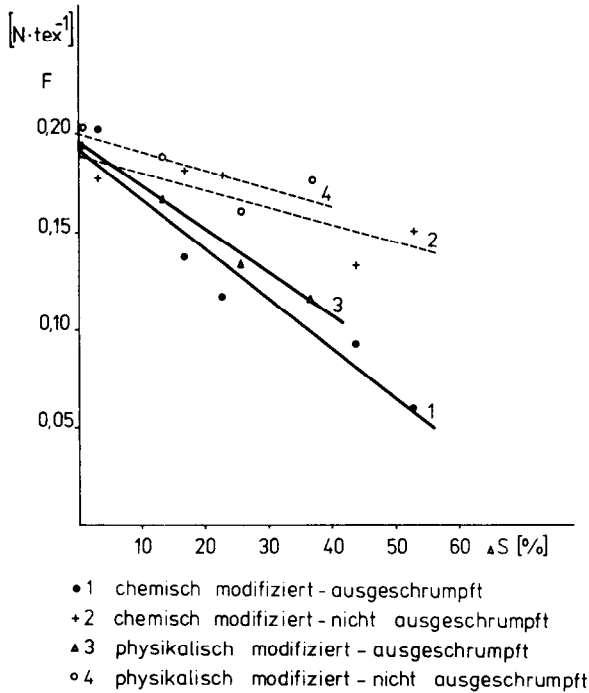


Abb. 7: Veränderung der Festigkeit von LB-Garnen

der Gesamtfadenanzahl. Dies bedeutet, daß die Reißfestigkeit von LB-Garnen im Vergleich zu der von falschdrahttexturierten Garnen niedriger liegt und auch niedrigere Werte aufweist als das Ausgangsmaterial. Optimale Reißfestigkeitswerte resultieren dann aus einer entsprechenden Kombination von Anzahl und Einzeltiter der den Grundfaden des Texturgarns bildenden Elementarfäden.

Aus Abbildung 7 ist die Veränderung der Festigkeitswerte in Abhängigkeit von den Schrumpfwerten ersichtlich. Man erkennt eine sinkende Tendenz der Festigkeitswerte. Bei Prüflingen mit einem höheren Anteil an schrumpfbaren Elementarfäden wurden niedrigere Festigkeitswerte gemessen, insbesondere bei chemisch modifizierten Polyesterfäden mit einem Schrumpfung von 40 bis 50 %. Da bei LB-Garnen, die schrumpfbare Endlosfäden enthalten, die meisten Elementarfäden an der Bildung von Schlingen und Bögen beteiligt sind, verringert sich proportional zum Anteil auch die Gesamtfestigkeit des Texturgarns (Abb. 7).

Die Festigkeitswerte der LB-Garne erfüllen die Anforderungen, die bei der Verarbeitung auf Strick- bzw. Wirkmaschinen oder Webmaschinen gestellt werden. Darüber hinaus weisen sie auch eine höhere Gleichmäßigkeit als gesponnene Garne auf, was sich nicht nur positiv auf die Laufeigenschaften der Garne und die Leistungsparameter der Maschinen, sondern auch auf den Gebrauchswert der aus diesen Garnen erzeugten Gewebe, Gestricke bzw. Gewirke auswirkt.

### 5.2.3 Dehnung

Die Reißdehnung der Garne wird vor allem durch die Dehnungswerte des Ausgangsmaterials bestimmt. Als weiterer Einflußfaktor sind die Reibungswerte einzelner Elementarfäden, d. h. die Oberflächenei-

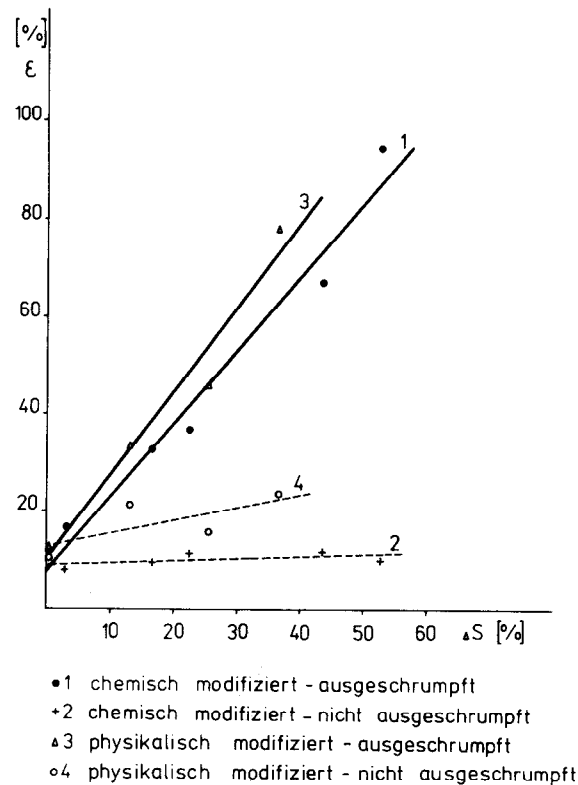


Abb. 8: Veränderung der Dehnung von LB-Garnen

genschaften der Endlosfäden, zu erwähnen. Die Dehnung wird außerdem auch von der Intensität der Verwirbelung der Elementarfäden wesentlich beeinflusst. Weiterhin kann sich auch die Drehung des Ausgangsmaterials auf die Dehnungswerte des Garns auswirken. Ähnlich wie bei der Reißfestigkeit wird auch die Reißdehnung der LB-Garne von der durchschnittlichen Reißdehnung der den Grundfaden bildenden Elementarfäden bestimmt. LB-Garne können als dehnungsarme Garne bezeichnet werden, deren Dehnungsvermögen dem von Stapelfasergarnen nahekommt. Für LB-Garne, die schrumpfbare Endlosfäden enthalten, sind höhere Dehnungswerte kennzeichnend, wobei die Steigerung des Dehnungsvermögens den Schrumpfwerten der modifizierten Endlosfäden proportional ist.

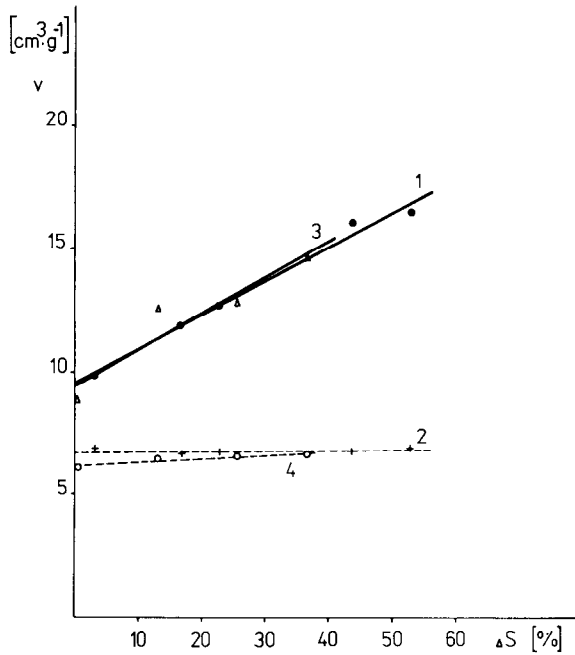
In Abbildung 8 ist die Dehnung von LB-Garnen in Abhängigkeit vom Schrumpfungswert der Polyesterkomponente dargestellt.

### 5.3 Veränderung des Garnvolumens in Abhängigkeit vom Schrumpfvormögen der Endlosfäden und der Voreilung

Ein wichtiger Qualitätsparameter der LB-Garne ist ihre Voluminösität, die wesentlich den gesamten Gebrauchswert der aus diesen Garnen hergestellten Gewebe und Maschenstoffe beeinflusst.

Es konnte festgestellt werden, daß die Möglichkeit besteht, die Voluminösität von LB-Garnen durch die Verwendung von schrumpfbaren Endlosfäden im Fadenbündel, das die Texturgarne bilden, wesentlich zu steigern.

In Abbildung 9 ist die Erhöhung des Garnvolumens von LB-Texturgarn in Abhängigkeit vom Schrump-

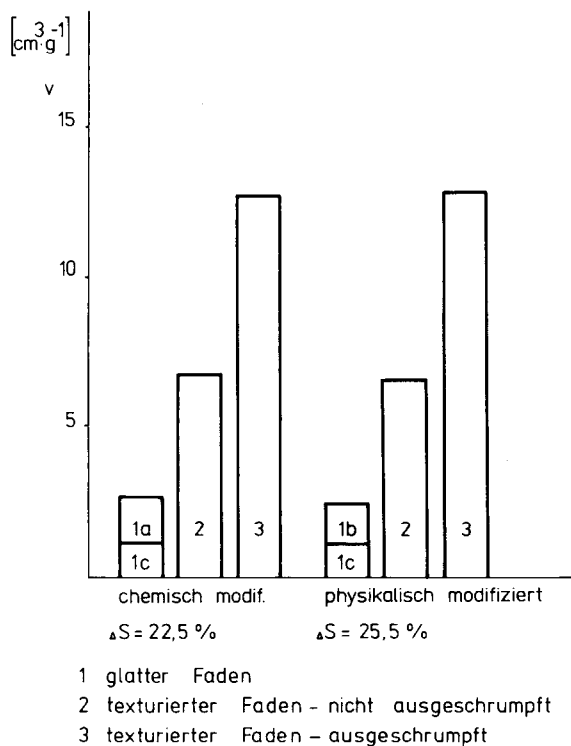


- 1 chemisch modifiziert - ausgeschumpft
- 2 chemisch modifiziert - nicht ausgeschumpft
- 3 physikalisch modifiziert - ausgeschumpft
- 4 physikalisch modifiziert - nicht ausgeschumpft

Abb. 9: Veränderung der Voluminösität von LB-Garnen

fungsunterschied chemisch und physikalisch modifizierter Polyesterendlosfäden gezeigt. Beide Arten der Modifikation ergeben einen linearen Verlauf der Volumenzunahme.

Die Abbildung 10 beweist, daß durch Ausschumpfen



- 1 glatter Faden
- 2 texturierter Faden - nicht ausgeschumpft
- 3 texturierter Faden - ausgeschumpft

Abb. 10: Veränderung der Voluminösität von LB-Garnen

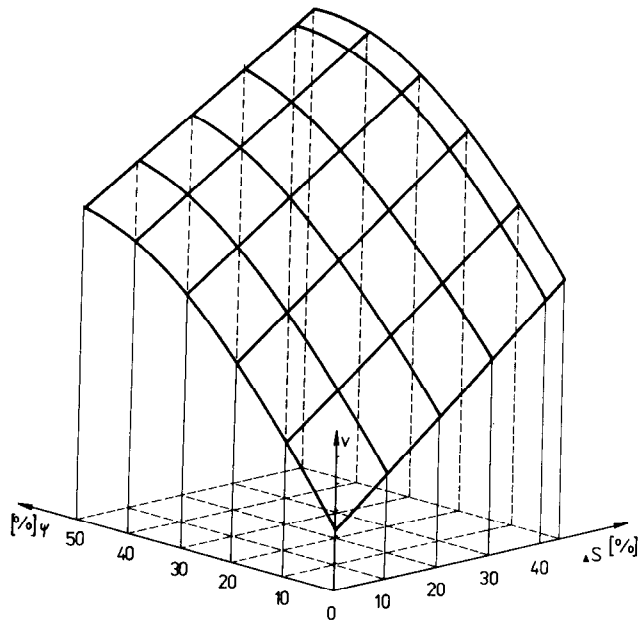


Abb. 11: Veränderung der Voluminösität von LB-Garnen (Anteil der chemischen Modifikation)

des texturierten Garns eine wesentliche Steigerung des Garnvolumens bei LB-Texturgarnen erzielt werden kann. So kann z. B. im Falle physikalisch modifizierter Polyesterseide bei einem 25,5<sup>o</sup>igen Schrumpfungunterschied der Elementarfäden eine Steigerung des Garnvolumens durch das Luftbauschen bis zu 175 % erreicht werden. Nach dem Schrumpfen erhöht sich das Garnvolumen um weitere 262,5 %, sodaß durch das Lufttexturieren und das Ausschumpfen des texturierten Garns insgesamt eine Erhöhung des Garnvolumens um 437,5 % erzielt werden kann (Volumen des Ausgangsmaterials = 100 %). Wie bekannt, kann die Voluminösität von LB-Texturgarnen durch die Voreilung beeinflusst werden. Je größer die

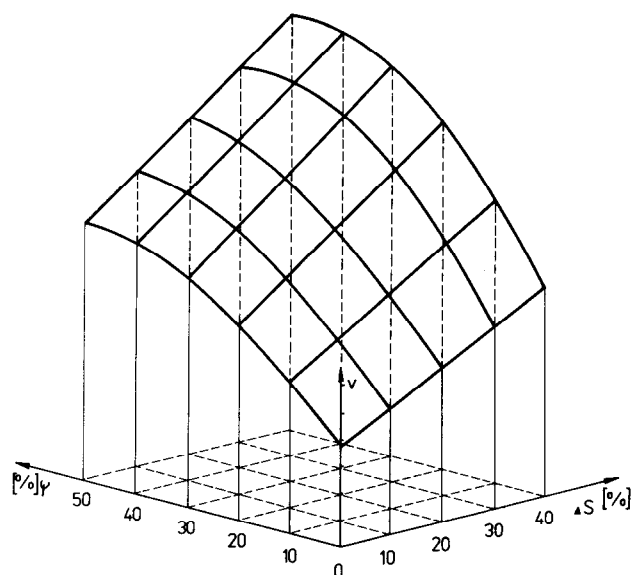


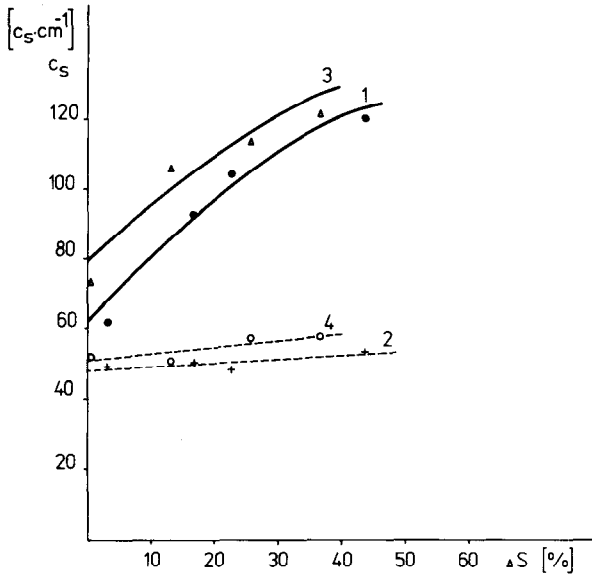
Abb. 12: Veränderung der Voluminösität von LB-Garnen (Anteil der physikalischen Modifikation)

Voreilung des den Schlingeneffekt bildenden Fadens ist, umso höher ist das Garnvolumen, wobei sich jedoch das Garnvolumen mit ansteigender Voreilung nicht linear erhöht.

Bei chemisch und physikalisch modifizierten Endlosfäden konnten annähernd die gleichen Zusammenhänge nachgewiesen werden (Abb. 11 und 12).

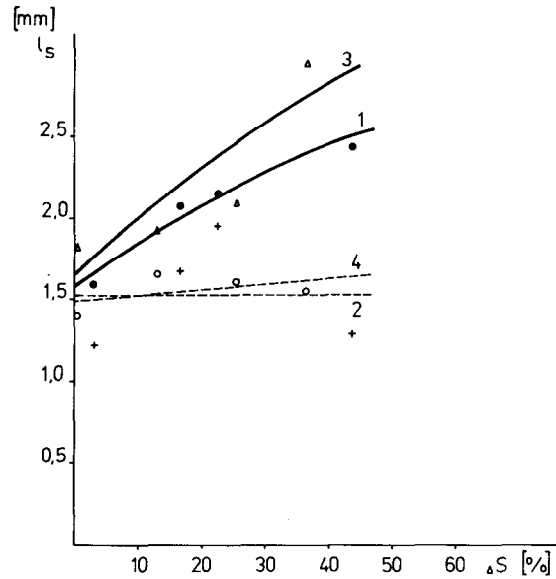
### 5.4 Schlingenhäufigkeit und -größe

Ein wesentliches, die Geometrie von LB-Garnen bestimmendes Element bilden die Schlingen und Bögen. Von ihrer Häufigkeit, Größe und Form ist der Garncharakter und Gebrauchswert abhängig. Die Bestimmung der Schlingenhäufigkeit und -größe gehört daher zu den Methoden, die für die Beurteilung der Luft-



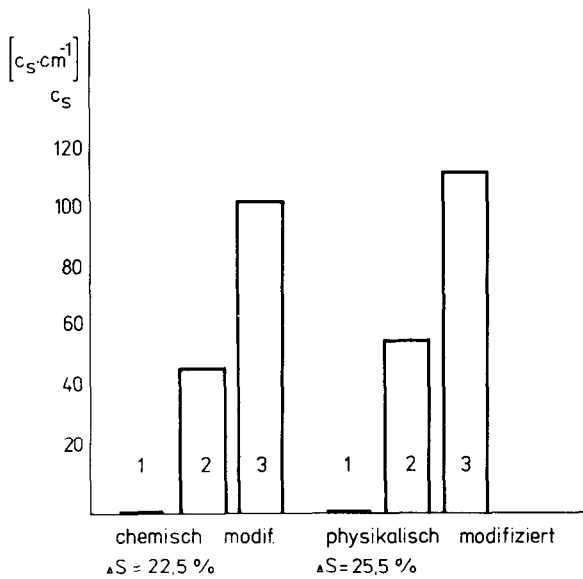
- 1 chemisch modifiziert - ausgeschrumpt
- + 2 chemisch modifiziert - nicht ausgeschrumpt
- ▲ 3 physikalisch modifiziert - ausgeschrumpt
- 4 physikalisch modifiziert - nicht ausgeschrumpt

Abb. 13: Veränderung der Schlingenhäufigkeit von LB-Garnen



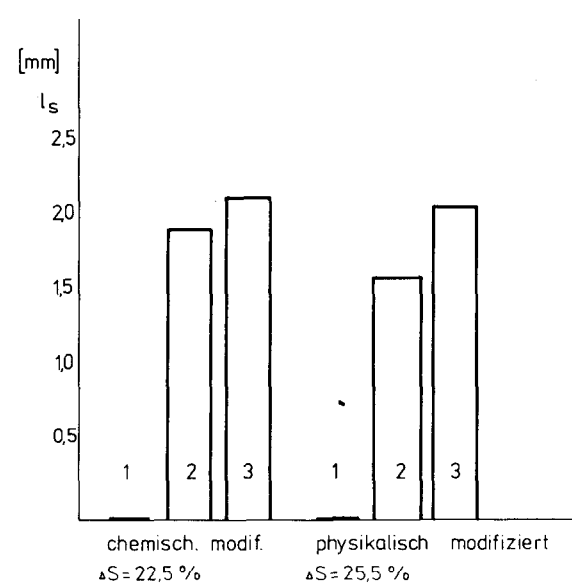
- 1 chemisch modifiziert - ausgeschrumpt
- + 2 chemisch modifiziert - nicht ausgeschrumpt
- ▲ 3 physikalisch modifiziert - ausgeschrumpt
- 4 physikalisch modifiziert - nicht ausgeschrumpt

Abb. 15: Veränderung der Schlingengröße von LB-Garnen



- 1 glatter Faden
- 2 texturierter Faden - nicht ausgeschrumpt
- 3 texturierter Faden - ausgeschrumpt

Abb. 14: Veränderung der Schlingenhäufigkeit von LB-Garnen



- 1 glatter Faden
- 2 texturierter Faden - nicht ausgeschrumpt
- 3 texturierter Faden - ausgeschrumpt

Abb. 16: Veränderung der Schlingengröße von LB-Garnen

texturietechnologie und der Qualitätsparameter lufttexturierter Garne unerlässlich sind.

Aus den Abbildungen 13 und 14 ist die Veränderung der Schlingenhäufigkeit bei LB-Garnen in Abhängigkeit vom Schrumpfungunterschied der Polyesterkomponente ersichtlich. Die beiden graphischen Darstellungen — die eine für chemisch modifizierte, die andere für physikalisch modifizierte Endlosfäden — lassen erkennen, daß sich mit den veränderten Schrumpfwerten der Elementarfäden, die das Luftbauschgarn bilden, die Schlingenhäufigkeit wesentlich verändert.

Vergleichen wir die in Abbildung 13 und 14 dargestellten Zusammenhänge mit jenen der Abbildung 3, die Garntiter- und Schrumpfvermögen eines LB-Garns kennzeichnen, so erkennen wir, daß der Anstieg der Schlingenhäufigkeit mit der Erhöhung des Titers des texturierten Garns annähernd proportional verläuft. Das Blockdiagramm in Abbildung 14 veranschaulicht die Veränderung der Schlingenhäufigkeit von LB-Garnen aus chemisch und physikalisch modifizierten Polyesterendlosfäden (üblicher Schrumpfwert 30 %). Im Falle der aus chemisch modifizierten Polyesterendlosfäden hergestellten LB-Garne ist ein Ansteigen der Schlingenanzahl um 114,9 % zu erkennen. Ein annähernd gleicher Anstieg der Schlingenhäufigkeit ist auch bei den physikalisch modifizierten, schrumpfbaren Polyesterendlosfäden zu verzeichnen.

Die Abbildung 15 stellt den Zusammenhang zwischen der Schlingengröße von LB-Garnen einerseits und dem Schrumpfvermögen der Polyesterendlosfäden andererseits dar.

Der Abbildung 16 ist zu entnehmen, daß ein ansteigender Schrumpfwert keine wesentliche Steigerung der Schlingengröße bewirkt.

### 5. 5 Stabilität der LB-Garne

Bekanntlich befinden sich in LB-Garnen, die mit einer großen Voreilung hergestellt wurden, einige Schlingen, die einfach mit der Hand aus dem Garngefüge herausgezogen werden können. Werden die Schlingen auf diese Art und Weise aus dem Garn entfernt, so können sie sich nach der Entspannung nicht mehr im Garn neu bilden.

Auf Grund dieser Tatsache ist jegliche mechanische Entfernung von Schlingen im Hinblick auf die Weiterverarbeitung der Garne zu textilen Flächengebilden als Nachteil anzusehen. Sie bewirkt nicht nur eine Verringerung des Garnvolumens, sondern erhöht die Ungleichmäßigkeit in der Ware; daher ist es unerlässlich, jedes lufttexturierte Garn auf die Stabilität seines Textureffekts zu prüfen. Dies wird mit Hilfe des Garnunstabilitätstests durchgeführt. Das Garn wird einer gewissen Spannung ausgesetzt und die permanente (irreversible) Längenveränderung des LB-Garns bei einer gewissen Belastung bestimmt (z. B. mit der von Du Pont entwickelten Prüfmethode). Nach dieser Methode kann z. B. ein lufttexturiertes Taslan-Garn eine Unstabilität von 0 bis 5 % aufweisen. Ein LB-Garn ist umso stabiler, d. h., es weist einen umso permanenteren Texturiereffekt auf, je niedriger der Prozentwert ist, der seine Unstabilität kennzeichnet.

Die Abbildung 17 stellt die Unstabilität von LB-Garnen in Abhängigkeit vom Schrumpfvermögen der Polyesterseide dar.

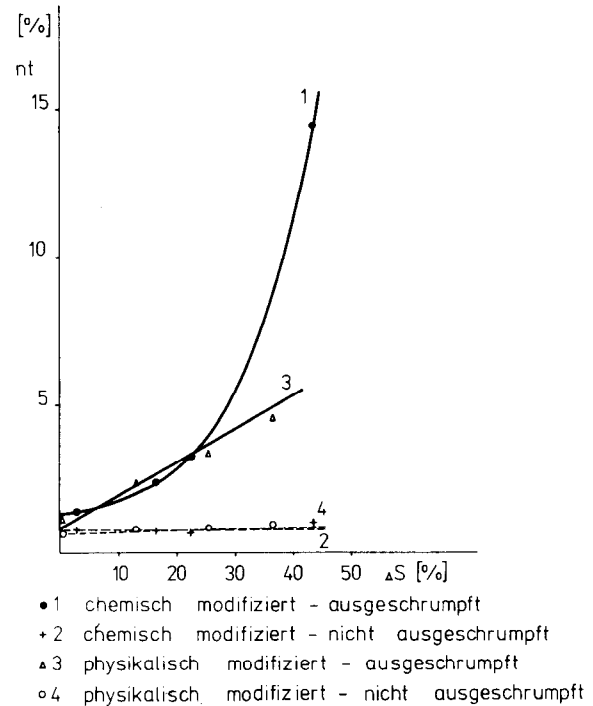


Abb. 17: Veränderung der Unstabilität von LB-Garnen

Mit steigenden Schrumpfwerten wird auch eine Erhöhung der Garnunstabilität festgestellt. Bis zu einem Schrumpfwert von 40 % bewegt sich der Garnunstabilitätswert der aus physikalisch modifizierten Polyesterendlosfäden erzeugten LB-Garne im Bereich bis zu 5 %. Bei LB-Garnen, die aus chemisch modifizierten Polyesterendlosfäden hergestellt sind, kann jedoch der Wert der Garnunstabilität bei einem 40%igen Schrumpfwert sogar bis auf 15 % ansteigen.

Wird die Stabilität von LB-Garnen geprüft, wirft sich folgende Frage auf: Wie verändert sich bei der Prüfung der Garnstabilität die Geometrie der Elementarfäden im Garn?

Eine Antwort auf diese Frage geben uns die nach der Prüfung der Garnstabilität festgelegten Werte der Schlingenhäufigkeit und -größe. Es konnte bewiesen werden, daß sich die Schlingenhäufigkeit nicht verringert. Dies bedeutet, daß im Deformationsbereich des Garns während des Tests der Garnstabilität nur eine Längenveränderung der Elementarfäden zustande kommt, die jedoch kein Herausziehen bzw. Entfernen der Schlingen zur Folge hat.

### 5. 6 „SVS-Wert“ von LB-Garnen

Die Erforschung und Beurteilung der Qualitätsmerkmale lufttexturierter Garne führt auch zur Prüfung einzelner physikalisch-mechanischer Merkmale texturierter Garne. Während der Untersuchung des Einflusses physikalisch-mechanischer Eigenschaften glatter Endlosfäden auf die Qualität des texturierten Garns konnte festgestellt werden, daß es keinesfalls genügt, einzelne Qualitätsparameter der Fertiggarne isoliert zu testen und auszuwerten. Nicht alle physikalisch-mechanischen Eigenschaften wirken sich nämlich in gleichem Maße auf die Qualität und somit auch auf den Gebrauchswert des Fertigerzeugnisses aus. Es lag daher nahe, aus einigen Qualitätsparametern, und



zwar den wichtigsten von LB-Garnen, einen Zahlenwert zu bilden, der optimal als objektives Kriterium aller betrachteten Garneigenschaften dienen könnte.

Physikalisch-mechanische Eigenschaften (Garnparameter), die in LB-Garnen in einer gewissen Übereinstimmung sein sollen und einen gewissen Zusammenhang aufweisen müssen, sind:

- die Voluminösität,
- die Stabilität bzw. die Beständigkeit des Texturierungseffekts und
- die Schlingenhäufigkeit.

Aus diesen drei wichtigen Garnparametern wurde ein gemeinsamer Zahlenwert, der SVS-Wert, gebildet, der mit der folgenden allgemeinen Formel beschrieben werden kann:

$$\text{SVS-Wert} = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n,$$

wobei

- $x_i$  = einzelne physikalisch-mechanische Eigenschaften (Parameter) des LB-Garns,
- $x_1$  = das Garnvolumen  $v$  ( $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ ),
- $x_2$  = die Garnstabilität  $st$  ( $\%$ ) und
- $x_3$  = die Schlingenhäufigkeit  $c_s$  ( $c_s \cdot \text{cm}^{-1}$ )

darstellen.

$$\text{Garnstabilität} = e_t - e_p \text{ (\%)}$$

$$\text{Garnstabilität} = \frac{1}{e_t - e_p} \text{ (\%)}$$

wobei:

- $e_p$  = die Dehnung der glatten Endlosfäden in  $\%$  (bei einer Belastung von  $3,0 \text{ g} \cdot \text{tex}^{-1}$ ),
- $e_t$  = die Dehnung des texturierten Garns in  $\%$  (bei einer Belastung von  $3,0 \text{ g} \cdot \text{tex}^{-1}$ ),

darstellen.

In Abbildung 18 ist der Zusammenhang zwischen dem

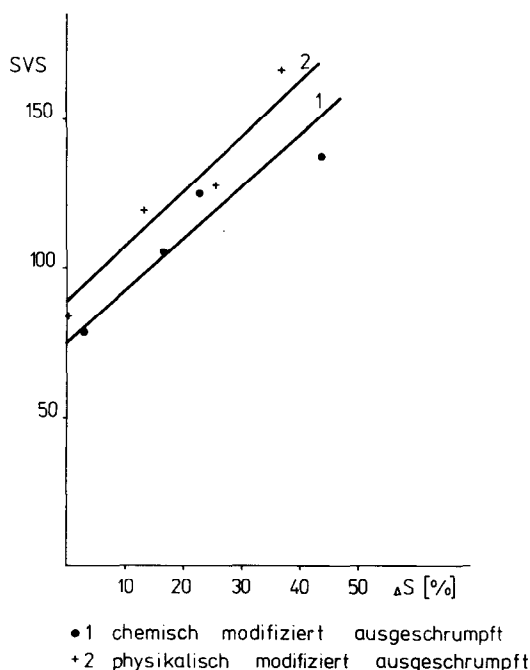


Abb. 18: SVS-Wert

SVS-Wert eines LB-Garns einerseits und dem Schrumpfungunterschied eines chemisch und physikalisch modifizierten Polyesterfadens andererseits veranschaulicht.

Der graphischen Darstellung ist zu entnehmen, daß sich der SVS-Wert in Abhängigkeit vom Schrumpfungunterschied der nach beiden Arten modifizierten Endlosfäden erhöht. Dabei ist festzustellen, daß ein physikalisch modifiziertes Material einen etwas höheren SVS-Wert ergibt. Verständlicherweise kann ein auf diese Weise formulierter SVS-Wert nicht in allen Punkten die Qualität und den Gebrauchswert von LB-Garnen, die schrumpfbare Elementarfäden enthalten, kennzeichnen. Trotzdem kann er als ein Kriterium betrachtet werden, das einen objektiven Blick in das komplexe Gebiet der Auswertung der Qualitätsparameter und Eigenschaften dieser neuen Garnart, d. h. der lufttexturierten Garne, gestattet.

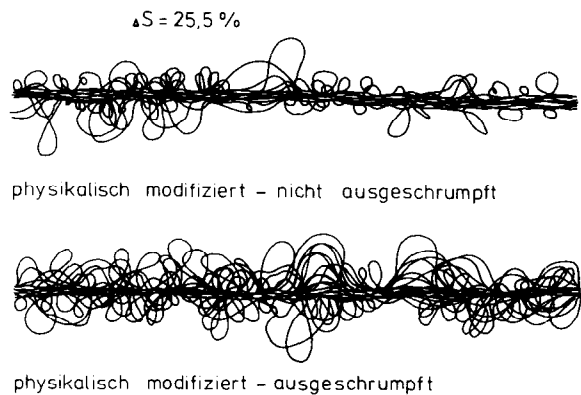
## 6. Oberflächenbeschaffenheit der LB-Garne und Qualität der Garnwicklung auf der Spule

Die Oberflächenbeschaffenheit lufttexturierter Garne wird vor allem von folgenden Parametern bestimmt:

- Größe, Form und Häufigkeit der Schlingen,
- Art der Präparation und Präparationsauftrag.

Die Schlingengröße wird durch das Texturiersystem, das Verhältnis der Effekt- und Grundfadenzuführung (die Voreilung), die Abzugsspannung des Texturgarns, den Schrumpfungunterschied der Elementarfäden im LB-Garn usw. bestimmt. Die Schlingenform ist von der Feinheit der Elementarfäden (dem Einzeltiter) und ihrer Steifigkeit abhängig. Die Steifigkeit selbst wird von der Art des verwendeten Ausgangsmaterials, dem Faserquerschnitt usw. bestimmt. Das Texturiersystem und der Luftdruck spielen natürlich eine bedeutende Rolle und wirken sich sowohl auf die Schlingenhäufigkeit als auch auf die Form der Schlingen aus. Die Schlingengröße beeinflusst sehr wesentlich die Oberflächeneigenschaften eines LB-Garns. Sind Garne mit langen Schlingen vorhanden, so droht beim Abzug des Garns von der Spule das Ineinanderhängenbleiben einzelner Schlingen. Der Fadenablauf von der Spule wird schwieriger und wirkt sich negativ auf die Laufeigenschaften der Garne aus. Aus diesem Grunde empfiehlt sich bei der Verarbeitung von LB-Garnen auf Strickmaschinen die Verwendung von Speicherfournisseuren bzw. eine positive Fadenzuführung.

Bei aus LB-Texturgarnen erzeugten textilen Flächengebilden kann auch ein Kletteneffekt entstehen, womit ein Ineinanderhängen zweier Flächen, seien sie gewebt oder gestrickt, zu verstehen ist. Dieser unerwünschte Effekt kann durch eine entsprechende Wahl des Ausgangsmaterials und eine richtige Steuerung des Texturierungsprozesses reduziert und eventuell völlig eliminiert werden. So wird z. B. ein geringerer Kletteneffekt durch die Anwendung von feintitrigen Endlosfäden erzielt. Der Einzeltiter des Ausgangsmaterials sollte sich im Bereich von ca. 2 dtex bewegen, wobei ein noch feinerer Einzeltiter als 2 dtex zu empfehlen ist. Eine größere Anzahl gleichmäßiger, kleinerer Schlingen verleiht dem lufttexturierten Garn einen baumwollähnlichen Charakter und wirkt sich positiv auf seine Laufeigenschaften aus. Die Art und Auftragsmenge der Präparation beeinflusst den Reibungskoeffizienten der LB-Garne und kann somit ebenfalls



Luftblastexturierte Garne mit einem Schrumpfunterchied der verwendeten physikalisch modifizierten Endlosfäden und der nichtmodifizierten Fäden 25,5 ‰. Es ist ein deutlicher Unterschied zwischen dem Ausgangsmaterial und dem bei Kochtemperatur nach dem Schockverfahren ausgeschrumpten Material zu sehen, insbesondere was die Schlingenhäufigkeit und -größe anbelangt

Abb. 19: LB-Garn

die Verarbeitung der Garne auf den Produktionsmaschinen begünstigen.

Die Qualität der Garnwicklung auf der Spule wird durch folgende zwei Parameter bestimmt:

- die Wicklungsform und
- die Wicklungsdichte.

Wird eine entsprechende Wicklungsform und -dichte gewählt, so kann das Auftreten des erwähnten unerwünschten Kletteneffekts vermieden und somit das Laufverhalten des Garns auf der Maschine günstig beeinflusst werden. Es wird eine Konizität der Kreuzspulen von 5<sup>057</sup> empfohlen.

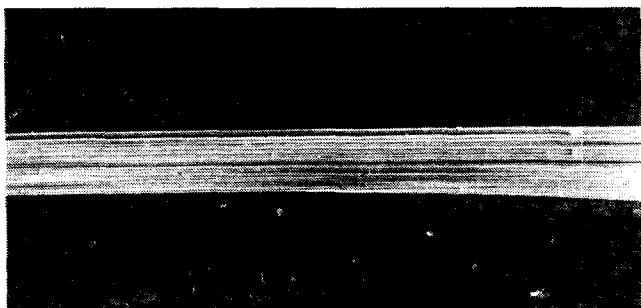


Abb. 20 a: Nichtmodifiziertes Ausgangsmaterial Slotera dtex 84 f 36 für nach dem hybriden Texturierverfahren erzeugte Garne

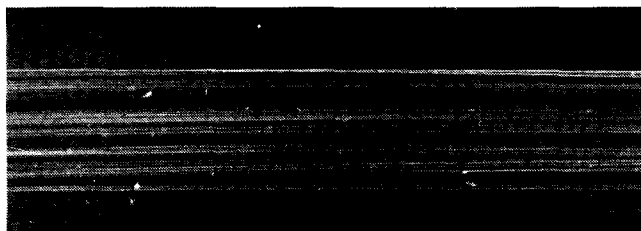


Abb. 20 b: Physikalisch modifiziertes Ausgangsmaterial Slotera dtex 84 f 36 für nach dem hybriden Texturierverfahren erzeugte Garne

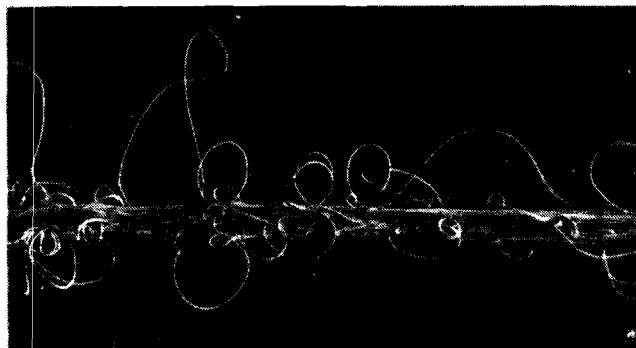


Abb. 20 c: Luftblastexturiertes Garn aus einem Ausgangsmaterial, wie es in den Abbildungen 20 a und 20 b angeführt ist. Beim Garn im Rohzustand ist ein Unterschied zwischen dem Grundfaden aus modifizierter Seide und dem Effektfaden aus nichtmodifizierter Seide ersichtlich

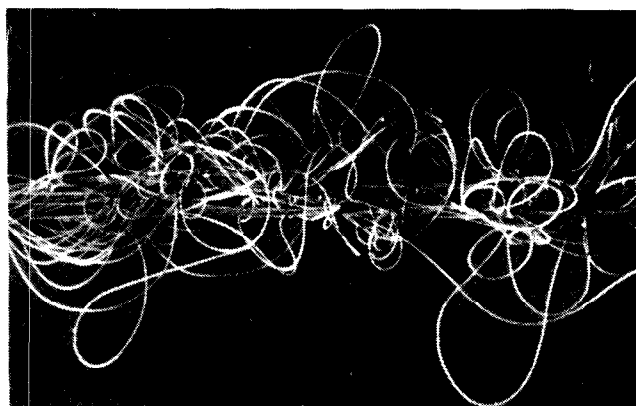


Abb. 20 d: Luftblastexturiertes Garn, ausgeschrumpt bei Kochtemperatur nach dem Schockverfahren, durch das ein wesentlicher Unterschied im Charakter des Garns verursacht wird. Durch das Schrumpfen wird der Titer und das Garnvolumen wie auch die Schlingenhäufigkeit und -größe erhöht

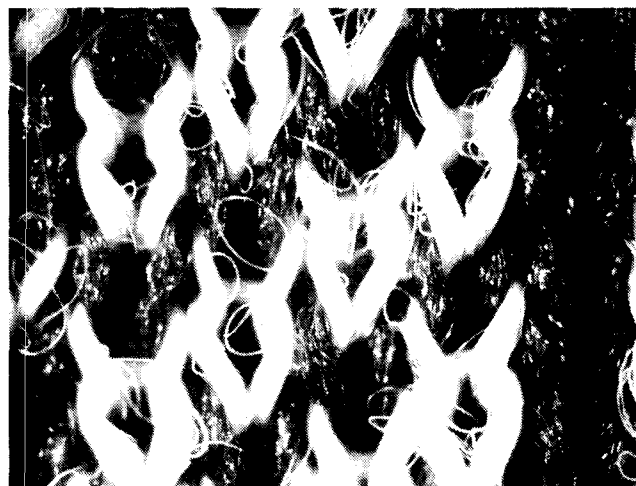


Abb. 21 a: Gestricke aus falschdrahttexturierterm Garn (dunkel) und lufttexturierterm Garn (licht) — unbehandelt

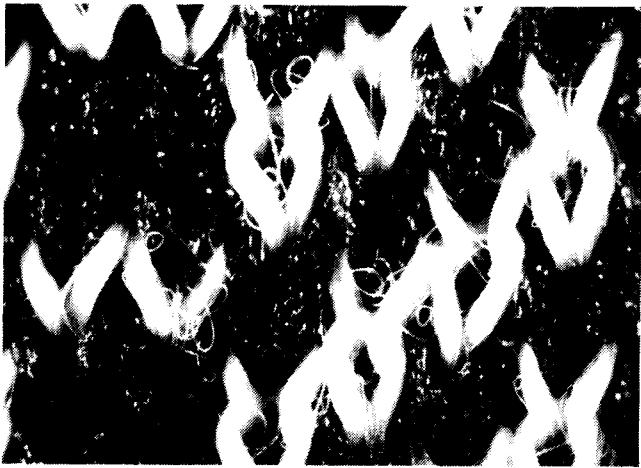


Abb. 21 b: Gestricke nach der Heißluftfixierung bei 160° C. Durch die Thermofixierung wird der Charakter der Ware verändert

Das Verhalten lufttexturierter Garne während ihrer Verarbeitung zu textilen Flächengebilden ist von der Anzahl und Feinheit der Elementarfäden, der Größe, der Form und Häufigkeit der Schlingen und Bögen, der Art und Auftragsmenge der Präparation, der Form, der Härte und Größe der Wicklung und von anderen Parametern abhängig. Der Komplex der soeben erwähnten Einflußgrößen wirkt sich im Prinzip auf den Fadenablauf von der Spule und dadurch auf die Maschenbildung durch die Arbeitsmechanismen der Strickmaschine aus. Wir können daher behaupten, daß der Fadenablauf von der Spule eine Funktion der die Oberflächenbeschaffenheit des Garns ergebenden Merkmale und der Form und Dichte der Wicklung darstellt (Abb. 19, 20, 21).

### 7. Einsatzmöglichkeiten lufttexturierter Filamentgarne mit spinnfaserähnlichem Charakter in der Textilindustrie

Lufttexturierte Garne finden dank ihrer positiven Eigenschaften Einsatz in sämtlichen Gebieten der Textilindustrie. Sie werden zu Geweben und Maschenstoffen, in jüngster Zeit sogar zu Non-wovens verarbeitet. Die Anwendungsmöglichkeiten der aus diesen Garnen hergestellten Fertigerzeugnisse sind sehr mannigfaltig, wobei diese Vielseitigkeit mit der Materialzusammensetzung und Fadenfeinheit in engem Zusammenhang steht.

Die Vorteile lufttexturierter Filamentgarne mit spinnfaserähnlichem Charakter, verglichen mit gesponnenen Garnen, sind folgende:

- geringere Pillneigung (bei entsprechender Konstruktion des Garns und des Flächengebildes),
- geringerer Glanz,
- höhere Scheuerfestigkeit,
- höhere Reißfestigkeit und überwiegend auch bessere Gleichmäßigkeit der Festigkeitswerte, was höhere Leistungen der Maschine bei der Erzeugung von textilen Flächengebilden bewirkt,
- gleichmäßigere Struktur der LB-Garne gegenüber gesponnenen Garnen gleicher Nummer; Schlingengarne weisen einen wesentlich größeren Garn-

durchmesser als Stapelfasergarne mit gleicher Nummer auf, was ein besseres Deckvermögen im Erzeugnis zur Folge hat und darüber hinaus auch eine Materialersparnis und eine Verringerung des Gewichts bei textilen Fertigprodukten bewirkt,

- günstigere bekleidungsphysiologische Werte.

Als Nachteile lufttexturierter Garne sind zu erwähnen:

- schwieriger Fadenablauf von der Vorlagespule bei der Verarbeitung auf Strickmaschinen; aus diesem Grunde wird, wie bereits erwähnt, die Anwendung von Speicherfournisseuren bzw. eine positive Fadenzuführung empfohlen,
- Kletteneffekte (Aneinanderhängen zweier Flächen), insbesondere bei der Verarbeitung von Garnen mit größeren Schlingen und bei Garnen aus grobtitrierten Elementarfäden.

Lufttexturierte Garne finden zur Zeit in folgenden textilen Erzeugnissen Anwendung:

- Möbelstoffe — gewebt, gestrickt bzw. gewirkt,
- Gardinstoffe,
- Mantelstoffe — gewebt, gestrickt bzw. gewirkt,
- Anzugsstoffe — gewebt, gestrickt bzw. gewirkt,
- Kleiderstoffe, Gewebe und Maschenstoffe,
- Hemden- und Blusenstoffe,
- Obertrikotagen, Jacken, Pullover u. ä.,
- Bänder und Posamenterieartikel,
- Spitzen,
- Stickartikel,
- nähgewirkte Stoffe — hergestellt auf Maschinen des Typs Arachne, Malimo, u. a.,
- Gewebe für Filtrationszwecke und
- Textilien für gewisse medizinische Artikel.

Auch scheinen sich den lufttexturierten Endlos Garnen interessante Einsatzmöglichkeiten in Double-Jerseystoffen und in Interlockwaren zu erschließen. Es handelt sich dabei z. B. um Damen- und Herrenoberbekleidungsartikel, hergestellt auf Maschinen mit 18er-Teilung, bzw. um Single-Jerseystoffe für DOB, hergestellt auf Maschinen mit 28er-Teilung. Es wird mit einem umfangreichen Einsatz dieser Garne auch in Kettengewirken gerechnet. In dieser Hinsicht sind gute Möglichkeiten für Raschelmaschinen zu erwarten.

### 8. Schlußfolgerungen

Abschließend wird über jene Ausführungen, die sich auf die Ergebnisse der Forschungsarbeiten bei der Herstellung und Anwendung lufttexturierter Filamentgarne beziehen, folgende Zusammenfassung gegeben:

- Durch den Texturierungsprozeß wird bei der Herstellung von LB-Garnen durch Luftverwirbelung ein gegenseitiges Verschlingen der Elementarfäden mit einem Faden bzw. mehreren Fäden einer Multifilseide auf solche Weise bewirkt, daß ein möglichst homogenes Garn mit herausragenden Schlingen und Bögen entsteht. Dies ist jedoch nicht nur durch das Texturiersystem zu erreichen, da dieses selbst von einer Reihe von Einflußgrößen, insbesondere aber von den Eigenschaften des Ausgangs-

materials einschließlich der Oberflächenbeschaffenheit der Fäden, bestimmt wird.

- Es konnte nachgewiesen werden, daß durch den Einsatz modifizierter schrumpfbarer Fäden in einem Teil des Garngefüges ein stärker ausgeprägter Texturiereffekt erzielt werden kann. Während des Schrumpfvorgangs wird eine weitere Steigerung des Bauscheffekts erzwungen; dies bezieht sich insbesondere auf den Fadenkern. Weiterhin wird auch die Schlingenhäufigkeit gesteigert, ohne jedoch die Schlingenlänge wesentlich zu vergrößern (bei  $\Delta S$  10 und 20 %).
- Es wird von der Voraussetzung ausgegangen, daß Unterschiede im Schrumpfvermögen einzelner Elementarfäden eine Veränderung der Bögen- und Schlingenfrequenz und der Amplitude der Elementarfäden hervorrufen. Dies kommt in einem veränderten Oberflächencharakter des LB-Garns zum Ausdruck.
- Der wichtigste Vorteil von LB-Garnen der beschriebenen Art ist ein größeres Volumen, ein höheres Deckvermögen und ein warmer und voller Griff, der mit konventionellen Texturgarnen nicht zu erzielen ist. Dies sind die wichtigsten Merkmale, die den LB-Garnen das Aussehen und den Griff gesponnener Garne verleihen.
- Durch die Anwendung des *hybriden Texturierverfahrens* können neuartige LB-Garne konstruiert werden, die sich für die Herstellung verschiedener textiler Flächengebilde als geeignet erweisen. Sie haben sich in erster Linie bei den Bekleidungs- und Heimtextilien bewährt. In gewissem Maße kann man sie auch für spezielle Textilien, z. B. für technische oder medizinische Zwecke, einsetzen.
- Was die physikalisch-mechanischen Eigenschaften lufttexturierter Garne anbelangt, so konnten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den Garnen festgestellt werden, die physikalisch und chemisch modifizierte, schrumpfbare Polyesterendlosfäden enthielten. In der weiteren Etappe unserer Forschungsarbeit wird der Einfluß der Modifikation auf die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der aus diesen Garnen erzeugten Maschenstoffe bzw. Gewebe untersucht.
- Als optimale Schrumpfungsdifferenz der beiden ein LB-Garn bildenden Komponenten kann je nach dem gewünschten Charakter des lufttexturierten Garns der Wert  $\Delta S$  20 bis 30 % empfohlen werden. Ein ausgeprägter Texturiereffekt konnte jedoch bereits bei  $\Delta S$  10 % erzielt werden.
- Im Hinblick auf den Anwendungszweck und Charakter können LB-Garne folgendermaßen unterteilt werden:
  - LB-Garne für Heimtextilien im Titerbereich zwischen 800 und 3000 dtex,
  - LB-Garne für Bekleidungstextilien im Titerbereich zwischen 100 und 600 dtex,
  - LB-Garne für die Anwendung in Webereien,
  - LB-Garne für Strick- und Wirkwaren,
  - LB-Garne mit wollartigem Charakter und
  - LB-Garne mit baumwollartigem Charakter.

Zur Weiterentwicklung der Technik und Techno-

logie der Lufttexturierung sind jedoch noch folgende Aufgaben zu lösen:

- ein geringerer Verbrauch an Preßluft,
- ein niedrigerer Luftdruck,
- höhere Texturiergeschwindigkeiten,
- größere Endspulenformate,
- konische Kreuzspulen als Endspulen der Texturiermaschine,
- die Möglichkeit des Direktfärbens der Endspulen (ohne Umspulen) und
- ein integriertes Strecktexturier- und Thermofixierverfahren.

Diese Aufzählung zeigt deutlich, daß dies keinesfalls zu unterschätzende Aufgaben sind. Da es sich um ein komplexes, interdisziplinäres Gebiet handelt, setzt die erfolgreiche Lösung der aufgeworfenen Probleme eine enge und zielorientierte Zusammenarbeit der Chemiefaserhersteller, der Textiltechnologen und der Konstrukteure von Textilmaschinen voraus. Nur eine kooperativ durchgeführte gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeit kann zu positiven Ergebnissen führen und dem Textilmarkt das gewünschte Endprodukt zur Verfügung stellen.

#### Literatur

- 1) New Fiber and Yarn Variants Among Latest Raw Materials for Knitting; Knitting Times 27, 14 - 19 (1977); Clemson-NKOA Conference
- 2) R. M. Dillon: Textured Polyester; Barometer Rising; Knitting Times 27, 22 - 26 (1977)
- 3) Textured Filament Growth Forecast; Knitting Industry 2, 20 (1977)
- 4) W. J. Armfield: Textured Yarns in Knitwear; Knitting Industry 8, 14 - 15, 27 (1977)
- 5) ICI Launch Spuntext Yarn in Knitwear; Knitting International 1007, 55 - 56, 80 (1977)
- 6) F. H. Haberstock: Jerseyqualitäten aus 100 % Polyester-spinnfasergarnen bzw. in Kombination mit texturierter Polyesterfilamentgarnen; Chemiefasern 5, 448 - 452 (1977)
- 7) Ch. Reichman: New Air-jet Units Being Developed for Spunlike Filament Yarns; Knitting Times 32, 18 (1977)
- 8) Shirley Conference Sees Expansion of Polyester Fibre and Yarns Use; Knitting Times 32, 18 (1977)
- 9) K. Sperschneider: Entwicklung von Syntheseseiden mit garnähnlichem Charakter; Informationen Trikotagen und Strümpfe 12, 3 - 7 (1977)
- 10) E. W. Morawek: Texturiermaschinenentwicklung; Mel-liand Textilber. 8, 640 - 642 (1977)
- 11) J. S. Rumsey: The Battle Between Texturing and Spinning; Fibre Producer 8, 6 (1977)
- 12) B. Piller: Producer-textured Yarns and Texturing Forecasts Estimated Following ITMA 71; in Piller B. u. Kol.: Bulked Yarns; Text. Trade Press, Manchester, SNTI, Praha S. 512 (1973)
- 13) B. Piller: Neuartige Filamentgarne in der Textilindustrie; Chemické vlákna 3/4, 112 - 130 (1976)
- 14) B. Piller: Luftblasttexturierte Garne; Vortrag anl. des Symposiums „Neue Technik in den Webereien“; Vysoké Tatry, Strbské Pleso, Mai 1977
- 15) V. Bezemek: Luftblasttexturierte Fadengebilde, ihre Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten; Vortrag anl. der Konferenz „Spitzenleistungen auf dem Gebiet der Entwicklung von Textilmaschinen — neue Texturiermaschinen“; Liberec, Oktober 1977

- 16) G. Brehm: Luftblastexturieren von Polyester und anderen Endlosfäden; Reutlinger Texturierkolloquium, November 1977
- 17) R. Kobler: Fortschritte durch Einsatz texturierter Endlosgarne mit veränderter Struktur; Vortrag anl. des XXI. Kongresses der IFWS, Karl-Marx-Stadt, September 1976
- 18) G. Heine: Moderne Fadenkonstruktionen - neue Aspekte für die Wirkerei und Strickerei; Bekleidung und Maschenware 3, 103 - 106 (1976)
- 19) B. Pillar, V. Lacko: Neue Erkenntnisse über luftblastexturierte Garne; Vortrag anl. der XI. Konferenz „Faserbildende Polymere und ihre Verarbeitung“; Vysoké Tatry, Strbské Pleso, Mai 1978
- 20) F. Maag: Einfluß der Garnerzeugungstechnologien auf die Herstellung von Web- und Maschenwaren; Melliand Textilber. 10, 791 - 795 (1977)
- 21) W. Gessner: Bekleidungs- und Heimtextilien mit mehreren Garnkomponenten — Möglichkeiten und Probleme der Mischverarbeitung verschiedenartiger Garne; Text. Prax. 9, 1084 - 1094 (1977)
- 22) J. Lünenschloß: Texturierverfahren — ihre Entwicklung und Bedeutung; Reutlinger Texturierkolloquium, November 1977
- 23) D. Taubner: Texturseiden mit garnähnlichem Oberflächencharakter und verbessertem Gebrauchswert; Textiltech. 1, 40 - 43 (1978)
- 24) US Pat. 3,222.859 (1965)
- 25) US Pat. 3,447.302 (1969)  
US Pat. 3,394.440 (1968)  
Brit. Pat. 732.929 (1952)
- 26) Brit. Pat. 1,194.506 (1967)
- 27) DOS 1,760.987 (1968)
- 28) Brit. Pat. 2,409.053 (1973)
- 29) DOS 1,804.525 (1968)
- 30) DOS 1,660.176 (1966)  
DOS 1,710.562 (1966)  
DOS 1,660.267 (1966)  
DOS 1,710.629 (1967)  
DOS 1,710.614 (1967)  
DOS 1,785.442 (1967)  
DOS 1,660.332 (1967)  
DOS 1,660.591 (1967)  
DOS 1,928.041 (1968)  
DOS 1,930.608 (1968)  
DOS 1,931.484 (1968)  
DOS 1,935.350 (1968)  
DOS 1,937.926 (1968)  
DOS 1,785.344 (1968)  
DOS 1,785.659 (1968)  
DOS 2,008.338 (1969)  
DOS 2,065.062 (1969)  
DOS 1,943.957 (1969)  
DOS 2,062.273 (1969)  
DOS 2,065.751 (1970)  
DOS 2,116.718 (1970)  
DOS 2,123.927 (1970)  
DOS 2,155.094 (1970)  
DOS 2,258.342 (1971)  
DOS 2,412.449 (1973)  
DOS 2,501.393 (1974)  
DOS 2,510.066 (1974)  
DOS 2,510.067 (1974)  
DOS 2,515.471 (1974)
- 31) US Pat. 2,115.185 (1970)
- 32) DOS 2,206.097 (1972)  
DOS 2,065.061 (1969)
- 33) DOS 2,416.416 (1974)  
DOS 2,419.105 (1974)
- 34) DPS 1,760.087 (1968)
- 35) US Pat. 2,962.794 (1954)
- 36) US Pat. 2,110.151 (1961)
- 37) US Pat. 3,103.098 (1961)
- 38) US Pat. 3,199.281 (1961)
- 39) Brit. Pat. 1,022.431 (1962)
- 40) US Pat. 3,200.576 (1963)
- 41) Brit. Pat. 1,177.502 (1965)
- 42) US Pat. 3,423.809 (1967)
- 43) US Pat. 3,457.610 (1967)
- 44) Brit. Pat. 1,216.883 (1967)
- 45) Brit. Pat. 1,271.834 (1968)
- 46) US Pat. 3,453.709 (1968)
- 47) DPS 1,913.689 (1968)
- 48) Cs. Pat. 175.764 (1976)

#### Diskussion

**Köb:** In Ihrem Vortrag erwähnten Sie eine chemisch und eine physikalisch modifizierte Komponente. Ich hätte nur gerne klargestellt, ob ich Sie ganz richtig verstanden habe: Besteht das Verfahren darin, daß man einen modifizierten und einen normalen Faden gemeinsam der Texturieranlage zuführt, sodaß die modifizierte Komponente später schrumpft und die andere, nicht modifizierte, lockerliegende Komponente verwirbelt wird?

**Pillar:** Ja, das ist ganz richtig. Chemisch modifiziert ist die Polyesterseide mit einem Gehalt von 8% Isophthalsäure, physikalisch modifiziert wurde sie durch Verstreckung unter Wärmeeinwirkung. Beide Komponenten bewirken das hohe Schrumpfvermögen des Fadens.

**Riggert:** Ihre physikalische Modifizierung erfolgt offenbar durch die Verstreckung einer Homopolyesterfaser unter solchen Bedingungen, daß eine relativ hohe Orientierung des Polyesterfadens erreicht wird, der kristalline Anteil aber niedrig bleibt. Dadurch kann es zu keiner Vernetzung der Molekülketten kommen, woraus das hohe Schrumpfvermögen resultiert.

**Greenwood:** Wie messen Sie das spezifische Volumen des Garns, und wie sehen Sie die Lufttexturierung von Einfachgarnen?

**Pillar:** Zur Messung des spezifischen Volumens bedienen wir uns eines bei uns entwickelten Gerätes, das den üblichen Prüfmethode entspricht. Es werden 50 cm<sup>3</sup> des Garns gewogen, und daraus wird das spezifische Volumen ermittelt.

Bei der Lufttexturierung von Einfachgarnen sehe ich das Problem in der geringen Stabilität der Garne. Das Problem kann mit einfachen heterogenen Z-Fäden gelöst werden, wie im Vortrag erwähnt wurde.

**Kerenyi:** Kommt die in der CSSR hergestellte Mirlan-Lufttexturiermaschine noch zum Einsatz?

**Pillar:** Wir haben niemals Lufttexturiermaschinen gebaut. Bei uns wird lediglich die Mirlan-2B-Düse erzeugt, welche in die Berliner-Lufttexturiermaschine eingebaut wird.

## Neue Möglichkeiten zum Bedrucken von Polyester-Baumwoll-Fasermischungen

Dr. Hermann Schwab  
BASF AG, Ludwigshafen

Polyester-Baumwoll-Fasermischungen sind für den Textilveredler wie auch für den Verbraucher sehr interessant. Aus diesen Fasermischungen lassen sich sehr leichte und kostengünstige Gewebe mit hoher Reißfestigkeit und guten Trageeigenschaften herstellen.

Angesichts dieser Vorteile ist der Anteil dieser Fasermischungen an der Gesamtmenge bedruckter Textilien nicht sehr bedeutend; ihr begrenzter Einsatz ist offensichtlich u. a. auf die bekannten Probleme bezüglich der Echtheiten und der verfahrenstechnischen Schwierigkeiten der angewandten Druckverfahren zurückzuführen.

Nach wie vor dominiert auf diesem Sektor der Pigmentdruck, obwohl in den letzten Jahren in zunehmendem Maße auch andere Farbstoffsysteme eingesetzt worden sind. In erster Linie sind dies Kombinationen von ausgewählten Reaktiv- und Dispersionsfarbstoffen. Von den Farbstoffherstellern sind große Anstrengungen unternommen worden, um dieses System zu verbessern und neue Systeme für den Druck von Polyester-Baumwoll-Mischgeweben zu entwickeln.

Die <sup>®</sup>Cellestrenfarbstoffe\* sind ein neues Sortiment einheitlicher Farbstoffe, die in einem Fixierprozeß gleichzeitig sowohl auf Baumwolle als auch auf Polyester fixiert werden. Diese neuen Farbstoffe bieten eine Reihe von Vorteilen gegenüber den anderen bekannten Farbstoffklassen, die für diese Fasermischung Anwendung finden. Mit den Cellestrenfarbstoffen sollte es daher gelingen, den Polyester-Baumwoll-Fasermischungen eine breitere Anwendung auf dem Druckereisektor zu verschaffen.

Polyester-cotton fibre blends are of extreme interest for textile finishers and for consumers. Such blends can be used to produce very light and unexpensive fabrics having high tensile strength and good wearing properties.

With this in mind, the proportion of such blends as measured against the total amount of printed textiles is not very important; the limited use is apparently also due to the well-known problems with fastness and with difficulties experienced during printing processes.

Pigment printing is still dominant in this sector although other dye systems have been used to an increasing extent over the past few years. These are mainly combinations of selected reactive and disperse dyes. Dyestuff manufacturers have put a great deal of effort into improving this system and developing new systems for printing of polyester-cotton blend fabrics.

<sup>®</sup>Cellestren dyes\*\* comprise a new range of homogeneous dyes which are fixed simultaneously both to cotton and polyester in one process. The new dyes offer a number of advantages over other classes of dyes which are used for such fibre blends. Using Cellestren dyes it should thus be possible for polyester-cotton fibre blends to achieve greater popularity in the printing sector.

\* Eingetragenes Warenzeichen der BASF AG.

\*\* Registered trademark by BASF AG.

### 1. Bedeutung der Polyester-Baumwoll-Fasermischungen

Diese Fasermischungen sind sowohl für den Drucker als auch für den Verbraucher interessant. Aus Polyester-Baumwolle lassen sich sehr leichte und damit kostengünstige Gewebe mit hoher Reißfestigkeit sowie guten Trage- und Pflegeeigenschaften herstellen.

Angesichts dieser großen Vorteile ist der Anteil von Polyester-Baumwolle an der Gesamtmenge der Druckstoffe jedoch gering. Nach unserer Schätzung liegt dieser Anteil — bezogen auf die Metrage — weltweit knapp über 10 %, während der Anteil der Baumwolle bei ca. 50 % liegt.

Der Einsatz der Polyester-Baumwoll-Mischungen im Textildruck ist bislang begrenzt geblieben, da die zur Verfügung stehenden Verfahren echtheitsmäßig bzw. verfahrenstechnisch Mängel aufweisen.

### 2. Problematik der angewandten Druckverfahren

Zur Zeit werden über 90 % aller Polyester-Baumwoll-Mischgewebe mit *Pigmentfarbstoffen* bedruckt. Das Pigmentdruckverfahren ist verfahrenstechnisch einfach und deshalb kostengünstig; es hat sich insbesondere für Dekorstoffe aus reiner Baumwolle, aber auch für Bettwäsche aus Polyester-Baumwolle hervorragend bewährt. Bei anderen Artikeln, wie z. B. Kleider- oder Hemdenstoff, stellt man jedoch in vielen Fällen höhere Ansprüche hinsichtlich Brillanz, Griff und Scheuerechtheit. Diese Ansprüche sind — zumindest heute — mit Pigmentfarbstoffen nicht realisierbar.

Eine andere Tatsache sollte an dieser Stelle jedoch auch erwähnt werden: Wenn heute Druckartikel aus Polyester-Baumwolle in manchen Ländern nicht den besten Ruf haben, so ist dies oft auf Billigrezepte, schlecht vorbehandelte Ware oder unzureichende Fixierbedingungen zurückzuführen.

Im letzten Jahrzehnt haben die Farbstoffhersteller große Anstrengungen unternommen, um bessere Verfahren für den Druck von Polyester-Baumwolle zu entwickeln und sie in den Textildruckereien einzuführen.

An erster Stelle sind Mischungen bzw. Kombinationen von ausgewählten *Dispersions- und Reaktivfarbstoffen* zu nennen.

Die Probleme, die bei ihrer Anwendung auftreten, sind bekannt. Dispersions- und Reaktivfarbstoffe werden in einem Einstufenfixierprozeß mittels Heißluft oder Heißdampf fixiert.

Die Fixierausbeuten liegen zwangsläufig sehr niedrig, da nach dem Druckvorgang ein großer Teil des Dispersionsfarbstoffs auf dem Baumwollanteil und ein großer Teil des Reaktivfarbstoffs auf dem Polyesteranteil sitzt und daher nicht fixiert wird. Da wegen des Reaktivfarbstoffs nicht reduktiv gewaschen werden kann, ist das Anschmutzen der Baumwolle durch Dispersionsfarbstoffe praktisch nicht zu verhindern. Die Folgen sind:

- eine Abtrübung der Farben an den bedruckten Stellen und
- ein Anschmutzen der weißen oder hellen Fonds.

Diese Mängel können nur durch entsprechende Mustergestaltung und Kolorierung in tragbaren Grenzen gehalten werden.

Eine der neuesten Entwicklungen auf diesem Gebiet ist die Anwendung spezieller Dispersionsfarbstoffe (<sup>®</sup>Dispersol-PC-Farbstoffe, ICI). Bei diesem System wird der nicht fixierte Dispersionsfarbstoff beim Nachwaschen der Drucke durch Verseifung mit Alkali in eine wasserlösliche, nicht bzw. wenig faseraffine Form umgewandelt.

Ein anderes Verfahren, das prinzipiell ebenfalls für den Druck auf Polyester-Baumwolle in Frage kommt, ist die Kombination von Dispersions- und Küpenfarbstoffen. Obwohl dieses System eine sehr breite Anwendung beim Färben von Polyester-Baumwolle gefunden hat, ist seine Anwendung im Druck äußerst problematisch. Die Gründe sind verfahrenstechnischer Art: Die Fixierung der Küpenfarbstoffe kann erst nach der Fixierung der Dispersionsfarbstoffe in einem zweiten Verfahrensschritt erfolgen. Hierfür kommt nur der Zweiphasenfixierprozeß in Frage. Da die Polyesterfaser nicht quillt, kann die Reduktionsmittelflotte beim Chemikalienklotzprozeß vom Mischgewebe nicht in ausreichendem Maße aufgenommen bzw. festgehalten werden. Bei zu hohen Mengen an „nicht-gebundener“ Klotzflotte kommt es im Dämpfer leicht zu Abfleckungen.

### 3. Druck mit <sup>®</sup>Cellestrenfarbstoffen

Die BASF hat für den Druck auf Polyester-Baumwollmischungen ein neues Farbstoffsortiment entwickelt: die Cellestrenfarbstoffe. Dabei handelt es sich um spezielle Dispersionsfarbstoffe, die in Kombination mit einem speziellen Hilfsmittel eingesetzt werden. Das Prinzip dieses Verfahrens entspricht dem von Du Pont schon früher auf den Markt gebrachten <sup>®</sup>Dybln-System. Die BASF hat, aufbauend auf diesem Prinzip, seine eigenständige Farbstoffpalette und ein darauf abgestimmtes, eigenes Hilfsmittel, das <sup>®</sup>Glyezin CD, entwickelt.

Die Tabelle 1 zeigt die zur Zeit verfügbaren Cellestrenfarbstoffe:

Tabelle 1: Cellestrenfarbstoffsortiment

Cellestren-Gelb 5G flüssig
Cellestren-Gelb R flüssig
Cellestren-Goldgelb GG flüssig
Cellestren-Orange 3R flüssig
Cellestren-Rot 3G flüssig
Cellestren-Rot G flüssig
Cellestren-Violett B flüssig
Cellestren-Blau G flüssig
Cellestren-Türkisblau 3G flüssig
Cellestren-Braun 4R flüssig
Cellestren-Marineblau R flüssig

Beim Cellestrenverfahren werden mit *einem* Farbstoffindividuum zwei in ihrer chemischen und physikalischen Konstitution sehr unterschiedliche Fasern angefärbt. Die Fixierung auf beiden Faserarten erfolgt in einem Verfahrensschritt. Auf dem Polyesteranteil des Mischgewebes fixieren die neuen Farbstoffe

im Prinzip wie die bekannten, d. h. wie „normale“ Dispersionsfarbstoffe. Wegen der speziellen Konstitution dieser Dispersionsfarbstoffe sind höhere Fixiertemperaturen als bei normalen Dispersionsfarbstoffen erforderlich.

Auf der Baumwolle werden die Cellestrenfarbstoffe durch das Fixierhilfsmittel Glyezin CD fixiert. Glyezin CD ist ein wasserlösliches, flüssiges Produkt auf der Basis von Polyäthylenglykol. Bei seiner Entwicklung wurde eine hohe Farbausbeute auf dem Baumwollanteil angestrebt und auch erreicht.

#### 3.1 Verfahrensbeschreibung und Mechanismus der Farbstofffixierung

Um den Fixiervorgang in der gewünschten Weise steuern zu können, muß man den Mechanismus der Farbstofffixierung kennen. Der Verfahrensablauf stellt sich im einzelnen wie folgt dar:

3.1.1 *Die Warenvorbehandlung* muß grundsätzlich so durchgeführt werden, daß die natürlichen Verunreinigungen der Baumwolle möglichst vollständig entfernt werden und die Baumwolle in gut quellbarem Zustand vorliegt. Eine Laugierung bzw. eine Mercerisation ist im Hinblick auf eine hohe Farbausbeute nicht grundsätzlich notwendig. Als vorteilhaft hat sich eine alkalische Vorbehandlung mit <sup>®</sup>Lufibrol KB erwiesen.

Der Baumwollanteil sollte vor dem Drucken nicht optisch aufgehellt sein, da der optische Aufheller auf der Baumwolle bei der erforderlichen hohen Temperatur der Farbstofffixierung zerstört wird, was zur Vergilbung der Ware führen kann.

3.1.2 *Druckfarben* mit Cellestrenfarbstoffen enthalten — beim sogenannten einstufigen Verfahren — außer den auch für andere Dispersionsfarbstoffe üblichen Bestandteilen das Fixierhilfsmittel Glyezin CD, und zwar in Mengen von ca. 50 - 100 g/kg Druckpaste.

*Beim Bedrucken des Textilmaterials* wird die Baumwollfaser durch Wasser gequollen. Sie nimmt außer Wasser auch eine entsprechende Menge des wasserlöslichen Hilfsmittels Glyezin CD auf.

3.1.3 *Beim Trocknen* der Drucke verdunstet das Wasser, und das Glyezin CD verbleibt infolge seines hohen Siedepunktes im Innern der Baumwolle; ein Teil auch auf der Faseroberfläche. Die wasserunlöslichen Cellestrenfarbstoffe bleiben außerhalb der Fasern.

3.1.4 *Die Farbstofffixierung* kann entweder durch Heißluft in 1 min bei 210 - 215°C oder durch Heißdampf in 5 min bei ca. 190°C erfolgen. Dabei lösen sich die Cellestrenfarbstoffe im Glyezin CD und diffundieren in die Baumwollfaser. Gleichzeitig diffundieren die Cellestrenfarbstoffe auch in die Polyesterfaser. Beide Teilprozesse führen zu einem hohen Gesamtfixiergrad. Das Verteilungsgleichgewicht der Farbstoffe zwischen den beiden Faseranteilen wird in erster Linie von der Temperatur bestimmt. Eine zu niedrige Fixiertemperatur führt zuerst zu einer ungenügenden Anfärbung der Polyesterfaser, bevor sich ein Rückgang der Farbtiefe auf dem Baumwollanteil einstellt.

Durch das Herauslösen des Baumwollanteils kann man die erhaltene Farbtiefe auf der Polyesterfaser kontrollieren. Diese Kontrolle sollte man insbesondere bei erstmaligen Versuchen durchführen.

<sup>®</sup> eingetragenes Warenzeichen

Die Heißluftfixierung erfolgt auf Kondensationsanlagen oder Spannräumen. Das Fixierhilfsmittel ist auch bei der relativ hohen Fixiertemperatur nur in sehr geringem Maße flüchtig.

Die hier beschriebene Art der Farbstofffixierung durch ein organisches Lösemittel hat eine Parallele in der Heißluftfixierung von Reaktivfarbstoffen mittels Harnstoff. Bei diesem Verfahren wirkt Harnstoff als Faserquellmittel und — oberhalb seines Schmelzpunktes — als Farbstofflösemittel.

3.1.5 *Beim Abkühlen der Drucke* nach dem Fixieren scheiden sich die Farbstoffe aus der Glycerin CD-Lösung aus und bleiben in der Baumwolle eingeschlossen. Die Cellestrenfarbstoffe sind nur bei den hohen Temperaturen des Fixiervorganges im Glycerin CD gut löslich.

*Beim Auswaschen der Drucke* wird der auf dem Textilmaterial befindliche Verdickungsmittelfilm mit dem darin enthaltenen, nichtfixierten Farbstoffanteil entfernt. In der Baumwollfaser spielt sich dabei folgendes ab: Das Glycerin CD wird zuerst durch Wasser verdünnt und diffundiert dann in die Waschflotte. Die Farbstoffe bleiben aufgrund ihrer Wasserunlöslichkeit in der Baumwollfaser zurück.

Wie bei der Kombination von Reaktiv- und Dispersionsfarbstoffen ist auch bei Cellestrendruckern eine reduktive Wäsche nicht möglich.

Das Waschen von Cellestrendruckern führt man am besten auf einer Breitwaschmaschine durch. Man benötigt ausreichend mechanische Energie, um den durch die hohe Fixiertemperatur erhärteten Verdickungsmittelfilm mit dem darin eingeschlossenen, nichtfixierten Farbstoff zu entfernen. Von wesentlicher Bedeutung ist ein möglichst wirksames, abwechselndes Tauchen und Quetschen.

Nach kaltem Spülen wäscht man zuerst bei 40°C und anschließend bei 80°C mit Komplexbildner, wie z. B. Trilon TA, und Soda. Wichtig ist, daß im Temperaturbereich bis 40°C die Verdickung mit dem größten Teil des nichtfixierten Farbstoffs entfernt wird. In diesem Temperaturbereich kann die Polyesterfaser nicht angeschmutzt werden. Die Baumwolle wird im Waschbad nie angeschmutzt. Auch bei Cellestrenfarbstoffen ist die allgemeine Regel zu beachten: Grundsätzlich sollte nie längere Zeit auf stehenden Bädern gewaschen werden.

3.1.6 Nach dem Waschprozeß kann die einwandfreie Fixierung und die vollständige Entfernung des nichtfixierten Farbstoffs mit dem Perchloräthylentest schnell und einfach überprüft werden.

Der Perchloräthylentest wird in folgender Weise durchgeführt: Eine bedruckte Fläche von 3 x 3 cm wird in ein Reagenzglas zu 9 ml Perchloräthylen gegeben und 15 s lang geschüttelt. Das Perchloräthylen soll dabei nur leicht angefärbt werden. Bei diesem Test geht nur der unfixierte Farbstoff in Lösung.

3.2 *Verfahrensweisen und Glycerin CD-Einsatzmengen*  
Glycerin CD kann entweder gemeinsam mit den Farbstoffen in die Druckpaste eingearbeitet werden oder in einem getrennten Arbeitsschritt auf das zu bedruckende Textilgut geklotzt werden. Im ersten Fall sprechen wir vom einstufigen, im zweiten Fall vom zweistufigen Verfahren.

3.2.1 *Einstufige Verfahrensweise*

Beim einstufigen Verfahren ist das Fixierhilfsmittel Glycerin CD in der Druckpaste bzw. im farbstofffreien Stammansatz enthalten.

3.2.2 *Zweistufige Verfahrensweise*

Bei der zweistufigen Verfahrensweise wird das Gewebe vor dem Druck mit einer wäßrigen Lösung von Glycerin CD geklotzt und getrocknet. Der Klotzprozeß kann auch im Anschluß an die Vorbehandlung als Naß-in-Naß-Prozeß erfolgen. In diesem Fall enthält der Stammansatz bzw. die Druckfarbe kein Glycerin CD.

Die Tabelle 2 zeigt die Stammverdickungen für das zweistufige Verfahren. In beiden Fällen haben sich niedrigviskose Alginat allein oder in Mischung mit Stärkeäthern gut bewährt.

Tabelle 2: Stammverdickung für Cellestrenfarbstoffe

Einstufiges Verfahren: Stammverdickung A	Zweistufiges Verfahren: Stammverdickung B
400 g Alginat-Verdickung 10%	400 g Alginat-Verdickung 10%
200 g Stärkeäther-Verdickung 10 %	200 g Stärkeäther-Verdickung 10 %
10 g Luprintan HDF	10 g Luprintan HDF
50 - 100 g Glycerin CD	5 g Natriumdihydrogenphosphat
5 g Natriumdihydrogenphosphat	10 g Ludigol Granulat
10 g Ludigol Granulat	375 g Wasser
325 - 275 g Wasser	1 000 g
1 000 g	

®Luprintan HDF ist ein Fixierbeschleuniger für Polyesterfasern, der auch bei Cellestrenfarbstoffen farbvertiefend wirkt; dies gilt nicht nur für die Polyesterfaser, sondern überraschenderweise auch für die Baumwolle.

Bei ®Ludigol handelt es sich um das bekannte Oxydationsmittel, das auch bei Reaktiv- und Dispersionsfarbstoffen eingesetzt wird, um eine reduktive Farbstoffzerstörung zu verhindern.

Die zweistufige Verfahrensweise bietet für die Farbküche den wichtigen Vorteil, daß beim Aufarbeiten von Restfarben keine Probleme entstehen, wenn für verschiedene Gewebe unterschiedliche Glycerinmengen benötigt werden. Die Druckpasten für das zweistufige Verfahren enthalten — wie ich bereits erwähnt habe — kein Glycerin CD.

Damit ist das Stichwort gefallen für den nächsten wichtigen Punkt:

3.2.3 *Einsatzmengen von Glycerin CD*

Für eine gute Farbstofffixierung ist eine ausreichende Glycerin CD-Menge erforderlich.

Beim *zweistufigen Verfahren* werden erfahrungsgemäß 20 % Glycerin CD, berechnet auf den Baumwollanteil der Fasermischung, benötigt. Höhere Mengen, sofern sie nicht über 30 % liegen, haben keine erkennbaren Nachteile auf den Fixiergrad der Farbstoffe.



Beim zweistufigen Verfahren wird die erforderliche Anwendungskonzentration in der Klotzflotte durch zwei Parameter bestimmt:

- durch den Baumwollanteil des Textilmaterials und
- durch die Flottenaufnahme an dem verwendeten Foulard.

Da man sich auf Angaben über die Gewebezusammensetzung nicht immer verlassen kann, führt man zur Sicherheit eine Gehaltsbestimmung durch Herauslösen des Baumwollanteils selbst durch.

Beim *einstufigen Verfahren*, bei dem das Glyezin CD der Druckpaste zugesetzt wird, ist die erforderliche Menge an Glyezin CD durch Vorversuche zu ermitteln.

**Tabelle 3: Anwendungsmengen von Glyezin CD**

Flachfilmdruck: Einstufiges Verfahren		
Warengewicht g/m <sup>2</sup>	Mischungsverhältnis PES/Bw	Mengen an Glyezin CD g/kg Druckfarbe
150	50 : 50	100
150	65 : 35	95
150	85 : 15	60
110	50 : 50	85
110	65 : 35	80
90	50 : 50	75
90	65 : 35	65
60	50 : 50	60
60	65 : 35	50
60	85 : 15	50

In Tabelle 3 sind Erfahrungswerte für den Filmdruck in Abhängigkeit vom Warengewicht und dem Faser-mischungsverhältnis angegeben.

Bei den Angaben in der Tabelle handelt es sich um optimale Werte für eine bestimmte Druckmaschineneinstellung. Somit können sie nur als Richtwerte dienen, da die aufgedruckte Menge an Druckpaste auch von den Bedingungen des Druckprozesses selbst abhängig ist. In der Praxis hat sich gezeigt, daß man mit ca. 3 unterschiedlichen Glyezinkonzentrationen eine große Anzahl von verschiedenen Mischgeweben mit guter Farbausbeute bedrucken kann.

Unter den genannten Bedingungen ergeben Cellestrenfarbstoffe ein hohes Aufbauvermögen, d. h., es lassen sich sehr hohe Farbtiefen erzielen.

**3.3 Verhalten von Cellestrendrucken bei der Ausrüstung**

Bei der Kunsttharzausrüstung kann durch bestimmte Additive und Weichmacher, z. B. auf Basis von Fetten und Wachsen, eine Verschlechterung der Reibechtheit eintreten, insbesondere wenn diese in hohen Mengen eingesetzt werden. Silikonweichmacher führen zu keiner Echtheitsverschlechterung. Eine Vorprüfung sollte deshalb durchgeführt werden.

**3.4 Bedrucken von Polyester-Zellwolle**

Bisher habe ich nur vom Druck auf Polyester-Baumwolle gesprochen, und wir haben uns aus verschiedenen Gründen bis jetzt auf diese Fasermischung konzentriert.

Bei Beginn unserer Versuche hatte es den Anschein, als ob der Druck von Polyester-Zellwolle wegen un-

genügender Farbstoffixierung auf dem Zellwollanteil nicht möglich sei. In der Zwischenzeit haben wir jedoch bei einer Reihe von Polyester-Zellwoll-Geweben durch eine Vorlaugierung mit Natronlauge von 8°Bé eine einwandfreie Farbstoffixierung und eine gute Egalität erhalten. Eine systematische Untersuchung steht allerdings noch aus.

**4. Das Cellestrenfarbstoffsortiment**

Das Cellestrenfarbstoffsortiment umfaßt zur Zeit 11 Farbstoffe mit brillanten Farbtönen in fast allen Bereichen der Farbskala. Mischungen aus zwei Teilen Marineblau R und einem Teil Goldgelb GG geben ein tiefes Schwarz. Weitere Farbstoffe sind in Entwicklung.

Im letzten Teil meines Referates möchte ich mich mit den Farbstoffen, ihrem anwendungstechnischen und koloristischen Verhalten sowie ihren Echtheitseigenschaften befassen.

Cellestrenfarbstoffe müssen eine Reihe wichtiger Anforderungen erfüllen.

**4.1 Grundlegende koloristische Anforderungen sind:**

- interessanter Farbton mit hoher Farbtiefe,
- hohe Brillanz und
- gleicher Farbton auf Polyester und Baumwolle.

**4.2 Zu den verfahrensbedingten Anforderungen zählen:**

- vergleichbare Farbtiefe auf beiden Faserkomponenten und
- kein Sublimieren der Farbstoffe bei den hohen Fixiertemperaturen.

**4.3 Die artikel- und substratbedingten Anforderungen verlangen, daß**

- die für die einzelnen Artikel geforderten Echtheiten gewährleistet sind.

Die gute Übereinstimmung im Farbton auf Polyester und Baumwolle wird in den folgenden 3 Abbildungen sichtbar. Sie zeigen jeweils die Reflexionskurven von 3 Cellestrenfarbstoffen auf reinem Polyester, reiner Baumwolle und Polyester-Baumwolle.

Die Echtheitsanforderungen, die wir an die Cellestrenfarbstoffe stellen, sollen ihren Einsatz, insbesondere für folgende Artikel, wie

- Kleiderstoffe, Blusen, Schürzen,
- Hemdenstoffe und
- Bettwäsche,

ermöglichen.

Die Tabellen 4, 5 und 6 geben eine Übersicht über die wichtigsten Echtheitseigenschaften:

Zu den Echtheiten möchte ich noch einige Hinweise geben:

- Die Naßechtheiten, insbesondere auch die Waschechtheit, sind hervorragend, da die Farbstoffe unter den Prüfbedingungen und damit auch bei der Haushaltswäsche unlöslich in Wasser und in alkalischen Waschflotten sind.
- In der Trockenreinigung, die bekanntlich mit Perchloräthylen durchgeführt wird, verhalten sich Drucke mit Cellestrenfarbstoffen einwandfrei, ob-

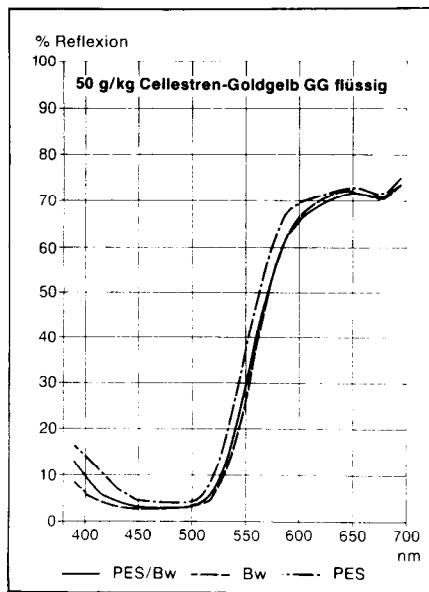


Abb. 1:

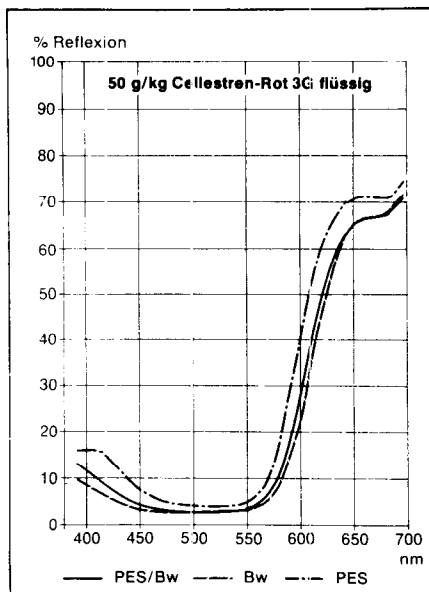


Abb. 2:

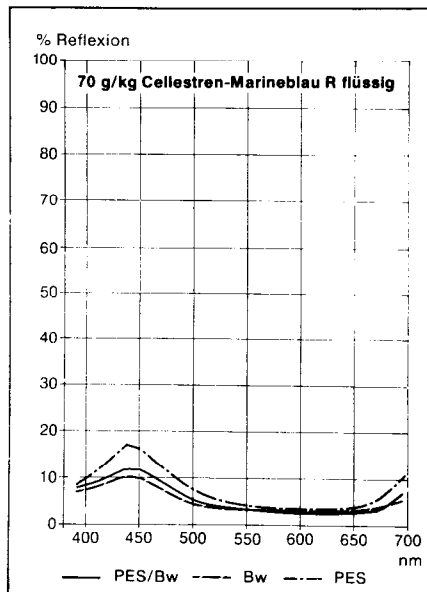


Abb. 3:

Reflexionskurven von Celestrenfarbstoffen

Tabelle 4: Echtheitstabelle für Celestrenfarbstoffe I auf PES/Bw 67/33

Echtheiten auf PES/Bw 67/33	Licht-, Xenotest	Wasch-, Prüfung 3 60°C		Wasser-, schwer		Meerwasser-	
		F	PES Bw	F	PES Bw	F	PES Bw
Celestren-	1/1 1/6	F	PES Bw	F	PES Bw	F	PES Bw
Gelb 5G	7 6	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Gelb R	5 3	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Goldgelb GG	4-5 4	4 4-5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Orange 3R	4 3-4	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Rot 3G	5 3-4	4-5 4-5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Rot G	4 3	4-5 4-5 5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4 4-5 4-5	4 4-5 4-5	4 4-5 4-5
Violett B	6 4	4-5 4-5 5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Marineblau R	4 3-4	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5
Blau G	7 6	4 4-5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5
Türkisblau 3G	6-7 6	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Braun 4R	6 5-6	4-5 4-5 5	4-5 4-5 5	4-5 4-5 5	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5 5 5

Tabelle 6: Echtheitstabelle für Celestrenfarbstoffe III auf PES/Bw 67/33

Echtheiten auf PES/Bw 67/33	Schweiß-,		Chlorwasser-	Hypochloritbleich-
	alkalisch	sauer		
Celestren-	F	PES Bw	F	PES Bw
Gelb 5G	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5	4-5
Gelb R	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5	4-5
Goldgelb GG	4-5 5 4-5	4-5 5 4-5	4-5	4-5
Orange 3R	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5	4-5
Rot 3G	4-5 4-5 5	4-5 5 5	4-5	4-5
Rot G	4-5 4-5 5	4-5 4-5 5	4-5	4-5
Violett B	4-5 4-5 5	4-5 4-5 5	4-5	4-5
Marineblau R	4-5 5 4-5	4-5 5 5	4-5	4-5
Blau G	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5	4
Türkisblau 3G	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5	4-5	4-5
Braun 4R	4-5 5 5	4-5 5 5	4-5	4-5

Tabelle 5: Echtheitstabelle für Celestrenfarbstoffe II auf PES/Bw 67/33

Echtheiten auf PES/Bw 67/33	Trockenreini- gung	Reib-, tro.naß	Trockenhitze fixier-	
			30s 180°C	30s 210°C
Celestren-	F Bw	F F	F PES Bw	F PES Bw
Gelb 5G	4-5 4-5	4-5 4	4-5 4-5 4-5	4-5 3-4 4-5
Gelb R	4 4-5	4-5 4	4-5 4 4-5	4-5 3 3-4
Goldgelb GG	4-5 4-5	5 4-5	4-5 5 4-5	4 4-5 4-5
Orange 3R	4-5 4-5	4-5 4	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Rot 3G	4-5 4-5	4-5 4	4-5 5 5	4-5 4-5 4-5
Rot G	4-5 4-5	4-5 4	4-5 4-5 5	4-5 4-5 5
Violett B	4-5 4-5	4-5 4	4 4 4-5	4 3-4 4
Marineblau R	4-5 4-5	4-5 4	4-5 4-5 5	4-5 3-4 4
Blau G	4-5 4-5	4-5 4	4-5 5 5	4-5 4 4-5
Türkisblau 3G	4-5 4	4 3-4	4-5 4-5 4-5	4-5 4-5 4-5
Braun 4R	4-5 5	5 4-5	4-5 5 5	4 4 4-5

Baumwolle nicht zu quellen vermag; somit ist auch der Farbstoff in der Baumwolle unerreichbar für dieses Lösungsmittel.

- Überraschend ist die durchwegs sehr gute Beständigkeit gegenüber Chlor, obwohl die in der Baumwolle fixierten Farbstoffe der Hypochloritbleichlösung frei zugänglich sind.

Ich habe am Anfang meines Vortrages versucht, die Problematik und die grundlegenden Schwierigkeiten beim Druck von Polyester-Baumwoll-Fasermischungen aufzuzeigen. Mit dem Celestrenverfahren können wir die bis jetzt bestehenden Probleme des Drucks auf Polyester-Baumwoll-Mischungen lösen. Die Voraussetzungen dafür sind durch folgende Punkte gegeben:

- ein Farbstoff für beide Faserarten,
- Fixierung in einem Verfahrensschritt,
- hoher Fixiergrad,
- keine Fondanschmutzung,
- Brillanz wie mit Reaktivfarbstoffen auf Baumwolle,
- gute Echtheiten.

wohl die Farbstoffe in Perchloräthylen sehr gut löslich sind. Der Perchloräthylen test dient, wie wir gesehen haben, zur Erkennung und zum Nachweis nichtfixierter Farbstoffanteile bei fertiggestellten Drucken. Die gute Trockenreinigungsechtheit kommt dadurch zustande, daß Perchloräthylen die

## Diskussion

**Herlinger:** Herzlichen Dank, Herr Dr. Schwab, für diesen ausführlichen Bericht über ein neues Färbeverfahren für Polyester-Baumwoll-Mischungen.

**Schwab:** Sie haben gezeigt, daß die Fixierung sowohl bei 180 als auch bei 210°C stattfinden kann. Wurde diese Fixierung mit trockener Luft ausgeführt? Was passiert, wenn man bei 170 oder 160°C fixiert? Sind die Echtheiten genau so gut, wenn man allerdings bei längeren Verweilzeiten bleibt?

**Schwab:** Ich habe die Bedingungen angegeben. Wir brauchen bei der Heißluftfixierung 210 — 215°C, um die notwendige Farbtiefe und Farbausbeute auf dem Polyesteranteil des Mischgewebes zu erhalten. Bei Heißdampf-fixierung arbeiten wir bei 190°C bei einer Fixierzeit von 5 Minuten, während die Heißluftfixierung 1 Minute in Anspruch nimmt.

**Schiffer:** Haben Sie Versuche gemacht, auf welche Art die Fixierung erfolgt, wenn Sie mit Sattedampf arbeiten mit einem Überdruck von beispielsweise 3 bar bei 141°C, so wie es normalerweise auf Flockendämpfern gefahren werden kann? Wie sind hier die Fixierungszeiten und die Fixierausfälle?

**Schwab:** Ich kann sagen, daß wir auch bei hohen Drucken mit Sattedampf keine ausreichende Fixierung erhalten haben. Die Farbstoffe, die wasserunlöslich sind, haben relativ große Moleküle, und die Größe dieser Farbstoffmoleküle bedingt die hohe Fixiertemperatur.

**Leuze:** Ihr Verfahren klingt so ideal, ich kann nur gratulieren, aber mich hätte doch interessiert, ob nicht doch irgend welche Nachteile vorhanden sind. Ich sehe beispielsweise das Glycerin, zweitens die hohe Temperatur. Empfehlen Sie andere Druckverdickungen für beispielsweise scharfe Konturen im Vergleich zum Flächendruck?

**Schwab:** Diese Frage wird uns oft gestellt. Erstens müssen wir auf eine exakte Einhaltung der Vorschriften bestehen, um ein Anschmutzen des Fonds zu vermeiden. Wir erhalten durchschnittlich bessere Weißfonds; ich habe hier eine Reihe von Mustern aus der Praxis mitgebracht. Das Wesentliche ist, daß man sich an die Waschvorschriften hält. Zweitens braucht man als Hilfsmittel Glycerin CD in den angegebenen Mengen.

Daher haben wir bis jetzt auch noch nicht das Drucken von reiner Baumwolle empfohlen, da die Glycerin CD-Menge vom Baumwollanteil abhängig ist und bei reiner Baumwolle sehr hohe Ansätze von Glycerin CD notwendig wären.

Für die Konturen werden keine besonderen Druckverdickungsmittel empfohlen. Wir haben mit Alginaten begonnen, haben dann auch zum Teil Kernmehlättern eingesetzt, sind aber von den Kernmehlättern wieder abgegangen und arbeiten heute vielfach mit Mischungen von Alginaten und Stärkeäthern. Die reinsten Drucke wurden aber doch mit Alginaten erhalten.

**Pabst:** Sie haben die Heißluftfixierung und Heißdampf-fixierung angesprochen, haben aber in keiner Weise die Kontaktfixierung erwähnt. Wie sehen hier die Verhältnisse bei 220°C aus?

**Schwab:** Mit Kontaktfixierung haben wir wenig Erfahrung. Im Prinzip ist diese Verfahrensweise durchführbar, wenn man die erforderlichen Zeit/Temperatur-Bedingungen einhält.

**Pabst:** Ich knüpfe hier an Versuche an, die wir seinerzeit mit Kontaktzeiten von 20 Minuten durchgeführt haben und deren Ausbeuten ganz erstaunlich waren. Wurde hier nicht weitergearbeitet?

**Schwab:** Nein, hier liegt noch zu wenig Erfahrung aus der Praxis vor.

**G. Baucr:** Sie haben in erster Linie Cellestrenfarbstoffe für den Druck und die entsprechenden Bedingungen da-

für aufgezeigt. Wäre es auf Grund Ihrer Bedingungen nicht auch möglich, Thermosolfärbungen *uni* auf Mischgeweben durchzuführen?

**Schwab:** An diesem Problem arbeiten wir zur Zeit sehr intensiv. Es gibt dabei einige Probleme, aber auch schon Ansätze für deren Lösung. Ich bin im Moment aber nicht in der Lage, darüber mehr zu sagen. Die Cellestrenfarbstoffe empfehlen wir im Moment nur für den Druck, nicht für die Färbung.

**Schlimper:** Eine Vorbehandlung mit Lufibrol auf Polyester-Baumwolle haben Sie als notwendig angegeben. Ist auch eine Merzerisierung dieser Polyester-Baumwoll-Mischung durchzuführen? Wenn ja, ist dann der Anteil der Cellestrenfarbstoffe auf dem Baumwollanteil infolge der Merzerisierung höher?

**Schwab:** Im Hinblick auf die Farbausbeute ist eine Merzerisation nicht grundsätzlich notwendig. Man führt sie zwar in vielen Fällen durch, weil diese Vorbehandlung den konventionellen Verfahren entspricht. Im Hinblick auf die Farbausbeute braucht man aber nicht unbedingt eine Merzerisation oder eine Laugierung, wie es bei Reaktivfarbstoffen auf Baumwolle vielfach der Fall ist.

Natürlich gibt es Unterschiede bei verschiedenen Qualitäten.

**Rieker:** Der Farbstoff liegt ja auf den beiden Fasern Polyester und Baumwolle in recht unterschiedlicher physikalischer Form vor. Ich kann mir nun schwer vorstellen, daß der Farbausfall auf beiden Komponenten gleich sein soll. Sie haben zwar in den Reflex-Remissionskurven einen einheitlichen Farbausfall demonstriert, nur glaube ich, daß die Remissionskurven allein kein eindeutiger Befund sind. Ich glaube, hier müßte man farbmetrisch untersuchen, ob in der Sättigung, d. h. in der Brillanz, in der Helligkeit oder hinsichtlich der Nuance Unterschiede bestehen. Meine Frage dazu: Haben Sie diese Untersuchungen gemacht und wenn ja, welche Ergebnisse haben sich gezeigt?

**Schwab:** Wir haben uns diese Frage auch gestellt und haben solche Versuche schon in Ansätzen durchgeführt. Wir sind aber dann zur Praxis übergegangen, und als wir sahen, daß die praktischen Ergebnisse befriedigend waren, haben wir in dieser Richtung nicht mehr weitergearbeitet. Wir wissen noch viel zu wenig über die Anordnung der Farbstoffmoleküle in der Baumwolle. Wahrscheinlich liegen die Farbstoffe auch in der Baumwolle in sehr feiner Verteilung vor, anders wäre die hohe Brillanz nicht zu erklären.

**Schiffer:** Schließt Ihre Aussage, daß die Merzerisierung für den Farbausfall nicht wesentlich ist, mit ein, daß eine nichtmerzerisierte von einer merzerisierten Ware im Farbausfall nicht zu unterscheiden ist?

**Schwab:** In vielen Fällen ist kein wesentlicher Unterschied zu beobachten. Wir haben aber auch schon Baumwollqualitäten bedruckt, die in merzerisiertem Zustand besser aussahen als die nichtmerzerisierte Ware.

**Herlinger:** 50 — 100 g Hilfsmittel sind eigentlich extrem viel, wenn man an das Abwasser denkt. Wie ist die Gesamtbilanz für den Sauerstoffbedarf im Abwasser bei Zusatz dieser hohen Mengen im Vergleich zu klassischen Druckpasten?

**Schwab:** Natürlich kommen bei diesem Verfahren Hilfsmittel in das Abwasser. Stellen wir in dieser Hinsicht einen Vergleich mit bestehenden Verfahren, beispielsweise mit der Kombination Reaktiv- und Dispersionsfarbstoffe an, so schneidet unser Verfahren nicht schlechter ab. Bei dem genannten Druckprozeß gehen neben den Farbstoffen sehr große Mengen von Harnstoff ins Abwasser. Ich glaube daher kaum, daß unser Verfahren eine größere Abwasserbelastung mit sich bringt. Das Hilfsmittel selbst ist ja untoxisch und biologisch abbaubar.

**Herlinger:** Im Abwasser stört meistens eher die Farbe und weniger der Gehalt an biologisch abbaubarem Material.

## Der Umbau von Streckzwirnmaschinen in Strecktexturiermaschinen

Ing. grad. Günther Mutschler, Zinser Textilmaschinen, Ebersbach

Verfahrensbedingte Änderungen bei der Herstellung von Polyamid- und Polyesterfäden führten zur Stilllegung vieler Streckzwirnmaschinen. Gleichzeitig und in Abhängigkeit von verfahrensbedingten Änderungen beim Polyamid- und Polyesterprozeß wurden die Texturiergeschwindigkeiten je nach Titer um das 2-8fache erhöht. Aus der Erhöhung der Texturiergeschwindigkeiten resultierten wesentlich teurere neue Maschinenkonstruktionen.

Der Vortrag soll deshalb einige Möglichkeiten aufzeigen, in welcher Form Streckzwirnmaschinen jeglicher Bauart äußerst preisgünstig in Polyamid- oder Polyesterstrecktexturiermaschinen umgewandelt werden können. Diese umgebauten Streckzwirnmaschinen mit Liefergeschwindigkeiten von 500 bis 1200 m/min haben dann als Strecktexturiermaschinen einen sehr niederen Geräuschpegel; die Gründe sind in der speziellen Aufspuleinheit zu suchen.

Bei der Beschreibung der notwendigen Einzelkomponenten des Umbaus wird speziell am Aufwickelaggregat gezeigt, daß auch noch Fadengeschwindigkeiten von 1000 m/min mit einfachen und billigen Spulgeräten beherrscht werden können.

Im letzten Teil des Vortrages werden noch einige wirtschaftliche Aspekte im Vergleich zu neuen Texturiermaschinen aufgezeigt.

Changes in the production process of polyamide and polyester yarns resulted in the shutdown of many draw twisting machines. At the same time and as a function of these changes in the polyamide and polyester process the texturing speeds were increased by 2 to 8 times, depending on the titre. The increase of the texturing speeds resulted in considerably more expensive new machine constructions.

It is the purpose of this paper, therefore, to show a few possibilities how to convert in an extremely cheap way any type of draw twisting machines into polyamide or polyester draw texturing machines. These converted draw twisting machines with delivery speeds of 500 to 1200 m/min have as draw texturing machines a very low noise level due to the special take-up units.

When describing the individual components necessary for the conversion it is shown, especially in the case of the take-up unit, that it is possible to control yarn speeds of as high as 1000 m/min with simple and cheap take-up units.

The last part of the paper deals with some economical aspects as compared to new texturing machines.

Im Zeitraum 1950 — 1976 wurden weltweit 8000 — 10.000 Streckzwirnmaschinen gebaut und verkauft. Von der Gesamtheit der gelieferten Streckzwirnmaschinen dürften etwa 20 % für die Produktion von Polyester in Form von Zweigalettenmaschinen gebaut worden sein. Speziell diese 1600 bis 2000 PET-Streckzwirnmaschinen — heute noch modern, da die Baujahre nicht so weit zurückliegen wie die der Polyamidstreckzwirnmaschinen — wurden aus verfahrenstechnischen Gründen ab dem Jahre 1975 stillgelegt.

Die Stilllegungsgründe der etwa 800 bis 1000 Polyesterstreckzwirnmaschinen im Zeitraum 1975 bis 1978 sind in der Umstellung auf POY-Fäden zu suchen. Durch das POY-Verfahren konnten bei Polyester Streckkosten von rund 0,50 DM/kg eingespart werden.

Mit dem Jahre 1977 wurden dann auch Streckzwirnkapazitäten auf dem Polyamidsektor stillgelegt. Auf diesem Sektor wurden speziell die Streckzwirnkapazitäten für dtex 78 — 150 betroffen, also Fäden, die sich wirtschaftlicher nach dem POY-Verfahren herstellen ließen.

Nimmt man nun die beiden Produktgruppen Polyester und Polyamid zusammen, so ergeben sich weltweit gesehen und vorsichtig gerechnet rund 1200 bis 1500 Streckzwirnmaschinen, die abgeschrieben sind und beim Chemiefaserproduzenten ungenützt, auf bessere Zeiten wartend, herumstehen.

Es sollte erwähnt werden, daß ein unkontrollierter Prozentsatz dieser obengenannten stillgelegten Maschinen von Großkonzernen in eigener Regie zu Strecktexturiermaschinen umgebaut wurde. Auf die Probleme dieser Umbauten wird später noch ausführlich eingegangen werden.

Beim Überdenken der geschilderten Sachlage ergibt sich folgender Gegensatz:

Auf der einen Seite werden noch moderne Maschinen stillgelegt, auf der anderen Seite aber müssen neue Strecktexturiermaschinen gekauft werden.

Dies führte in unserem Hause zur Entwicklung eines Umbausatzes für Streckzwirnmaschinen in Einheizerstrecktexturiermaschinen. Der Umbausatz wurde so konzipiert, daß die Liefergeschwindigkeiten der Streckzwirnmaschine von 600 bis 1200 m/min auch für die Strecktexturierung von HE-Fäden angewendet werden können.

Weiterhin haben die nachfolgend besprochenen Umbausätze den Kostenvorteil, daß sie bei total abgeschriebenen Streckzwirnmaschinen ca. 40 % billiger sind als neue, auf der gleichen Geschwindigkeitsebene liegende Strecktexturiermaschinen.

Nach dieser Einleitung stellt sich die Frage: Welche Streckzwirnmaschinen können umgewandelt werden, und welcher Kundenkreis benötigt solche Umbaueinheiten?

Der erste Teil der Frage ist sehr einfach zu beantworten: Prinzipiell kann jede Streckzwirnmaschine, gleich welcher Spindelteilung, mit einem Ein- oder Zweimotorenantrieb umgebaut werden.

Der zweite Teil der Frage dürfte so zu beantworten sein, daß etwa 85 % der Umbauten in den HE-Polyamidsektor gehen und der Rest im HE-Polyestersektor Verwendung findet.

Die Gründe eines Umbaus wurden angesprochen. An Hand von Bildern soll nun die Art und Weise eines Umbaus ausgeführt werden. Als Umbaubeispiele sollen verschiedene Streckzwirnmaschinentypen von Zinser verwendet werden. Die Umbausätze für andere Fabrikate unterscheiden sich meistens nur in der Teilung, dem Antrieb und einigen speziellen Eigenheiten. Mit den folgenden Bildern soll der Fadenlauf der einzelnen Umbausätze dargestellt werden.

Die Einzelkomponenten des Umbausatzes werden später im Detail angesprochen.

In Abbildung 1 ist der Sequentialumbau für HE-Polyamidfäden einer 2-Zonen- oder 2-Galettenstreckzwirnmachine am Beispiel einer Zinsermaschine, Typ 516, dargestellt. Der Faden läuft, vom Gatter komend, in die Druckrolle ein und wird bis zur Galette I verstreckt. Zwischen Galette I und Galette II wird der Faden durch das Texturieraggregat hochgedreht und durch den Heizer I fixiert. Nach der Galette II erfolgt der Auftrag des Spulöles. Anschließend erfolgt die Aufwicklung des texturierten Fadens durch eine spezielle noch zu besprechende Aufspuleinheit.

zyylinder geht der Faden kalt nach oben und wird abwärts über den Heizer und durch das Texturieraggregat der Galette I zugeführt. Zusammengefaßt: Der Faden wird zwischen Lieferzylinder und Galette I verstreckt, gedreht und fixiert. Dieser Fadenablauf gilt für Polyester und Polyamid gemeinsam.

Die letzte Umbauversion wird in Abbildung 4 dargestellt. Das Bild zeigt ein Sequentialverfahren zur Strecktexturierung von Polyamidfäden auf einer umgebauten 1-Zonenstreckzwirnmachine Typ 514. Der Faden wird der Maschine horizontal zugeführt und

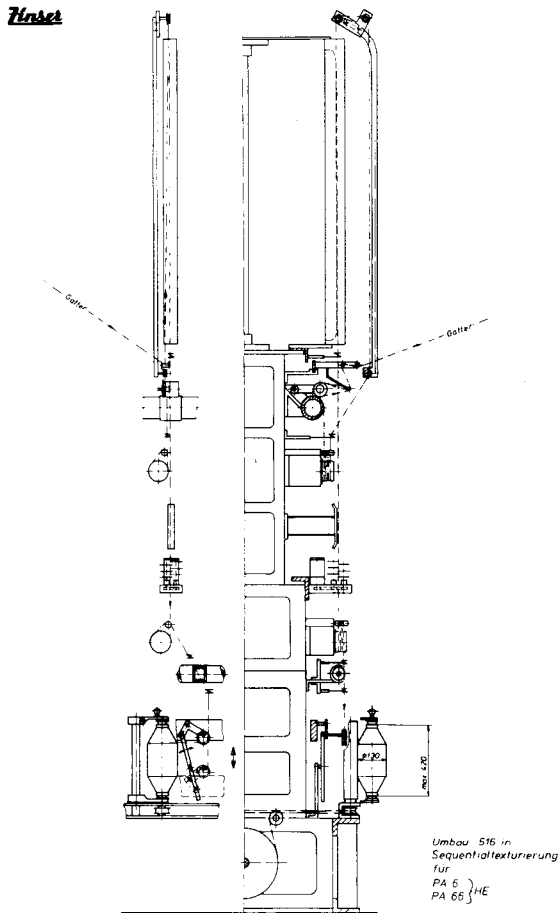


Abb. 1: Sequentialumbau für HE-Polyamidfäden einer 2-Zonen- oder 2-Galettenstreckzwirnmachine (Zinsermaschine Typ 516)

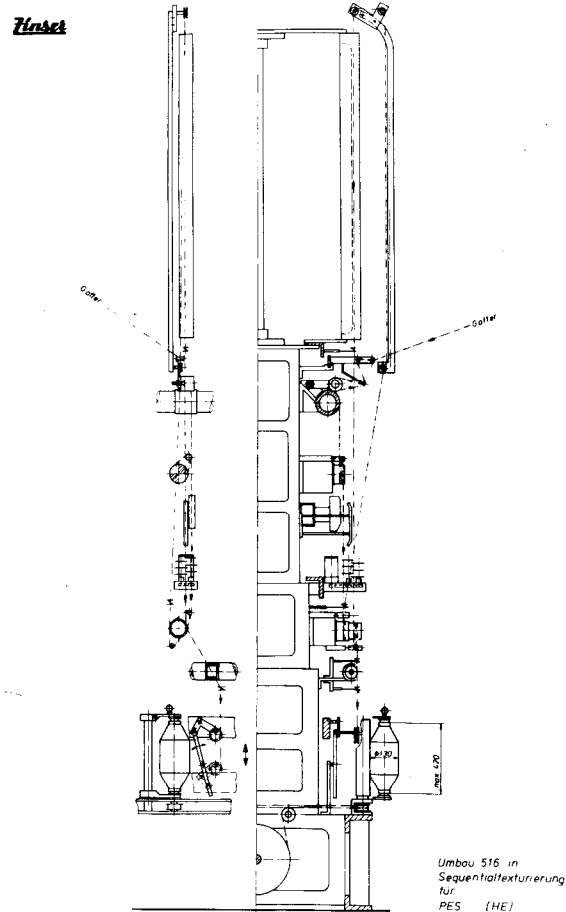


Abb. 2: Sequentialumbau für die Produktion von HE-Polyesterfäden im Sequentialverfahren (Streckzwirnmachinentyp wie in Abb. 1)

Die Abbildung 2 stellt denselben Streckzwirnmachinentyp wie Abbildung 1 dar, nur ist der Umbau jetzt zur Produktion von HE-Polyesterfäden im Sequentialverfahren ausgelegt. Da die normal gesponnenen Polyesterfäden im 2-Zonen- oder 2-Galettenverfahren verstreckt werden, benötigt dieser Umbausatz eine zusätzliche Stufengalette an der Galette II. Damit wird zwischen Lieferwalze, Galette I und Galette II verstreckt und zwischen Galette I und der Stufengalette texturiert und fixiert. Anschließend erfolgt die Aufwicklung des texturierten Fadens.

zwischen den Lieferzylindern und der Galette I verstreckt. Von der Galette I läuft der Faden kalt nach oben, um dann über den Heizer wieder nach unten auf die Stufengalette zu kommen. Zwischen Galette I und der Stufengalette kann die notwendige Vor- bzw. Nacheilung über den Durchmesser der Stufengalette in der Fixierzone eingestellt werden. Nach dem Passieren der Stufengalette erfolgt die Nachölung und Aufwicklung des Fadens.

In Abbildung 3 wird eine 1-Zonen- oder 1-Galettenstreckzwirnmachine, Typ 514, dargestellt. Der gezeichnete Umbau zeigt ein Simultantexturierverfahren für HE-Fäden aus Polyamid und Polyester. Der Faden wird vom Gatter aus direkt dem Lieferzylinder mit einer Druckrolle zugeführt. Von dem Liefer-

Mit diesen 4 Bildern wurden nur vertikale Umbau-einheiten angesprochen, die eine minimale Maschinenhöhe von 3500 mm ergeben. In Abbildung 5 soll deshalb noch eine horizontale Umbauversion vorgestellt werden. Diese Umbauversion wird notwendig, wenn die Raumhöhe für die Vertikalausführung nicht genügend ist.

**Hinzel**

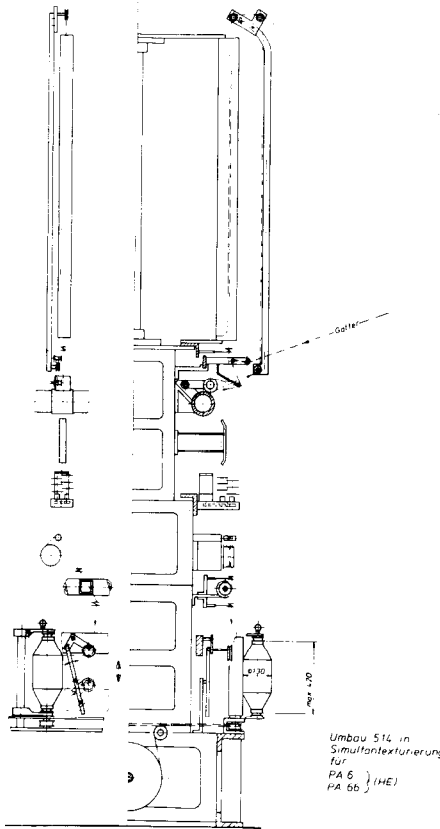


Abb. 3: Umbau für Simultan- oder Sequentialexturierung für HE-Fäden aus Polyamid und Polyester einer 1-Zonen- oder 1-Galettstreckzwirnmachine Typ 514

**Hinzel**

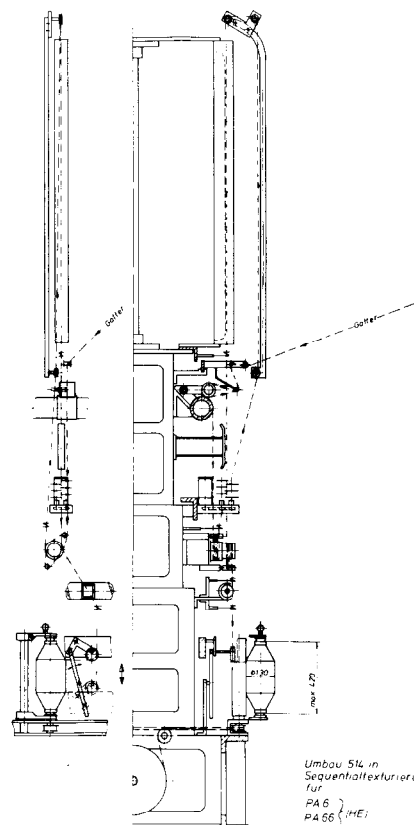


Abb. 4: Umbau für ein Sequentialverfahren zur Strecktexturierung von Polyamidfäden einer 1-Zonenstreckzwirnmachine Typ 514

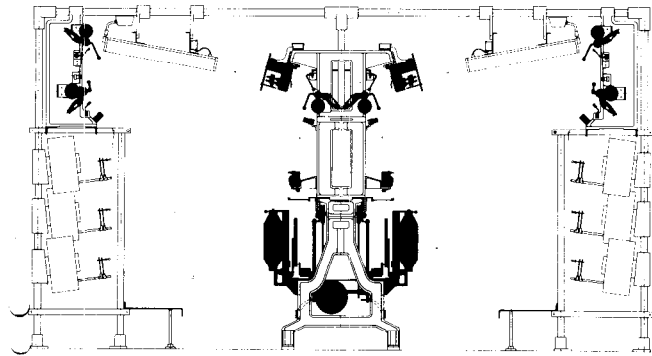


Abb. 5: Horizontale Umbauversion: links und rechts sind die Gatter- und Verstreckeinheiten; horizontales Bindeglied zwischen Streckwerk und -zwirnmachine ist die Fixierheizung

Beim Betrachten des Bildes wird ersichtlich, daß die Gatter und die Verstreckeinheiten links und rechts der umgebauten Streckzwirnmachine plaziert sind. Teilweise werden hier, je nach Güte, die Lieferzylinder der Streckzwirnmachine als Verstreckeinheit verwendet. Als horizontales Bindeglied zwischen dem Streckwerk und der Streckzwirnmachine dient die Fixierheizung. Die Fixierheizung ist als Einzelheizer mit je 2 Fäden ausgelegt und kann in beliebiger Länge verwendet werden. Über das Lieferwerk L2 an der Streckzwirnmachine wird dann der Faden vertikal der Nachölung und der Aufspulung zugeführt. Dieses horizontale Simultan- oder Sequentialverfahren benötigt eine maximale Raumhöhe von rund 2500 mm. Nachdem die Fadenläufe der verschiedenen Umbausätze besprochen wurden, sollen nun anschließend die folgenden einzelnen Elemente eines vertikalen oder horizontalen Umbaus erklärt werden.

Die einzelnen Elemente sind:

- der elektrische Gesamtantrieb der Maschine,
- die mit frequenzgesteuerten Asynchronmotoren einzeln angetriebenen Außenfriktionsaggregate,
- die 1,0 — 2,5 m langen Diphylheizler in der Fixierzone,
- der Side-Winder mit Spulenwicklung anstelle der herkömmlichen Spindel.

Die Erklärung des elektrischen Antriebes soll nun mit der vertikalen Umbauversion erfolgen.

Prinzipiell sind vom Markt her zwei Antriebsarten einer Streckzwirnmachine gegeben:

- der Zweimotorenantrieb, d. h., die Streckwerke und die Spindeln haben je einen Antriebsmotor, und
- der Einmotorenantrieb, d. h., die Lieferwerke und die Spindeln haben einen gemeinsamen Motor.

Diese beiden Antriebsarten können in den Strecktexturierumbau nicht direkt übernommen werden, da folgende Voraussetzungen nicht gegeben sind:

- Drehzahlgenauigkeit der Lieferwerke zur Aufwicklung  $\leq 0,5 \%$ ,
- Stufensprünge zwischen Lieferwerk und Aufspulung von  $0,5 \%$ .

Für den Zweimotorenantrieb wurde deshalb das nachfolgende Konzept erarbeitet: Der Spindelantrieb der

Streckzwirnmachines besteht überwiegend aus Regelmotoren, wie Drehstromnebenschluß- bzw. Gleichstrommotoren, wogegen die Streckwerke meistens durch Asynchronmotoren angetrieben werden. Durch zusätzliche elektrische Einrichtungen werden diese Antriebe auf eine Drehzahlgenauigkeit von  $\leq 0,5\%$ , bezogen auf das Lieferwerk, gebracht. Diese Voraussetzung ist sehr wichtig zur Bildung einer optimalen Texturierspule, da im jetzigen Zustand die Kompensationselemente in bezug auf die Fadenspannung wie Ring und Läufer fehlen.

Im Vertikalumbau wird der Einmotorenantrieb, um obige Bedingungen zu erfüllen, folgendermaßen ausgestattet: Die Lieferwerke und der Spindeltrieb sind mechanisch gekoppelt, und mittels eines Überlagerungsantriebes werden folgende zusätzliche Variationsmöglichkeiten geschaffen:

- stufenlose Drehzahlveränderungen,
- Drehzahlveränderungen in Stufensprüngen von  $0,5\%$  zwischen dem Lieferwerk und der Aufspulung.

Mit dem horizontalen Umbau stellt sich das Problem, daß die Aufspulung und ein Teil der Lieferwerke bis zu 2000 mm in der Horizontalen auseinanderliegen und aus Kosten- und Geräuschgründen nicht durch Zahnriemen oder mechanische Getriebe miteinander verbunden werden sollen.

Hier wird nun folgende Konzeption ausgeführt: Der Aufspulantrieb besteht aus einem vorhandenen, drehzahlregelbaren Motor, der über einen gekoppelten Mutterfrequenzgeber die Drehzahlen der übrigen Lieferwerksantriebe bestimmt. Die Antriebsmotoren der verschiedenen schnellaufenden Lieferwerke sind Synchronmotoren, deren verschiedene Frequenzen, d. h. deren Drehzahlen, sich in den gewünschten Verhältnissen zueinander einstellen lassen.

Dadurch wird erreicht, daß alle Lieferwerke, einschließlich der Aufspulung, in festliegenden, aber einstellbaren Drehzahlverhältnissen laufen. Anschließend zeigt die Abbildung 6 die einzelmotorisch angetriebenen Friktionsaggregate.

Die frequenzgesteuerten Asynchronmotoren beinhalten eine Drehzahlgenauigkeit von  $\leq 0,5\%$  von Position zu Position, also Werte, die unter denen des Tangentialriemens liegen.

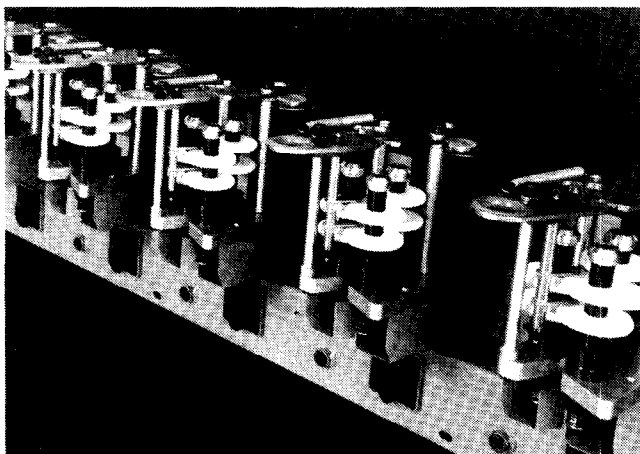


Abb. 6: FAG-FTS-1200-F-Texturieraggregat mit fliegend gelagerten Scheiben

Der momentane Investitionsaufwand, der spätere Wartungsaufwand und der Geräuschpegel werden mit dieser Antriebsart wesentlich reduziert. Hier sollte einmal klar gesagt werden, daß früher mancher Umbau bei Anlagen mit einem Tangentialriemen nicht durchgeführt werden konnte, jetzt aber durch diese Antriebsart der Friktionsaggregate verwirklicht werden kann.

Die verwendeten Fixcenteraggregate zeichnen sich dadurch aus, daß sie eine Einfädelvorrichtung besitzen und wahlweise mit Vollkeramikfriktionsscheiben oder diamantbeschichteten Friktionsscheiben ausgerüstet sind. Die Einfädelvorrichtung erlaubt ein problemloses Fadeneinlegen unter Produktionsverhältnissen.

Das Texturieraggregat kann durch Lösen einer Steckverbindung unter Vollast ein- und ausgeschaltet werden.

Aus Abbildung 6 geht auch hervor, daß bei dem gezeigten FAG-FTS-1200-F-Texturieraggregat die

Scheiben fliegend gelagert sind. Durch diese fliegende Lagerung wird die Scheibendrehzahl auf max. 16.000 U/min und die Scheibenanzahl auf 7—8 Stück begrenzt, d. h., das Aggregat eignet sich für die Texturierung von dtex 17—78 bei Geschwindigkeiten von 800—900 m/min. Bei Geschwindigkeiten über 900 m/min im Texturierprozeß oder stärkeren Titern, wodurch sich Aggregatdrehzahlen bis 20.000 U/min oder höhere Scheibenanzahlen ergeben, muß ein doppelseitig gelagertes, aber einzelmotorisch angetriebenes FAG-Friktionsaggregat-FTS-1200-D eingesetzt werden.

Mit den beschriebenen Friktionsaggregaten ist man heute durchaus in der Lage, die vorgegebenen Liefergeschwindigkeiten der Streckzwirnmachine von max. 1000 bis 1200 m/min in einem Texturierprozeß einzusetzen und, wie am Beispiel der Strumpftiter gezeigt, unter Produktionsbedingungen zu fahren.

Natürlich müssen auch die eingegebenen Drehungen des Fadens fixiert werden. Diese Fixierung erfolgt in Abhängigkeit von der Fadengeschwindigkeit und der Fadenstärke mit vertikal und horizontal eingebauten, 1000 bis 2500 mm langen Einzel- oder Registerheizern, die nach dem Kondensationsprinzip arbeiten.

Die Oberfläche der Fadenrillen wird in Abhängigkeit von der gewünschten Fadenqualität nach modernsten Gesichtspunkten und mit neuesten Verfahren vergütet. Die mittlere Rauigkeit der einzelnen Oberflächen liegt zwischen  $0,5$  und  $1,2 \mu\text{m}$ .

Die Formgestaltung der beiden Fadenrillen ist für die Wärmeübertragung weniger wichtig, jedoch für die Fadenführung bei den heute üblichen, sehr langen Heizern von großer Bedeutung.

Eines der wichtigsten Konstruktionsmerkmale moderner Kontaktheizer ist die Krümmung der Heizeroberfläche, die, wie erwähnt, selbst auch von besonderer Qualität sein muß. Gleichmäßigkeit und Höhe der Fadenrotationsgeschwindigkeit im Fixierfeld werden beeinflusst. Dadurch wird bestimmt, ob die Maschine mehr mit Nach- oder Voreilung in der Fixierzone gefahren wird.

Die vertikale Umbauversion ergibt automatisch einen geknickten Fadenlauf. Jeder geknickte Fadenlauf

führt zu einer Umlenkung am Fixierheizer. Dabei sind aber folgende wichtige Punkte zu beachten:

- Das Material der Umlenkstelle sollte sehr hart sein, um ein Einsägen zu verhindern.
- Die Oberfläche sollte so beschaffen sein, daß der Drall auf kürzestem Wege gestoppt wird.
- Die Fadenspannungsunterschiede zwischen dem Ein- und Auslauf der Umlenkung sollten so gering wie möglich sein.

Wir haben an unserer vertikalen Umbauversion eine Umlenkung am Fixierheizer vorgesehen, die in die Fadentransporteinheit integriert ist. Beim Auflegen des Fadens wird die Transporteinheit einschließlich der Fadenumlenkung in die unterste Stellung gefahren, so daß mit Hilfe eines Injektors der Faden von der normalen Bedienungsebene aus aufgelegt werden kann. Anschließend wird die Transporteinheit mit der integrierten Fadenumlenkung nach oben in Arbeitsstellung gefahren. Die Fadenumlenkung selbst ist eine rotierende Scheibe, die in der Lage ist, den hochsteigenden Drall über ihren Umfang zu stoppen und gleichzeitig, aufgrund ihrer speziellen Lagerung, den Abbau der Fadenspannung vom Einlauf zum Auslauf so gering wie möglich zu halten.

Die beschriebene Fadenumlenkung und die Transporteinheit werden bei der horizontalen Umbauversion aus räumlichen Gründen nicht benötigt. Hier kann der Faden mit Hilfe eines Injektors ohne Zeitbegrenzung innerhalb eines Abzuges aufgelegt werden.

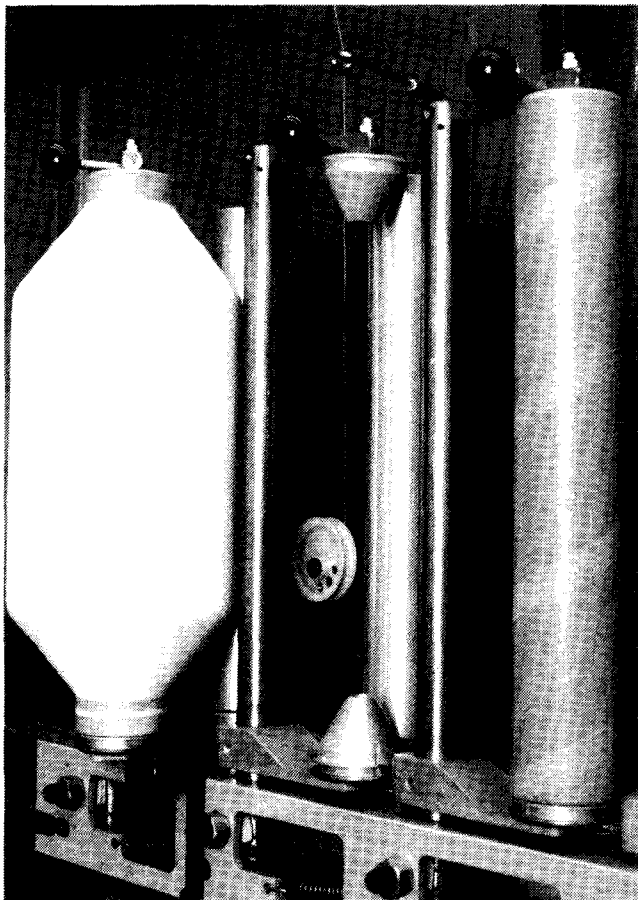


Abb. 7: Spindelbandantrieb einer Streckzwirnmachine mit senkrechter Friktionswalze (statt Spindel) als Antrieb

Am Ende eines Texturierverfahrens steht die Aufwicklung, die eine optimale Spule in bezug auf Ablaufspannungen für die Weiterverarbeitung erzeugen sollte. Beide Umbauversionen, die horizontale und die vertikale, werden mit einer neuartigen Aufspuleinheit, Side-Winder genannt, ausgerüstet; sie wird mit einer Lizenz von Du-Pont, Canada, gebaut.

Aus der Abbildung 7 ist ersichtlich, daß der Spindelbandantrieb der Streckzwirnmachine erhalten bleibt, aber anstatt der Spindel eine senkrechtstehende Friktionswalze antreibt. Die Friktionswalze dient als Antrieb für die mit Federkraft angepreßte Spule. Eine bikonische Spule wird dadurch erreicht, daß mit wachsendem Durchmesser über ein Gestänge und eine Steuerschiene die Spulenbewicklungslänge bikonisch reduziert wird. Der in der Steuerschiene sitzende Gleitstein ist mit der Ringbank fest verbunden und wird von ihr auf und ab bewegt.

Weiterhin ist an der Ringbank eine exzentrisch gelagerte Fadenumlenkrolle montiert. Die Aufgabe dieser Rolle besteht darin, den auf die Spuleinheit zulaufenden Faden um 90° umzulenken und durch ihre exzentrische Lagerung dem Faden eine echte Verkreuzung auf der Spule zu geben, was eine sehr gute Spulenstabilität bei einem maximalen Spulenvolumen von 4,9 dm<sup>3</sup> (Spulenlänge = 420 mm) ermöglicht. Darüber hinaus läßt die Umlenkrolle eine kleinere Aufspulspannung als Ring und Läufer zu. Durch das Ausscheiden von Spindel, Ring und Läufer wurden folgende Vorteile erzielt:

- Fadenbrüche aus dem Ring-/Läuferverfahren fallen weg;
- die Spulenhärte ist steuerbar;
- alle einzelnen Positionen können unabhängig von der Zeit nachgelegt werden (Daraus resultiert, daß der Wirkungsgrad von 78 % bei Ring und Läufer auf 92 %, bezogen auf dtex 22, ansteigt. Dieser Wert von 92 % ist auch mit neuen Maschinen nicht mehr zu verbessern);
- geringere Wartungskosten.

Die Abbildung 8 zeigt die Ablaufspannungen einer 360 mm langen Side-Winderspule, gemessen bei verschiedenen Abzugsgeschwindigkeiten. Die heute üblichen Abziehggeschwindigkeiten an Strickmaschinen auf dem Strumpfsektor liegen zwischen 350 und 550 m/min, jedoch die neue Generation von Strickmaschinen ist mechanisch in der Lage, den auf dem Bild ge-

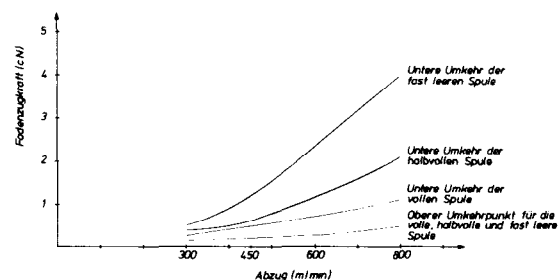


Abb. 8: Die Fadenzugkraft einer Side-Winderspule bei verschiedenen Abzugsgeschwindigkeiten (Material: dtex 22f7, PA 6.6 text.)



zeigten 800 m/min-Abzug zu erbringen, d. h., für die Zukunft muß der Fadenabzug von der Spule im Bereich von 600 — 800 m/min möglich sein. Das Diagramm zeigt, daß die Fadenspannung mit der Geschwindigkeit und der Bewicklungslänge ansteigt, aber auf Werte, die eine Weiterverarbeitung auf der Strickmaschine mit einem 800 m/min-Abzug noch zulassen. Aufgrund dieser Tatsachen geben wir folgende Empfehlungen für die einzelnen Hülsenlängen eines Side-Winders:

- dtex 17 — 44 auf der Hülsenlänge 360 mm;
- dtex 50 und höher auf der Hülsenlänge 420 mm.

Mit diesen beiden Hülsenlängen lassen sich also durchaus marktgerechte Pakete für den Polyamid- oder Polyestersektor herstellen.

Diese Texturierpakete, auf Polyamid- oder Polyesterbasis produziert, sollen anhand der nächsten drei Bilder in bezug auf die Gleichmäßigkeit der Kräuselkontraktionskraft, die in enger Korrelation zu der Anzahl der Drehungen und der Temperatur steht, untersucht werden.

Für die Kräuselkontraktionsmessung wurde ein Dynafil der Firma Stein verwendet. Alle drei Muster von dtex 22f7, PA 6.6, wurden mit 800 m/min texturiert.

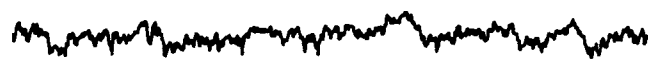
Die Abbildung 9 zeigt die Kräuselkontraktionskraft eines Fremdmusters, dtex 22f7, hergestellt mit einem 2000 mm-Fixierheizer. Die Schwankungen der Kontraktionskraft ergeben einen unruhigen Warenausfall.



*KK* = 0,85 cN  
*TEXTURIERGE SCHWINDIGKEIT* = 800 m/min  
*HEIZERLÄNGE* = 2000 mm

Abb. 9: Kräuselkontraktionskraft eines Fremdmusters (dtex 22f7)

In Abbildung 10 ist das Diagramm eines Fadens, dtex 22f7, welcher auf einem Vertikalumbau mit einem 1000 mm-Heizer texturiert wurde, gezeichnet. Vergleicht man dieses Bild mit dem vorher gezeigten, so



*KK* = 0,7 cN  
*TEXTURIERGE SCHWINDIGKEIT* = 800 m/min  
*HEIZERLÄNGE* = 1000 mm

Abb. 10: Diagramm eines Fadens (dtex 22f7), texturiert auf einem Vertikalumbau mit einem 1000 mm-Heizer

wird deutlich, daß die Schwankungsbreite der Kräuselkontraktionskraft wesentlich kleiner geworden ist. Der Warenausfall wird vom Kunden als einwandfrei bezeichnet.

Die Kräuselkontraktionskraft eines Fadens, dtex 22f7, texturiert auf einem Horizontalumbau mit einem 1000 mm-Heizer, ist in Abbildung 11 dargestellt. Der Warenausfall ist einwandfrei (laut Aussage der Strumpfwirker).



*KK* = 0,7 cN  
*TEXTURIERGE SCHWINDIGKEIT* = 800 m/min  
*HEIZERLÄNGE* = 1000 mm

Abb. 11: Kräuselkontraktionskraft eines Fadens (dtex 22f7), texturiert auf einem Horizontalumbau mit einem 1000 mm-Heizer

Folgende Aussagen können aus den gezeigten Bildern gemacht werden:

- Für die Texturierung von ausschließlich dtex 22f7 sollte der Horizontalumbau verwendet werden.
- Die Texturierung eines gemischten Titerprogrammes, wie 22f5 — 22f7 — 33f10 — 44f13, begünstigt sich mit einem Vertikalumbau.

Am Schluß der Teilkomponentenbesprechung soll noch kurz das Vorgarnspulengatter angesprochen werden. Das Gatterkonzept eines Umbaues ist stark vom vorhandenen Organisations- und Prozeßplan eines Kunden beeinflußt. Aus diesem Grunde sind den einzelnen Umbauversionen verschiedene konstruktive Ausführungen, wie stationäre bzw. fahrbare Flächen- und Raumgatter, zugeordnet, die jeweils für das Arbeiten mit Reservevorgarnspulen ausgerüstet sein können. Für Sequentialprozesse werden häufig noch zahlreiche Konstruktionen von Einfachgattern verwendet.

Nach der speziellen Technik des Umbaues nun noch ein paar Worte zur kommerziellen Seite eines Umbaues.

Sie wissen, der beste Umbau hat keinen Wert, wenn er teurer als eine neue Maschine ist. Der einfachste Weg, einen Umbau mit einer neuen Maschine zu vergleichen, ist die Rechnung über die Abschreibung des investierten Kapitals pro kg texturierten Fadens. Für beide Umbauheiten und für die neue Maschine soll eine Geschwindigkeit von 800 m/min mit den Titern 22 und 44 dtex eingerechnet werden. Die Tabelle 1 zeigt folgende Abschreibungen pro kg texturierten Fadens auf 4 Jahre gerechnet:

Tabelle 1: Abschreibungen

dtex	Vertikalumbau	Horizontalumbau	Neue Maschine
22	0,745 DM/kg	0,82 DM/kg	1,10 - 1,23 DM/kg
44	0,385 DM/kg	0,42 DM/kg	0,58 - 0,636 DM/kg

Anhand dieser Zahlen wird deutlich, daß es sich auch finanziell lohnt, abgeschriebene Streckzwirnmaschinen in Strecktexturiermaschinen zu verwandeln. Selbst wenn die Streckzwirnmaschinen auf dem Gebrauchtmaschinenmarkt gekauft werden müssen, ergibt sich noch eine äußerst günstige Abschreiberate für die einzelnen Titer.

Außer der Abschreibung des investierten Kapitals sind natürlich in der heutigen Zeit noch die elektrischen Energiekosten äußerst interessant.

Mit dem Vertikalumbau, der einen 1000 mm-Heizer beinhaltet, sind für 156 Positionen 74 KVA installiert.

Diese 74 KVA setzen sich aus den Installationen des Hauptantriebes, der Hydraulik, der Heizung und der Friktionsaggregate zusammen.

Die Wirkleistung für 156 Positionen, mit 800 m/min gefahren, und einem Titer von 22f7 dtex liegt bei 41 kW.

### Zusammenfassung

Durch die aufgezeigten Umbauversionen werden dem Chemiefaserproduzenten und dem Texturierer technische Möglichkeiten geboten, die in Verbindung mit äußerst günstigen Kosten ein Beitrag sein können, den Markt wieder zu beleben.

### Diskussion

**Pilgrim:** Worin liegen die Ursachen, daß die Amplitude des bei Ihnen auf der umgebauten Anlage erzeugten Garns kleiner ist als die eines auf einer herkömmlichen Maschine erzeugten Garns? Die Scheiben dürften doch gleich sein.

**Mutschler:** Wenn Sie für den Feinstrumpftiterbereich eine Universalmaschine mit einem 2,5 m langen Heizer verwenden, so liegt das Problem darin, daß an der nicht unbedingt notwendig langen Heizerstrecke ein Spannungsabfall eintritt. Daraus ergibt sich, daß an der oberen Umlenkung ein Drallstau und ein Drallschlupf entsteht und somit die Rotationsgeschwindigkeit, speziell beim 22 F 7 Garn, gestört wird. Die Einzelkapillare, die sich in der Mitte befindet, ist nicht mehr in der Lage, regelmäßig von außen nach innen zu wandern. Das Problem liegt daher in der Fadenführung.

**Riggert:** Durch diese exzentrisch gelagerten Scheiben entstehen doch Spannungsschwankungen im Faden, die wahrscheinlich bei Polyesterarn wegen des höheren E-Moduls höher ausfallen werden als bei Polyamidarn. Gibt es da negative Auswirkungen? Habe ich übersehen, daß Sie eine Zwangskühlung vorgesehen haben?

**Mutschler:** Es sind keine größeren Fadenspannungsunterschiede gegenüber der Verwendung eines normalen Spulaggregates zu verzeichnen. Meine Darstellungen beziehen sich rein auf HE-Polyamid und HE-Polyesterarn. Ob dieses Aggregat auch zur Aufwicklung von Set-Garnen verwendet werden kann, ist nicht sicher, es befindet sich zur Zeit bei uns noch in der Entwicklung.

Eine Zwangskühlung ist selbstverständlich eingebaut.

**K. Bauer:** Haben Sie auch verschiedene Materialien als Heizplattenoberfläche (verchromt oder vernickelt) untersucht? Gibt es da Unterschiede, selbst bei gleicher Rauigkeit? Für welches Material haben Sie sich entschieden?

**Mutschler:** Wir haben Oberflächen von VA-Materialien und verchromten Materialien untersucht. Die Problematik liegt beim Auflageverfahren, das heißt, wenn der Faden im Sequentialprozeß unverstreckt auf die hochglanzpolierte (unter 0,5 µm) Heizeroberfläche kommt, führt dies meist zu Stauungen und Fadenbrüchen. Wir verwenden zur Zeit hauptsächlich VA-Materialien und verchromte Oberflächen (im gleichen µm Bereich).

**Pilgrim:** Worin liegt der Grund, daß Ihre Maschine einen derart geringen Energiebedarf pro kg Garn hat?

**Mutschler:** Im Moment liegt der Energiebedarf eines umgebauten Heizers von 1,5 m auf der 800 m/min-Basis bei 2,5 - 2,6 kW/kg texturiertem Garn. Es wurde viel Arbeit aufgewendet, um die Abstrahlfläche so klein wie möglich zu halten, und durch eine spezielle Entwicklung im Heizerbau und in der Fadenführung konnte diese sehr niedrige Leistung erzielt werden.

**Pilgrim:** Wir sind an große Tangentialriemen gewöhnt, Sie verschwenden aber mit vielen kleinen Einzelmotoren doch wieder Energie? Wie sieht nun die Bilanz des Spindelantriebes aus? Macht diese nicht im Endeffekt die Energieeinsparung wieder zunichte? Wäre Ihre Bilanz nicht günstiger, wenn Sie beim Spindeltrieb mit Tangentialriemen geblieben wären?

**Mutschler:** Ich habe die Leistung, bezogen auf die ganze Maschine, vorgestellt. Schon aus diesem Wert wird deutlich, daß der Anteil der Einzelaggregate nicht höher sein kann, als die Verwendung des Tangentialriemens. Unsere Werte liegen sogar etwas tiefer, dies macht aber nicht den Hauptanteil aus. Dieser wird von der angewendeten Heizungstechnik bestritten und führt gemeinsam mit dem Einzelmotorantrieb zu einer Reduzierung des Energiebedarfes.

**van Krimpten:** Werden diese verbesserten Heizungstechniken auch beim Bau neuer Maschinen verwendet? Wenn ja, dann ist die Bilanz doch gleich.

**Mutschler:** Diese verbesserte Heizungstechnik kann auch in neuen Maschinen angewendet werden. Es kommen aber noch andere Komponenten dazu, welche das Projekt gegenüber einem Umbau verteuern.

**van Krimpten:** Hat dann eine umgebaute Maschine wesentliche Vorteile gegenüber einer neuen?

**Mutschler:** Das Umbauen einer Streckzwirnmachine bringt das stark reduzierte Investment als Vorteil gegenüber einer neuen Maschine.

**Fritsch:** Sie sprachen von dem Problemtiter 22 F 7. Mir sind noch größere Problemtiter, wie 22 F 3 und 18 F 4 bekannt. Sind diese für Sie kein Problem?

**Mutschler:** Auch für diese Titer ist der Umbau möglich, und wir liefern speziell auf dem Sektor 22 F 3 Produktionseinheiten auf Friktionsbasis. Es ist nicht einfach, diesen Titer zu texturieren, und Sie brauchen dazu ein spezielles Know-how.

## KORROSIONSSCHUTZ

### W.HÖHNEL KG.

Sandstrahl-, Flammstrahl-, mechanische Entrostung, staubfreies Sandstrahlen mit Vacu-Blast, Naßstrahlen, Schutz- und Industrieanstriche aller Art, Behälterauskleidungen mit lösungsmittelfreiem Kunststoff, Holzschutz, Isolierungen und Streichgummierungen, Metallspritzten von Zink, Aluminium und Aluminiumlegierungen, kathodischer Korrosionsschutz, Klimatisierung zur Trockenlegung von schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

**A-4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5**

Tel. 07222/ 72606 Serie, FS 02 1469

Postfach 202 Telegrammadresse: Höhnel KG Linz  
Korrosionsschutzwerk, Linz, Zamenhofstraße 41

## Prüfung von texturierten Garnen und daraus hergestellten Flächengebilden

Dipl.-Ing. Lothar Rupprecht, Dormagen

Es werden verschiedene Aspekte über die Prüfung texturierter Falschdrahtgarne diskutiert und anhand von zahlreichen Beispielen vertieft. Als wesentliche Orientierungshilfen werden Anforderungsprofile (Typprüfungen) und Qualitätsprofile (Partieprüfungen) herangezogen. Normierte Prüfungen werden auf ihre Aussagekraft hin kritisch betrachtet und — soweit es notwendig erschien — modifiziert und erweitert.

Die am Anforderungsprofil orientierte Texturgarnprüfung wird an Beispielen aus den Einsatzgebieten: *Strumpf, Rundstrickwaren, Gardine und Webwaren* dargestellt. So werden z. B. für die Strumpfgarnprüfung das Ablauf- und Überlaufverhalten an Schnellläufer-Strumpfautomaten und der Einsprung bei der *One-piece- und One-size-Strumpfherstellung* als Orientierungshilfen für die Texturgarnprüfung herangezogen.

Aus dem Bereich der Rundstrickerei werden Zusammenhänge zwischen Garn- und Warentypen, Einflüsse des Warengewichtes und der Kräuselentwicklung auf den Warenausfall untersucht. Ebenso werden die Anforderungsprofile der Gardinen- und Webwarenfertigung in die Prüfung integriert.

Bei der Betrachtung des Qualitätsprofils als Orientierungshilfe für die Texturgarnprüfung wird bevorzugt die Gleichmäßigkeit der Ware diskutiert. Dazu werden Beispiele aus der Falschdrahttexturierung von Polyamid- und Polyestergeräten gebracht; unter anderem werden Einflüsse der Verarbeitungstechnologie, Systemzahl und Warenkonstruktion erörtert.

Die Orientierung der Texturgarnprüfung am Anforderungs- und Qualitätsprofil führt zwangsläufig zu modifizierten bzw. verbesserten Prüfverfahren und Kräuselkennwerten mit hohem Informationswert. So wird z. B. die Einkräuselung in Abhängigkeit von den Entwicklungsbedingungen (Temperatur, Entwicklungswiderstand) ebenso diskutiert wie die Spontankräuselwerte (Einkräuselung und Kringeldrehung) direkt ab Spule gemessen. Die komplexen Kenngrößen, Kräuselgeometrie und Kräuselvolumen, werden nicht ausgespart. Schließlich werden Ursachen für unzureichende Korrelationen zwischen den verschiedenen Kenngrößen dargelegt.

Different views of the examination of textured false twist yarns are discussed by means of several examples. Usage characteristics (typical tests) and quality characteristics (process controls) are used as essential orientation means. Standardised tests will be considered critically with regard to their value of information and if necessary modified or extended.

The textured yarn tests referring to the usage characteristics will be demonstrated on hosiery, circular knitting, curtains and woven fabrics. For the test of hosiery yarns the following items will be taken as examples: behaviour of run-off and change over on the high speed hosiery machine, shrinkage at one-piece and one-size panty manufacturing. Relating to circular knitting the connection between different yarn and fabric types and the influence of fabric weight and the effect of crimp development on the fabric appearance is discussed. In the same way the tests of usage characteristics of the manufacturing of curtains and woven fabrics are included.

Considering the quality characteristics as orientation means preferably the evenness of fabrics (volume, affinity) is discussed by showing examples of the false twist texturing of polyamide and polyester yarns. For example, the influences of the technology of processing, the number of feeders and the fabric constructions will be pointed

out. Using the usage and quality characteristics as orientation means for the textured yarn test leads to modified or improved test methods and crimp values with significant informations. As example the crimp contraction in relation to the conditions of crimp development (temperature, load) and the initial crimp values (contraction, torque level) are described. The complex criterions of crimp geometry and crimp volume are included. Further will be shown the reasons which lead to insufficient correlations between these complex criterions.

### Vorwort

Die Prüfverfahren für texturierte Garne wurden bereits in vielen Publikationen beschrieben. Die zahlreichen Verfahren und deren Modifikationen werden darin detailliert dargestellt und diskutiert. Anhand dieser Publikationen kann sich der Leser einen guten Überblick über die bestehenden Möglichkeiten der Texturgarnprüfung verschaffen. Die Vielfalt an Prüfverfahren erzeugt jedoch häufig auch eine gewisse Verunsicherung, besonders dann, wenn sich ein vorbelasteter Leser über die Zweckmäßigkeit der einen oder anderen Prüfung informieren möchte. Mit Hilfe zahlreicher Beispiele soll deshalb dieser Vortrag die bestehenden Lücken schließen helfen. Durch gezielten Einsatz der Prüfung wird gezeigt, daß eine bewegliche, den jeweiligen Anforderungen entsprechende Texturgarnprüfung notwendig ist.

### 1. Aspekte für die Prüfung texturierter Garne

Die Prüfung texturierter Garne beginnt bereits in der Prozeßkontrolle. Sie umfaßt einen weiten Anwendungsbereich bis hin zur Fertigteilprüfung. Dementsprechend vielfältig sind die Prüfverfahren. Sehr umfangreich, kostspielig und zeitraubend sind deshalb auch häufig die Prüfprogramme. Eine rationelle Texturgarnprüfung ist deshalb nur dann möglich, wenn man sie gezielt anwendet, sich vorher ausreichend informiert und orientiert. Woran soll man sich orientieren:

- an den Anforderungen der Kunden (*Anforderungsprofil*),
- an der Qualitätslage des Garnherstellers (*Qualitätsprofil*),
- an verschiedenen externen und internen Normen?

Pauschal läßt sich diese Frage nicht beantworten. Zunächst ist eine sachliche Betrachtung dieser Aspekte notwendig.

Was bedeutet *Orientierung am Anforderungsprofil und am Qualitätsprofil*? Betrachtet man zunächst die verschiedenen Schritte bei der Garnherstellung und die vielen Verarbeitungsmöglichkeiten, wie dies in der Abbildung 1 dargestellt ist, so kann bereits ein interessierter Laie ahnen, welche Vielfalt an Qualitäts- und Anforderungsbetrachtungen möglich ist. Besonders erfolgversprechend scheint eine sachliche Prüfung des Anforderungsprofils zu sein, da qualitative Betrachtungen, die über die gestellten Anforderungen hinauschießen, in den meisten Fällen sinnlos sind. Beispielsweise ist es wirkungslos, wenn für den Beschichtungsgrund ein Garn mit optimaler Farbegalität zum Einsatz kommt. Oft werden bei näherer Betrachtung des Einsatzgebietes Anforderungen er-

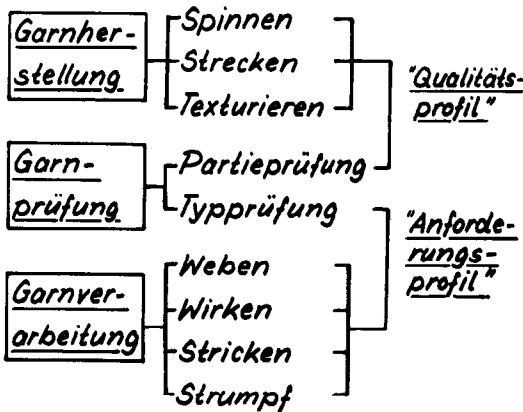


Abb. 1: Qualitätsprofil und Anforderungsprofil

d. h. nach dem Beseitigen des Fehlers unmittelbar beim oder nach dem Entstehen, führt sie zu einer optimalen Qualität; Fehler sind im eigentlichen Sinne nicht mehr vorhanden. Theoretisch wäre dies eine ideale Sache. In der Praxis gibt es diese Reinkultur jedoch nicht. Erstens weil sie zu teuer ist (hohe Investitionen für die Prozeßkontrolle, schlechte Ausbeutekennzahlen) und zweitens, weil es unsinnig wäre, ein gleich hohes Qualitätsniveau für alle Anforderungen zur Verfügung zu stellen. Man orientiert sich in den meisten Fällen an beiden Aspekten: der Qualität und der Anforderung. In der Abbildung 2 sind beide einander mit den wesentlichen Vor- und Nachteilen gegenübergestellt. Die Abbildung 3 zeigt schematisiert, wie ein Prüfungsprogramm mit Anforderungs- und Qualitätsprofil unter Berücksichtigung externer und interner Normen aufgebaut werden kann.

kannt, die bei oberflächlicher Betrachtung bzw. mangelnder Erfahrung übersehen wurden und vielleicht zu Reklamationen geführt hätten.

Die an den Anforderungen orientierte Texturgarnprüfung ist eine aktive, lebendige Prüfung. Sie ist sozusagen immer am Ball, da sie sich laufend neu orientiert und mit den sich verändernden Anforderungen wächst. Bei konsequenter Anwendung verhilft sie durch optimalen Garneinsatz zum Agieren und nicht zum Reagieren. Sie sichert oftmals einen Entwicklungsvorsprung vor Mitbewerbern. Vom Prüfer werden dazu umfangreiche Kenntnisse über die Weiterverarbeitung und über die Gebrauchswerteigenschaften verlangt, die weit über das übliche Maß der Garnprüfung hinausgehen. Es ist nicht nur das Ermitteln der Anforderungen, sondern auch deren Ordnung bzw. Wichtung notwendig. Zu suchen sind außerdem Korrelationen von der Garnprüfung zu den Verarbeitungs- und Gebrauchswerteigenschaften, um den Arbeitsablauf zu verkürzen und vorhandene Prüfkapazitäten effektiver zu nutzen.

Mit der Orientierung der Garnprüfung am Qualitätsprofil sind detaillierte Kenntnisse des Garnherstellungsprozesses verknüpft. Frühzeitig angewandt, d. h. beim Garnentstehungsprozeß unter Zuhilfenahme möglichst vieler aussagefähiger Meßgrößen, ist sie als Prozeßkontrolle zu verstehen. Im Vergleich zur Orientierung am Anforderungsprofil ist hier das Bestreben auf Großpartien ausgerichtet. In ihrer reinsten Form,

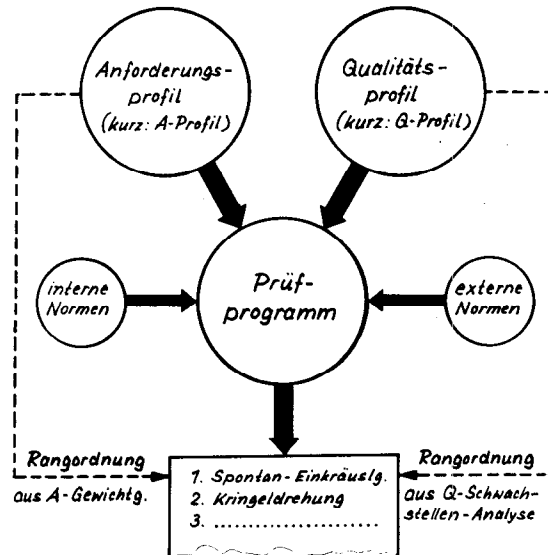


Abb. 3: Aufbau eines Prüfprogramms aus Anforderungs- und Qualitätsprofil sowie Normen

Orientierung	Vorteile	Nachteile
am Anforderungsprofil	optimaler Garneinsatz; laufende Qualitätsverbesserung (Anpassung).	diverse Produktionen; größere Lagerhaltung; Mißtrauen durch Rückfragen (2. Wahlverdächtig!).
am Qualitätsprofil	Großpartien; geringere Lagerhaltung; rationelle Prüfung umgekehrt möglich, durch Prozeßkontrolle.	Einsatz hochwertiger Garne in mindere Einsatzgebiete und Qualität nicht immer optimal

Abb. 2: Vergleich zwischen Anforderungs- und Qualitätsprofil

Üblicherweise erfolgt bereits bei der Auftragsvergabe durch die Festlegung der Garntype eine Groborientierung bezüglich der Anforderungen (Abb. 4). Danach wird der Qualitätsaspekt durch die Festle-

	A-Profil	Q-Profil
Provenienz: PA - PES - PACN...	●	○
Titer: dtex 22f3 ... 167f34	●	●
Typ: HE - T-Set - Farbgarn...	●	○
Qualität: Stückfärbung - Druck...	●	●
Aufmachung: Cops - zylindr. X-Spule	●	○
- bikonische X-Spule	●	○
Farbe: naturweiß - hochweiß	●	○
- farbig	●	○
Einsatz: Oberbekleidung ...	●	○

Abb. 4: Groborientierung

gung der Qualitätsklasse in den Vordergrund gerückt. Die Qualitätsklasse muß den gestellten Anforderungen entsprechen. Insgesamt ist dies jedoch nur eine Grohorientierung, die sicherlich für viele Fälle — vor allem für sog. „Wald- und Wiesenprodukte“ — ausreicht. Für Produkte, die neue Märkte öffnen und neue und höhere Anforderungen erfüllen sollen, um den Vorsprung zu sichern, reicht dies jedoch nicht aus. Hierzu ist eine Feinorientierung notwendig, d. h., die Anforderungen sind im Detail zu betrachten, um mit geeigneten Maßnahmen die Qualität an die gestellten Anforderungen heranführen zu können. Das Beispiel in Abbildung 5 soll dies verständlich machen. Erst eine solche Detailorientierung liefert *Garne nach Maß*. In den folgenden Kapiteln wird dies anhand zahlreicher Beispiele demonstriert und verständlich gemacht. Da es sich durchwegs um Praxisfälle handelt, ist eine saubere Trennung nach anforderungs- und qualitätsorientierten Beispielen aus den bereits genannten Gründen nicht möglich.

Orientg.	Einsatz	Anforderung	Garntyp	Prüfprogramm
<b>grob</b>	Strickerei (Stückfärbung)	> Gleichmäßigkeit > Laufweise	(HE) T-Set D-Set	Strickkontrolle Flusen- und Knotenkontr.
		+		+
<b>fein</b>	Strickvelours	< Schrumpfung < Einkräuselung < Kringelneigung	D-Set (T-Set)	Schrumpfung Einkräuselg. Kringeldrehung

Abb. 5: Grob- und Feinorientierung

2. Beispiele einer am Anforderungsprofil und Qualitätsprofil orientierten Texturgarnprüfung

Die folgenden Beispiele wurden aus den Gebieten der Strumpf- und Rundstrickwarenherstellung entnommen. Bei der Auswahl wurden verschiedene Falschdrahttypen aus Polyamid- und Polyester Garnen berücksichtigt.

2. 1. Strumpfgarnprüfung

Wenn hohe oder besondere Anforderungen an das Garn gestellt werden, müssen die allgemeinen Anforderungen: Laufweise, Gleichmäßigkeit, Verarbeitbarkeit und Gebrauchswerteigenschaften im Detail betrachtet werden, wie dies in der nachfolgenden Übersicht (Abb.6) versucht wurde. Die dabei vorgenommene Bewertung der einzelnen Anforderungen ist nicht absolut zu sehen, da hierzu das Qualitätsgenre des jeweiligen Verarbeiters zu berücksichtigen wäre; relative Vergleiche sind jedoch möglich. So sieht man z. B., wie stark das Anforderungsmerkmal *Laufweise* von dem verwendeten Strickmaschinentyp abhängig ist. Eine ebenfalls starke Abhängigkeit von Systemzahl, Konstruktion und Färbung (Farbstoff, Farbton) zeigt auch die Gleichmäßigkeit. Besondere Anforderungen bezüglich der Verarbeitbarkeit und der Gebrauchswerteigenschaften können durch Art

Anforderungen		geringe → hohe					
		1	2	3	4	5	
Laufweise	konvention. (250-400)						
	Schnellläufer (450-700)						
	One-piece-Maschine						
Gleichmäßigkeit	Systemzahl	2					
		4					
		8					
		12					
	Konstruktion	glatt					
		micro mesh					
Färbung (F'lon)	Dispersion.						
	Säurefest.						
Verarbeitg., Gebrauch.	< Einsprung	konvention.					
		One-piece					
	> Paßform	ungeformt					
		geformt					
	> Transpa.	Beinteil					
		Hosenteil					
< Glanz	Beinteil						
	Hosenteil						

Abb. 6: Anforderungsprofil von PA-Strumpfgarnen

und Ablauf des Verarbeitungsprozesses entstehen, z. B. durch One-piece-Maschinen (Einstückstrumpfhosenmaschinen), durch besondere Nahmaschinen und dergleichen mehr. Aber auch spezielle Anforderungen an die Gebrauchswerteigenschaften, wie Paßform und Elastizität oder Transparenz und Glanz, setzen eine flexible, anforderungsorientierte Garnprüfung voraus. In den Beispielen wird dies noch besonders verdeutlicht.

Nimmt man aus den vorher genannten Anforderungen zunächst lediglich die *Laufweise* heraus und untersucht die Einfluß- und Prüfgrößen, so werden eine ganze Menge weiterer Details sichtbar, wie das die Abbildung 7 erkennen läßt. Sie sind unterschiedlich je nach verwendetem Maschinenpark zu wichten. Besondere Bedeutung erlangen die einzelnen Merkmale, wenn die Tourenzahl der Strumpfautomaten, d. h. die Fadengeschwindigkeit, erhöht wird, wie dies in den letzten Jahren besonders bei der Entwicklung der *Schnellläuferstrumpfautomaten* zu beobachten war.

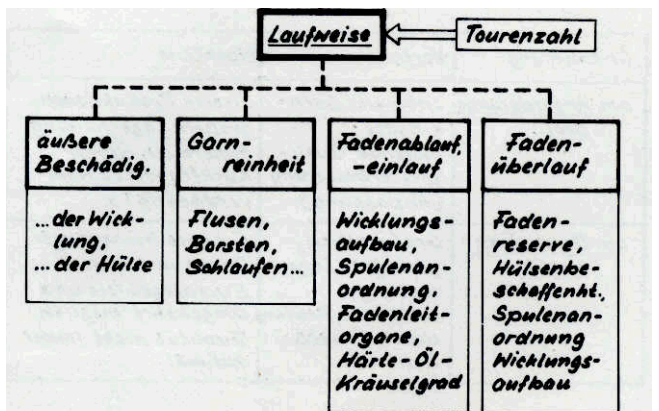


Abb. 7: Strumpf — Laufweise (Einfluß- und Prüfgrößen)

Neben allen in der gezeigten Übersicht enthaltenen Merkmalen kommt hier dem Wicklungsaufbau, der Fadenreserve, der Hülsenbeschaffenheit, der Spulen-anordnung im Gatter und der Art und Beschaffenheit der Fadenleitorgane eine besondere Bedeutung zu. Betrachtet man z. B. die Fadenspannung beim Einlauf in den Strumpfautomaten bei verschiedenen Spulen-anordnungen und Tourenzahlen bzw. Fadenge-schwindigkeiten, so ergibt sich das in der Abbildung 8 gezeigte Bild. Man sieht den starken Einfluß des Umschlingungswinkels (Summe der Umschlingungswinkel der einzelnen Fadenleitorgane) auf die Ein-lauffadenzugkraft  $F_2$  bei einer Tourenzahl zwischen 500 und 1000 U/min. Diese Fadenzugkraftzunahme liegt bei normalen Ablaufbedingungen zwar noch im üblichen Bewegungsrahmen (z. B. über Einstellung der Bremsen), sie wird aber kritisch bei Störungen (z. B. durch Flusen, Hülsenbeschädigungen), besonders im empfindlichen Bereich des Fadenüberlaufs von Cops zu Cops. Um die Anforderungen an das Garn und dessen Aufmachung nicht unrealistisch hochzu-treiben, sind der Spulen-anordnung und den Faden-leitorganen schnelllaufender Strumpfautomaten höch-ste Aufmerksamkeit zu schenken. Der Prüfer sollte überzogene Forderungen an das Garn ablehnen und sicherstellen, daß die Einlaufverhältnisse am Strumpf-automaten den gestellten Anforderungen genügen.

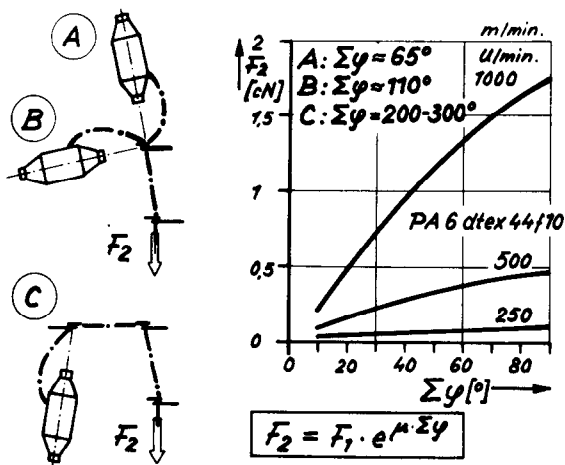


Abb. 8: Spulen-anordnung und Fadenzugkraft in Abhän-gigkeit vom Umschlingungswinkel bei der Strumpfherstellung

Wenden wir uns nun dem Anforderungsmerkmal *Einsprung* zu. Zunächst wird die Problemstellung zum besseren Verständnis behandelt: Bei der kon-ventionellen Strumpfhosenherstellung wird das Ho-senteil zunächst hälftig mit dem Beinteil gestrickt und anschließend zu einer Strumpfhose vernäht. Die Strumpfhosenlänge ist dabei eine Funktion der Rei-zenzahl (Abb. 9a), d. h. beliebig variabel. Bei der One-piece-Technik (Abb. 9b) wird dagegen die Strumpf-hose in einem Stück gestrickt. Die Strumpfhosenlänge ist abhängig von Zylinderdurchmesser und Nadelzahl der Strickmaschine und ist meist konstant. Die ein-ige, jedoch beschränkt variable Größe ist die Maschen-geometrie, die noch anderen Randbedingungen gehor-chen muß (z. B. der Stricksicherheit). Im One-piece-Strumpfautomaten kann deshalb die Hosenteilhöhe nur beschränkt variiert werden. Da zusätzlich bei der

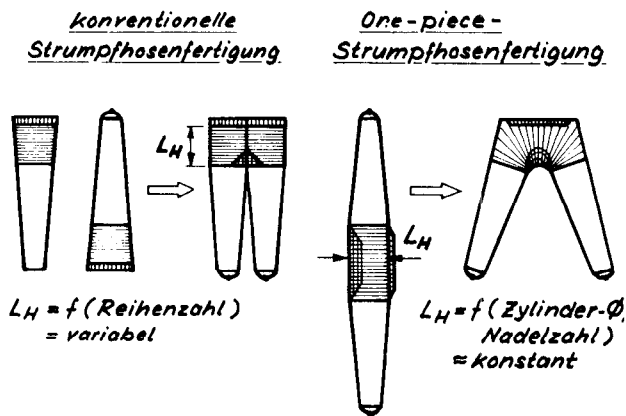


Abb. 9: Strumpfeinsprung und Fertigungsverfahren (schematisch)

anschließenden Ausrüstung durch Schrumpf, Kräuselverluste und dergleichen mehr ein Teil der Paß-form verloren geht, d. h. einspringt (*Einsprung*), ist der StrumpfhHersteller an Garnen mit niedrigem Ein-sprungverhalten interessiert. Dies trifft übrigens auch dann zu, wenn er sog. *One-size-Strumpfhosen* (eine Größe) auf konventionellen Maschinen herstellen möchte. Der Einsprung ist demnach die Veränderung der Dehnmaße durch die Ausrüstung, als Formel ausgedrückt in Abbildung 10. Außerdem zeigt diese Dar-stellung auch die verschiedenen Einflußgrößen und Garnprüfgrößen, welche den Einsprung prägen. Im Rohstrumpf ist dies besonders die Spontaneinkräuselung, die im Extremfall gleich Null ist, z. B. bei Bi-komponentengarnen, wo zunächst keine Kräuselung vorhanden ist und extrem lange Rohstrumpf-teile notwendig sind. Die Fertigstrumpflänge wird vom Sub-stanzschrumpf (Koch-, Heißluft-, Dampfschrumpf) und von der Entwicklungsfähigkeit der Kräuselung in Ab-hängigkeit von Temperatur und Spannung beeinflusst. Der letztgenannte Komplex umfaßt sowohl die Ein-flüsse der Warenkonstruktion und der Garnoberflä-chenreibung als auch die Einflüsse durch thermische Belastung, wie sie beim Färben und insbesondere beim Färbeformverfahren zu finden sind.

Von den zahlreichen komplexen Einflußgrößen soll hier als Beispiel der Einfluß der *Formintensität im*

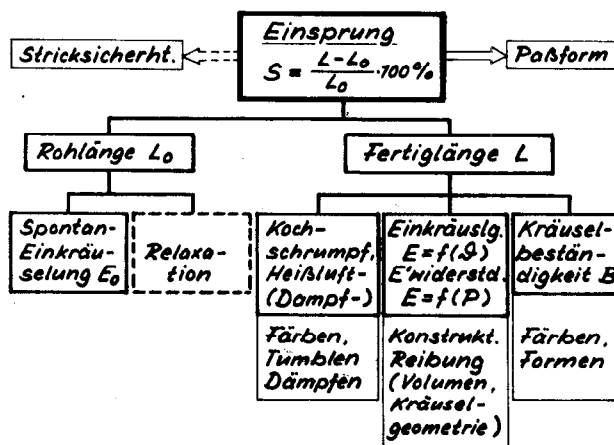


Abb. 10: Strumpfeinsprung (Einfluß- und Prüfgrößen)

Strumpf untersucht werden. In der Abbildung 11 wird deshalb zunächst der Einsprung verschiedener PA-Strumpfgarne in Abhängigkeit von der Formintensität dargestellt. Die dazugehörige Veränderung der Dehnmaße (ausgehend vom Rohstrumpf) macht deutlich, daß die alleinige Betrachtung der relativen Veränderung *Einsprung* unzureichend ist, sondern vielmehr für die endgültige Aussage über die Paßform die absoluten Dehnmaße notwendig sind. Versucht man den mit zunehmender Formintensität größer werdenden Dehnungsverlust zu erklären, so ist es zweckmäßig, sich die Kräuselwerte in Abhängigkeit von z. B. der Wassertemperatur anzusehen, wie später noch gezeigt wird. Insgesamt ist festzustellen, daß mit zunehmender Formungsintensität die Arbeitsbreite abnimmt, da die Kräuselung verloren geht.

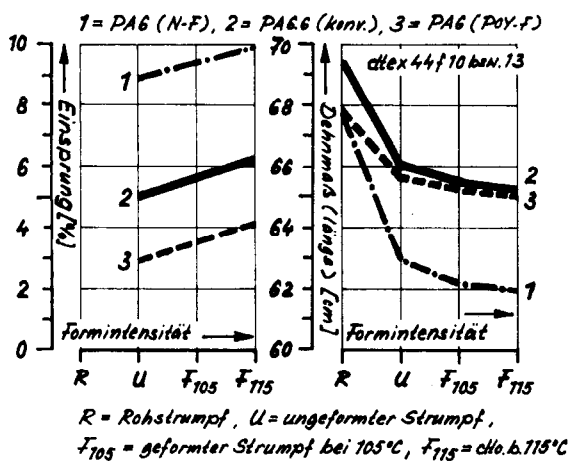


Abb. 11: Strumpfgarnprüfung — Einsprung in Abhängigkeit von der Formintensität

Die Aufgabe des Prüfers liegt hier in der Betrachtung des Schrumpfes und der Einkräuselung unter praxisnahen Bedingungen. (Normwerte liefern hier nur unzureichende Informationen!)

Hinsichtlich der *Gleichmäßigkeit des Strumpfes* ist ein starker Einfluß von Kringeldrehung und Spon-

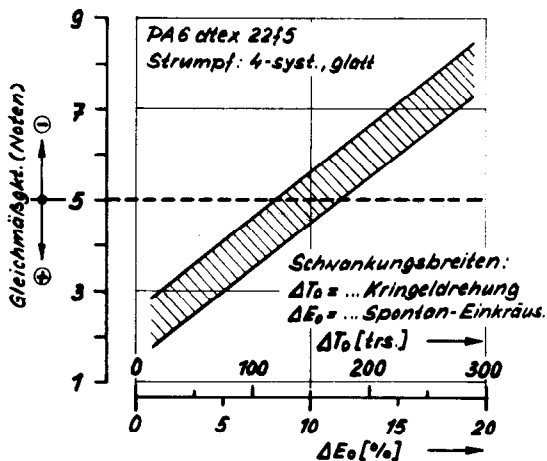


Abb. 12: Strumpfgleichmäßigkeit in Abhängigkeit von der Schwankungsbreite der Kräuseldaten

taneinkräuselung, genauer gesagt deren Schwankungsbreiten, vorhanden, wie in Abbildung 12 zu sehen ist. Hier ist die Reihigkeit (visuell beurteilt nach einem Notensystem, vgl. Kapitel 2.2.) in Abhängigkeit der Schwankungsbreiten von Kringeldrehung und Spontaneinkräuselung dargestellt. Kringeldrehung und Spontaneinkräuselung zeigen im vorliegenden Fall eine stramme positive Korrelation. Daß dies nicht immer der Fall ist, wird anhand folgender Beobachtungen deutlich: Eine Verschlechterung der Gleichmäßigkeit wird bei der Strecktexturierung mit Innenfriktionsdrallgebern in den häufigsten Fällen durch zu geringe Kräuselgrade verursacht. Diese können durch Überbeanspruchung, z. B. durch zu hohe Fadenspannung am Drallgeberauslauf oder durch zu geringe Drallaufnahme des Fadens, entstehen. Im er-

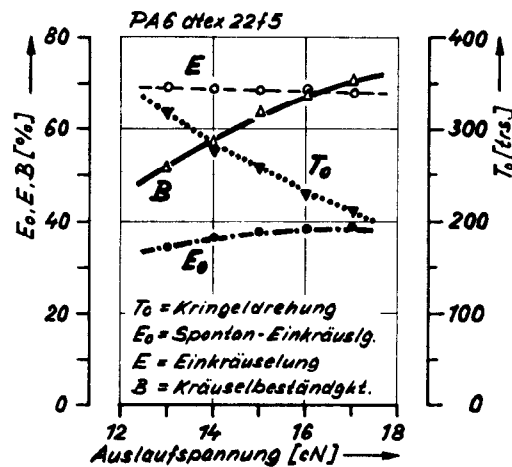


Abb. 13: Kräuseldaten in Abhängigkeit von der Drallgeberauslaufspannung

sten Fall verhalten sich die Abweichungen von Spontaneinkräuselung und Kringeldrehung in der Regel gegensätzlich, d. h., je weniger das Garn bauscht, um so mehr neigt es zum Kringeln. Im zweiten Fall sind die Abweichungen beider Garnmerkmale in der Regel gleichlaufend, d. h., bei einem zu geringen Texturereffekt wird sowohl das Bauschvermögen als auch die Drallneigung des Fadens reduziert.

Die Bedeutung der Drallgeberauslaufspannung auf die Gleichmäßigkeit wird in der Abbildung 13 gezeigt. Hier wird auch das gegensätzliche Verhalten von Kringeldrehung und Spontaneinkräuselung deutlich. Die Einkräuselung nach DIN 53 840 (entwickelt) bleibt dabei nahezu konstant, so daß man bei zu starrer Anlehnung der Garnprüfung an bestehende Normen den Eindruck erhalten kann, als wenn keine gravierende Abhängigkeit von der Drallgeberauslaufspannung vorhanden wäre. Hinweise gibt jedoch auch die nach DIN 53 840 ermittelte Kräuselbeständigkeit. Die Kräuselbeständigkeit geht jedoch im Normalfall nicht direkt in die Gleichmäßigkeit ein. Sie ist vielmehr ein Indiz für veränderte Strukturdaten, da sie sehr gut mit der Garnfestigkeit korreliert. Ausschlaggebend ist im vorliegenden Fall die starke Abhängigkeit der Kringeldrehung von der Drallgeberauslaufspannung.

2. 2. Prüfung von PES-Setgarnen für den Rundstricksektor

Warum werden Setgarne und nicht oder nur beschränkt HE-Garne für die Rundstrickerei eingesetzt? HE-Garne weisen ein wesentlich höheres Schrumpfung- und Kräuselniveau als Setgarne auf. Hohe Kräuselwerte bedeuten hohe Elastizitätswerte und einen hohen Einsprung. Letzterer wird zusätzlich durch den Schrumpfung erhöht. Eine zu hohe Elastizität ist für die Oberbekleidung nicht brauchbar. Ein zu hoher Einsprung mindert die Warenbreite. Diese kann auf Rundstrickmaschinen bekanntlich nur beschränkt variiert werden. Damit ist die Frage HE- oder Setgarn für die häufigsten Anwendungen schon oberflächlich zugunsten des Setgarns entschieden. Weitere Details werden in den folgenden Beispielen sichtbar.

Sehen wir uns zunächst verschiedene Strickwaren und Garne an. Außer vom Garntyp ist die Qualität der Strickware in erheblichem Maße vom Warengewicht abhängig. Die Abbildung 14 zeigt beispielsweise die Abhängigkeit des Relief- bzw. Kreppeffektes vom Fertigwarengewicht für verschiedene Garntypen. Die Beurteilung des Relief- und Kreppeffektes erfolgte dabei visuell nach einem Notensystem von 1 bis 9, wobei die Note 1 = sehr gut und Note 9 = sehr schlecht bedeutet. Note 5 stellt die Toleranzschwelle dar. Alle

liefware eine schwächere Differenzierung der verschiedenen Garntypen. Das Warenvolumen zeigt analoge Charakteristika in Abhängigkeit vom Fertigwarengewicht wie der Relief- und Kreppeffekt.

Der qualitative Einfluß des Garnvolumens oder der Bauschigkeit auf den Warenausfall ist unbestritten. Ein hohes Garnvolumen (im entwickelten Zustand) ist zwar die Voraussetzung, jedoch nicht der Garant für eine voluminöse Ware. Warum nicht? Grundsätzlich wäre das zwar realisierbar, jedoch werden bei der Warenherstellung mehrere Ziele verfolgt. Zunächst müssen primär Warengewicht und Warenbreite stimmen: ersteres wegen der häufigen Kosten- und Lauflängenvorgaben, letzteres wegen der Forderungen vom Konfektionär. Erst dann kommen andere Anforderungen, wie beispielsweise das Volumen. Hinzu kommen noch Einflüsse aus der Verarbeitung selbst. Ganz entscheidend ist, wie gut sich Stricker und Ausrüster aufeinander abgestimmt haben. Verfolgen wir die einzelnen Verarbeitungsschritte anhand eines Gewicht-Breiten-Schaubildes (Abb. 15), so kann man feststellen, daß die Veränderungen fast mit einem Golfspiel vergleichbar sind. Das Ziel ist bekannt. Man versucht beim ersten großen Schlag möglichst gleich in die Nähe des Lochs zu treffen. Jedoch erlangt man das Ziel erst nach mehreren kleinen Korrekturschlägen. Der erste große Sprung (Schritt 12), d. h. Gewichtszunahme und Breitenabnahme, wird hier durch

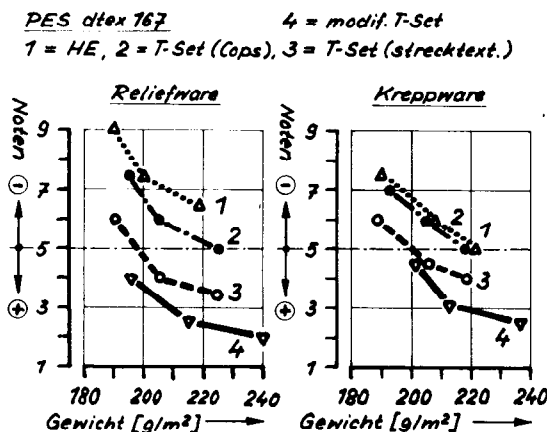


Abb. 14: Relief- und Kreppeffekt in Abhängigkeit vom Fertigwarengewicht

Kurven zeigen eine degressiv verlaufende Verbesserung der Warenqualität mit zunehmendem Fertigwarengewicht. Deutlich wird auch, daß im Bereich der leichten Einstellungen geringe Gewichtsunterschiede bereits erhebliche Qualitätsverschlechterungen verursachen können, wofür man häufig fälschlicherweise den Garnlieferanten verantwortlich macht. Betrachten wir die verschiedenen Garntypen, so wird bei der Reliefware aufgezeigt, daß HE-Garne für die Herstellung von Reliefwaren ungeeignet sind, da die hohen Schrumpfung- und Kräuselwerte den durch die Maschenkonstruktion erzeugten Reliefeffekt wegschrumpfen lassen. Am günstigsten sind hier solche Setgarne, welche ein möglichst niedriges Schrumpfung- und Kräuselniveau aufweisen, allerdings — und dies ist sehr wichtig — unter Erhaltung eines optimalen Kräuselvolumens. Die Krepptware zeigt im Vergleich zur Re-

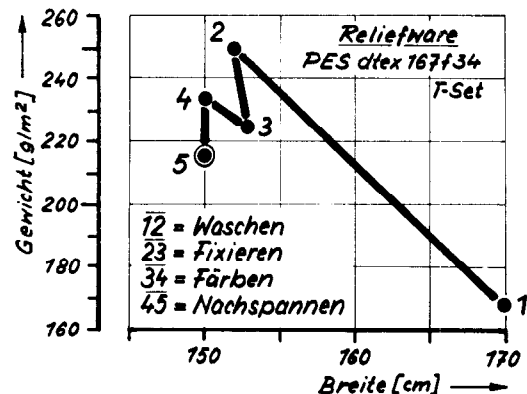


Abb. 15: Gewicht-Breite-Schaubild einer Strickware im Ausrüstungsprozeß

die Kräuselentwicklung beim Waschen erzielt. In der nachfolgenden Fixierung (Schritt 23) erfolgt bereits die erste Korrektur rückwärts, um dann beim anschließenden Färben (Schritt 34) durch den Schrumpfung und gegebenenfalls durch weitere Kräuselentwicklung (sofern Wasch- und Fixierprozeß nicht ausreichend waren) wieder eine Gewichtszunahme und Breitenabnahme hinnehmen zu müssen. Schließlich wird erst beim Nachspannen (Schritt 45) das gesteckte Ziel erreicht. Wie gut es erreicht wird, hängt u. a. von den Erfahrungen des Strickers und des Ausrüsters ab. Die einzelnen Schritte sind weiterhin abhängig vom Ausrüstungsgang, von der Warenkonstruktion und vom Garntyp.

Wie stark das Warengewicht in der Kräuselentwicklungsphase beeinflusst werden kann, ist aus dem nachfolgenden Diagramm (Abb. 16) ersichtlich. Nach dieser



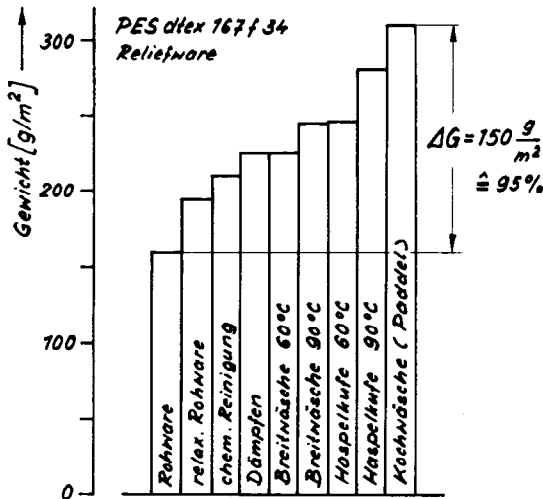


Abb. 16: Kräuselentwicklung in der Maschenware unter diversen Entwicklungsbedingungen

Darstellung sind aus einer einheitlichen Rohware (gleiches Garn, gleiche Konstruktion, gleiches Gewicht) je nach Entwicklungsintensität Unterschiede von nahezu 100 %, bezogen auf die Rohware, möglich. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Gewichtszunahme zunächst nur aus der Kräuselentwicklung resultiert. Bei zunehmender Temperatur, insbesondere im Bereich von 80-100°C, kommt eine Gewichtszunahme durch (Substanz-) Schrumpfung hinzu.

Die Gewichtszunahme durch Kräuselentwicklung wird entscheidend vom Garntyp mitgetragen. Sehen wir uns die Verhältnisse am Garn an (Abb. 17). Zu diesem Zwecke wurde an verschiedenen Texturgarntypen die Einkräuselung in Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur unter Belastung von 0,001 cN/dtex ermittelt.

Erwartungsgemäß zeigt das HE-Garn eine sehr starke Abhängigkeit, während das D-Setgarn eine geringe Zunahme der Kräuselung mit der Wassertemperatur zeigt. Was bedeuten diese unterschiedlichen Charakteristika nun für die Praxis? Als erste Konsequenz muß deshalb beim HE-Garn eine möglichst exakte Temperaturführung beim Waschen gefordert werden, während für das D-Setgarn ein einfaches Dämpfen

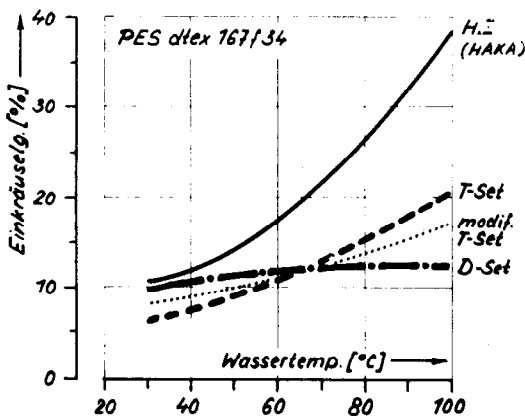


Abb. 17: Kräuselentwicklung diverser PES-Garne in Wasser

ausreichen kann. Je weiter Ausgangspunkt (Rohware) und Endpunkt (Fertigware) auseinander liegen, um so größer sind die Einflüsse der Ausrüstung und um so schwieriger ist der Endpunkt anzugehen. Die Wahrscheinlichkeit, daß das Material gequält, d. h., die Kräuselung überbeansprucht wird, wächst. Die Chancen, am Garn verbessertes Volumen umsetzen zu können, schwinden. Ziel sollte es deshalb sein, Garne einzusetzen, die bereits beim Strickprozeß nahezu den endgültigen Warenausfall erreichen lassen. Neben Warengewicht und -breite ist dabei insbesondere die 3. Dimension bei bestimmten Warenarten (z. B. Reliefwaren, Velours) zu berücksichtigen. Eine isolierte Betrachtung des Garnvolumens ist deshalb unzureichend.

Da die Gleichmäßigkeit einer Ware als zentrales, vordergründiges Thema bei nahezu allen Verarbeitungsverfahren und Warenarten vertreten ist, lohnt es sich im Zusammenhang mit der Rundstrickerei, den Einfluß bzw. die Anforderungen der Systemzahl an das Garn etwas näher zu betrachten. In der Abbildung 18 wurde deshalb die Gleichmäßigkeit (visuell beurteilt, nach dem gleichen Notensystem wie z. B. für die Beurteilung des Reliefeffektes) in Abhängigkeit von der Systemzahl dargestellt, wobei zusätzlich der Anteil fehlerhafter Spulen variiert wurde. Man erkennt eine deutliche Verschlechterung der Gleichmäßigkeit mit

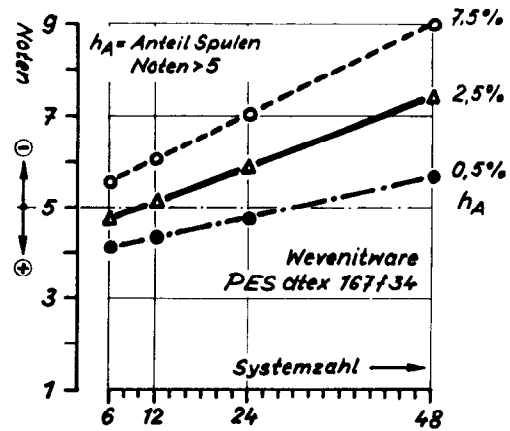


Abb. 18: Gleichmäßigkeit einer Strickware in Abhängigkeit von der Systemzahl der Strickmaschine

zunehmender Systemzahl, besonders wenn die Anteile fehlerhafter Spulen stark zunehmen. Zum Beispiel kann ein Unterschied von 2 % Anteil fehlerhafter Spulen bereits bei 24 Systemen darüber entscheiden, ob die Ware für den vorgesehenen Zweck im Mittel noch brauchbar oder bereits unbrauchbar ist. Wie stark ein bereits geringer Anteil fehlerhafter Spulen mit zunehmender Systemzahl die Warenausschußquote beeinflussen kann, wird aus der Abbildung 19 ersichtlich. Beispielsweise wird im vorliegenden Fall bereits bei 0,5 % Anteil fehlerhafter Spulen eine Ausschußquote von ca. 10 % bei 24systemiger Verarbeitung erzielt. Mit diesem Beispiel soll dokumentiert werden, daß die Anforderungen an das Garn beträchtlich ansteigen, wenn die Systemzahl erhöht wird. Der Stricker sollte deshalb bei der Wahl seiner Maschinen nicht nur leistungs-

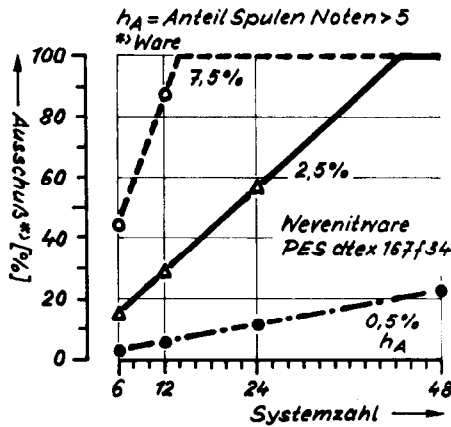


Abb. 19: Warenausschußquote in Abhängigkeit von der Systemzahl der Strickmaschine

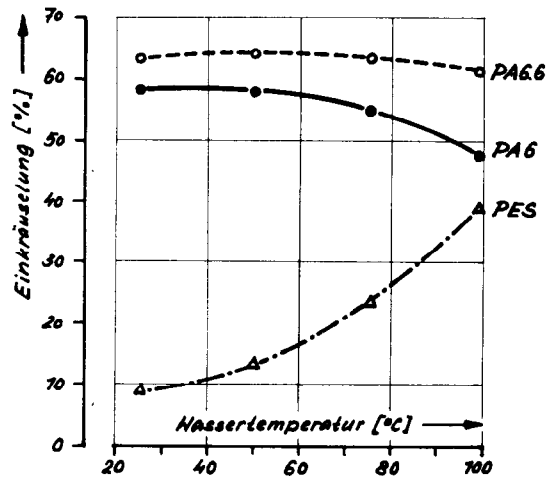


Abb. 20: Einkräuselung diverser HE-Garne in Wasser

orientierte Gesichtspunkte geltend machen. Der in der Qualitätskontrolle des Garnlieferanten tätige Prüfer sollte u. a. möglichst gut über den Maschinenpark seines Kunden informiert sein.

### 3. Die wichtigsten Kräuselmerkmale und deren Zusammenhänge mit Verarbeitungsmerkmalen

In den bereits diskutierten Beispielen wurden verschiedene modifizierte Kräuselmerkmale vorgestellt. Dabei ging es nicht um ein weiteres Aufblähen der ohnehin schon hohen Anzahl an Meßmethoden, sondern um eine sinnvolle Anwendung gegebenenfalls auch Erweiterung bestehender Meßmethoden, um die vom Anforderungsprofil und Qualitätsprofil her gestellten Forderungen möglichst praxisnah zu erfüllen. Nachfolgend werden die wichtigsten Kräuselmerkmale zusammenfassend dargestellt und ihre Bedeutung für die Verarbeitungs- und Gebrauchswerteigenschaften hervorgehoben.

#### 3. 1. Einkräuselung in Abhängigkeit von der Entwicklungstemperatur und vom Entwicklungswiderstand

Bei der Behandlung des Themas Prüfung von PES-Setgarnen für den Rundstricksektor wurde bereits die Bedeutung der Kräuselentwicklung anhand eines ausführlichen Beispiels dargestellt. So wurde in der Abbildung 17 bereits das Verhalten verschiedener PES-Garne in Abhängigkeit von der Entwicklungstemperatur vorgestellt, und die Hintergründe wurden erläutert.

Latzke<sup>2</sup>, Fiebig und Bechter<sup>3</sup> u. a. haben ebenfalls Darstellungen der Einkräuselung in Abhängigkeit von der Entwicklungstemperatur publiziert. Latzke betrachtete dieses Thema vorwiegend nach prüftechnischen Gesichtspunkten, Fiebig und Bechter nach anwendungstechnischen Gesichtspunkten. Letztere sehen einen Zusammenhang zwischen Faltenbildung und Texturgarnentwicklung bei PES-Geweben.

In Abbildung 20 sind die Einkräuselungskurven für PA 6.6, PA 6 und PES in Abhängigkeit von der Entwicklungstemperatur in Wasser dargestellt. Es handelt sich jeweils um HE-Garne. Besonders auffällig ist das unterschiedliche Verhalten von PES zu PA. PES zeigt bei niedriger Temperatur eine geringe

Kräuselentwicklung. Erst bei höheren Temperaturen wird die Kräuselung vollständig entwickelt. erinnert sei hier an die Darstellung in der Abbildung 16, wo die Abhängigkeit des Warengewichtes von der Entwicklungsintensität dargestellt wurde. PA zeigt dagegen bereits bei niedrigen Temperaturen seine volle Entfaltung der Kräuselung. Deshalb funktionieren bei diesem Material auch sogenannte Kaltwasserkräuseltests, die für Betriebskontrollen sehr beliebt sind.

Warum hängt die Einkräuselung vom Entwicklungswiderstand ab? Nach DIN 53840 wird die Einkräuselung unter optimalen Bedingungen entwickelt. Die Kräuselung kann sich frei entfalten. Im textilen Flächengebilde entscheiden dagegen Warendichte, Konstruktion und andere Verarbeitungsparameter, in welchem Umfang das angebotene Kräuselniveau genutzt bzw. reduziert wird. Besonders deutlich wird dies, wenn man zwei extreme Anwendungsbeispiele wie Strumpf und Webware betrachtet. Beim Strumpf wird wegen der gewünschten Transparenz ein relativ loses Flächengebilde hergestellt. Wenn nicht gerade im Färbeformverfahren ausgerüstet wird, so bleibt die ursprünglich beim Texturierprozeß erzeugte Kräuselung nahezu voll erhalten. Die Nutzung des vom Garn her angebotenen Kräuselniveaus wird bestimmt von Haftung und Reibung in der Masche und vom Verhältnis Kräuselgeometrie zur Maschengometrie. Das gleiche gilt zwar auch für die Webware, jedoch werden hier in der Regel wesentlich dichtere Waren eingestellt; die Haftung und Reibung ist wesentlich intensiver, das Verhältnis der Kräuselgeometrie zur Bindungsgeometrie wird ungünstiger. Außerdem wird durch Spannen die Kräuselung sehr stark beansprucht, so daß z. B. aus einem ursprünglichen HE-Garn ein Garn mit dem Kräuselniveau eines schlechten Farbgarns entstehen kann. Der Entwicklungswiderstand in einer Webware ist beträchtlich höher als in einem Strumpf. Die Kräuselung wird mehr strapaziert bzw. kann sich weniger gut entfalten. Hinzu kommt noch, daß verschiedene Garntypen sich diesbezüglich unterschiedlich verhalten. Wie unterschiedlich stark die Kräuselverluste durch bereits kleinste Widerstände, das sind Belastungen von 0,001 cN/dtex, bei nach verschiedenen Verfahren hergestellten PES-T-Setgarnen sein können, zeigt die Abbildung 21. Hier sind bereits vom Garn her Unterschiede von ca. 25 %

Spinngut	Texturier- aggregat	Kurzbe- zeichnung.	Kräusel- verlust	Warenaus- fall
konvent.	Friktion	N-F	~ 50%	flach, mager
POY	Friktion	POY-F	~ 40%	
konvent.	Spindel	N-S	~ 40%	
POY	Spindel	POY-S	~ 25%	fällig

$$\text{Kräuselerlust } E_V = \left(1 - \frac{E_1}{E}\right) \cdot 100\%$$

$E_1$  = Einkräuselung mit 0,001 cN/dtex entwickelt

$E$  = Einkräuselung ohne Belastung entwickelt (DIN)

Abb. 21: Kräuselerluste diverser PES-T-Setgarne dtex 167 f 34

möglich. Die am Garn ermittelten Kräuselerluste korrelieren mit dem Warenausfall, das heißt, das Garn mit dem geringsten Kräuselerlust bringt die besten Voraussetzungen zur Erzielung fälliger Waren mit z. B. guter Reliefstruktur. Der Kräuselerlust wurde dabei aus dem Verhältnis der Einkräuselung mit und ohne Belastung (DIN 53840) ermittelt.

Wie sich die Garne bei weiterer Erhöhung des Entwicklungswiderstandes verhalten, ist aus Abbildung 22 ersichtlich. Das Beispiel macht deutlich, daß eine punktuelle Betrachtung der Einkräuselung für die Praxis unzureichende Informationen liefert. Das Garn 1 ist empfindlicher als das Garn 2 bzw. weist größere Kräuselerluste auf. Mit diesem Beispiel sollte geprüft werden, ob auf einem vorhandenen Texturiermaschinenpark, der für PA-Strumpfgarne eingesetzt war, auch PES-Garne hergestellt werden können, die mit handelsüblichen PES-T-Setgarnen vergleichbar sind. Die hergestellten Garne wurden geprüft und folgende Ergebnisse erzielt: In der Abbildung 22 wird deutlich, daß bei der Betrachtung nach DIN 53840 beide Kräuselniveaus zunächst gleich sind. Mit zunehmender Belastung bei der Kräuselentwicklung

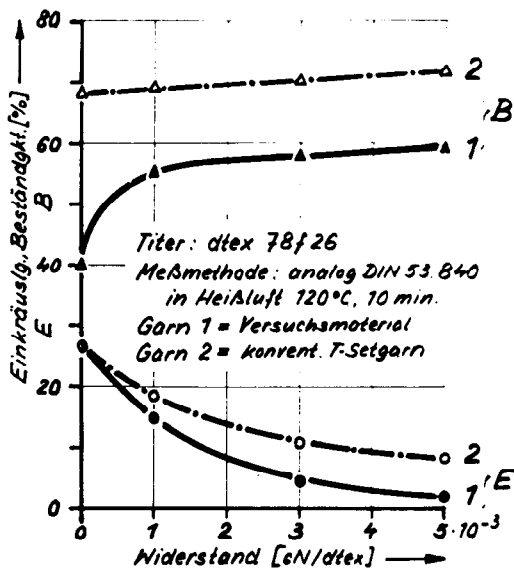
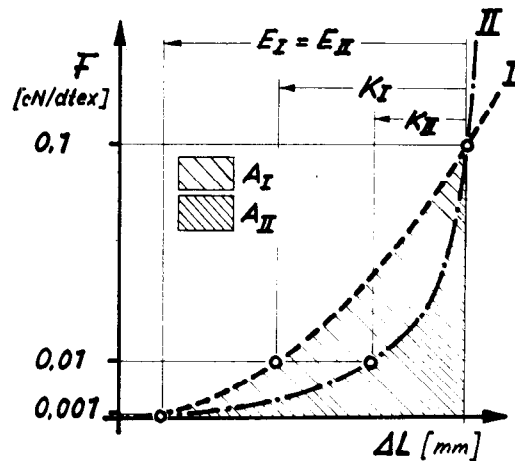


Abb. 22: Einkräuselung und Kräuselbeständigkeit in Abhängigkeit vom Kräuselentwicklungswiderstand für zwei verschiedene PES-Garne



$E_I, E_{II} \hat{=}$  Einkräuselung

$K_I, K_{II} \hat{=}$  Kennkräuselung

$A_I, A_{II} \hat{=}$  Arbeitsvermögen  $A \sim \frac{K}{E}$

Abb. 23: Einkräuselung und Arbeitsvermögen von Texturgarnen (schematisch)

lung wird die Differenz der Einkräuselung immer größer bzw. das Garn 1 reagiert empfindlicher auf zunehmende Entwicklungswiderstände als das Garn 2. Der Garntyp 1 unterscheidet sich ferner durch eine schlechtere Kräuselbeständigkeit und durch ein geringeres Arbeitsvermögen vom Garntyp 2. Hierüber informiert bereits die Prüfung nach der DIN-Vorschrift. Das Arbeitsvermögen wird ausgedrückt aus dem Verhältnis der Kennkräuselung zur Einkräuselung. Je höher dieses Verhältnis ist, um so höher ist das Arbeitsvermögen, wie anhand der Schemaskizze (Abb. 23) sehr leicht zu erkennen ist. Bezüglich des Strickwarenausfalls war der Garntyp 1 magerer und lappiger als der Garntyp 2. Das Garn 2 war weniger stark gestreckt als das Garn 1 (Dehnungen 40 und 20 %).

Interessant ist die Frage, ob mit einer Variation des Entwicklungswiderstandes eine stärkere Differenzie-

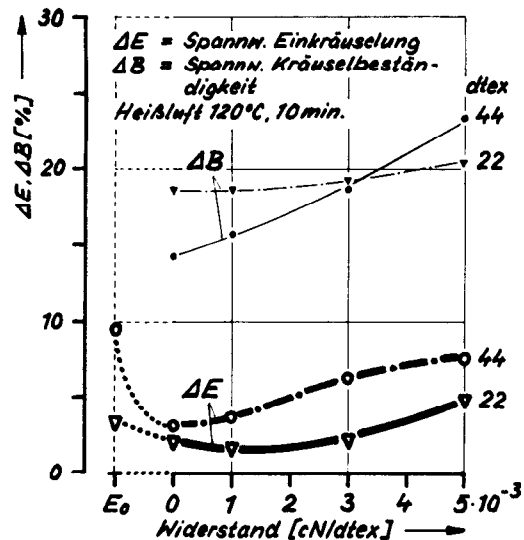


Abb. 24: Schwankungsbreite der Kräuseldaten von PA 6 HE-Garn in Abhängigkeit vom Widerstand

rung verschiedener Garne zu erwarten ist. Dazu ein Beispiel aus dem Strumpfgarnsektor, das in der Abbildung 24 dargestellt ist. Anhand der Abbildung wird die bereits erwähnte starke Differenzierung im unentwickelten Zustand (Spontaneinkräuselung) bestätigt. Außerdem zeigt das Diagramm eine bessere Differenzierung mit zunehmendem Entwicklungswiderstand. Verständlich wird dies, wenn man bedenkt, daß mit zunehmender Beanspruchung der Materialgrenzbereich immer mehr in den Vordergrund gestellt wird. Ob eine solche Handhabung allerdings bei einem Strumpfgarn sinnvoll ist, möchte ich bezweifeln (evtl. interessant bei einer Verarbeitung nach dem Färbeformverfahren). Nach unseren Erfahrungen ist die Beurteilung von PA 6-Strumpfgarnen im unentwickelten Zustand informativer.

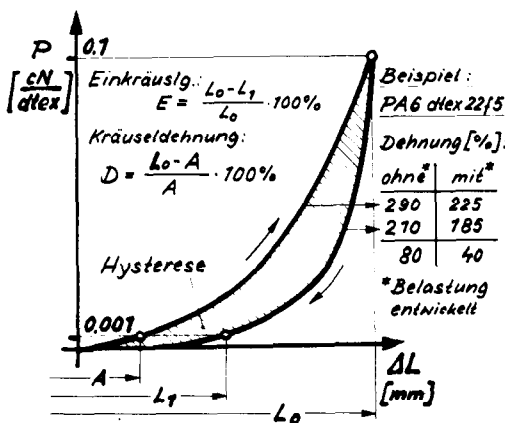


Abb. 25: Hystereseeinfluß auf die Kräuselmessung (schematisch)

Betrachtet man den Einfluß der Belastung auf die Kräuselmessungen auch unter dem Gesichtspunkt, in welcher Reihenfolge die einzelnen Belastungen aufgebracht werden, so stellt man ein starkes *Hystereseverhalten* fest (Abb. 25). Dehnt man das Garn, so zeigt es ein anderes Kraft-Längenänderungsverhalten, als wenn man es kontrahieren läßt. Interessant ist dabei die Frage, ob dieser Hystereseeinfluß bei einer Entwicklung unter Belastung geringer wird. — Man sieht, daß der Hystereseeinfluß bei der Kräuselentwicklung unter Belastung für ein PA 6-Strumpfgarn deutlich kleiner ist. Eine ausführliche Darstellung aller Einflußgrößen bei der Kräuselmessung nach DIN 53 840 geben W. Stein und van der Weyden<sup>4</sup>.

3. 2. Tube-Test, Garnvolumen und Kräuselgeometrie

Was versteht man unter dem Tube-Test? Welche Informationen bietet er? M. J. Denton<sup>5</sup> beschreibt dieses Kräuselmeßverfahren ausführlich. Eine Kurzbeschreibung macht auch Lünen schloß<sup>6</sup>. Diesem Verfahren liegen Gedanken zugrunde, die inhaltlich mit unseren Überlegungen übereinstimmen, in der Ausführung jedoch verschieden sind. Denton geht davon aus, daß der Einsprung textiler Flächengebilde nicht nur von der Kontraktionskraft des Texturgarns abhängig ist, sondern auch vom Bausch des Garns. Um diese Einflüsse geschlossen erfassen zu können, wird nach seiner Methode die Kontraktion, genauer gesagt der Einsprung, in einem Glasröhrchen im Was-

serbad durchgeführt. Der Einsprung wird dabei als Maß für das Bauschvermögen des Garns angesehen.

Auf der Suche nach einer geeigneten Meßmethode für das Bauschvermögen bzw. Garnvolumen haben wir diese Methode jahrelang ergänzend zu den üblichen Kräuselmessungen an PA- und PES-Garnen durchgeführt. Anhand der Strängchen konnten wir zunächst das Bauschvermögen und die Kräuselgeometrie visuell recht gut, aber doch nur sehr grob einordnen. Die Meßergebnisse ließen häufig jedoch keine eindeutigen Aussagen über das Bauschvermögen zu. Die Gründe liegen wohl in den zahlreichen komplexen Einflußgrößen, die je nach Garntyp und Texturverfahren unterschiedlich zur Wirkung kommen. Die wichtigsten

- Einkräuselung
  - Kontraktionskraft
  - Kräuselbeständigkeit → Kräuserverlust
  - Kochschrumpf
  - Kräuselgeometrie
  - Garn- u. Zwirndrehung
  - Reibungskoeffizient
- (A) → Schrumpfverhalten d. Ware  
 (B) → Reibung u. Haftung in der Masche

Abb. 26: Einflußgrößen auf den Tube-Testeinsprung

Einflußgrößen sind in der Abbildung 26 zusammengestellt, wobei die erste Gruppe mehr das Schrumpfverhalten und die zweite Gruppe mehr das Haftungs- und Reibungsverhalten in der Maschenware charakterisiert. Nach den ersten unzureichenden Ergebnissen bezüglich der Aussage über das Bauschvermögen haben wir das Verfahren etwas erweitert. Dabei gingen wir von der Überlegung aus, daß der Einsprung um so kleiner wird, je höher der Füllgrad in der Glasröhre wird. Außerdem kommen damit die einzelnen Einflußgrößen unterschiedlich zur Wirkung. Wenn man nun einen unterschiedlichen Füllgrad vorgibt, müßte

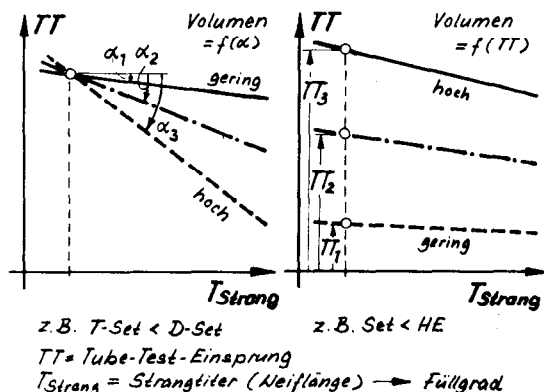


Abb. 27: Volumen Kenngröße, entwickelt aus dem Tube-Test (schematisch)

man für jedes Garn eine charakteristische Abhängigkeit des Einsprungs vom Füllgrad feststellen können. Praktisch bedeutete das eine Variation des Strangtiters bei konstanter Geometrie des Glasröhrchens. In der Abbildung 27 sind diese Überlegungen schematisch dargestellt.

Zunächst wurden verschiedene PES-Garntypen getestet. In der Abbildung 28 sieht man für diese Typen unterschiedlich starke Abhängigkeiten des Tube-Test-Einsprungs vom Strangtiter. Die größte Abhängigkeit zeigt das HE-Garn, die geringste das Farbgarn. Außerdem sieht man bereits die Schwierigkeit bei der üblichen punktuellen Betrachtung des Tube-Testwertes: Die unterschiedlichen Niveaus lassen ohne Zusatzinformationen nicht erkennen, ob der Tube-Testwert mehr von der Kontraktion (Einkräuselung und Schrumpfung) oder mehr vom Bauschvermögen geprägt wurde. Deshalb ist eine Aussage über die Bauschigkeit mit Hilfe des Tube-Testwertes nur bei etwa gleichen Einkräuselungs- und Schrumpfniveaus möglich.

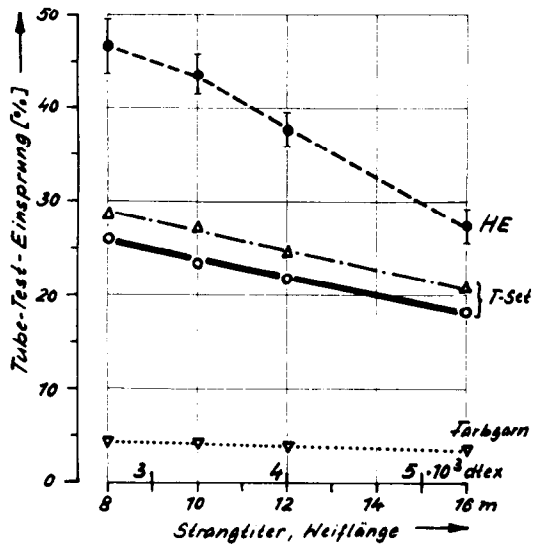


Abb. 28: Tube-Testeinsprung von diversen PES-Garnen dtex 167 f 34 in Abhängigkeit vom Strangtiter

Warum ist für den Bauschigkeitsvergleich beim Tube-Test ein nahezu einheitliches Einkräuselungs- und Schrumpfniveau der zu beurteilenden Garne notwendig? Weil einerseits bei punktueller Betrachtung ohne Zusatzinformationen überhaupt keine Aussage hinsichtlich der Bauschigkeit möglich ist; andererseits wird bei zu stark unterschiedlichen Niveaus eine unterschiedliche Handhabung im Weiterverarbeitungsprozeß notwendig, wodurch eine vergleichende Betrachtung von Garnprüfung und Verarbeitung unmöglich wird. In dem einleitend diskutierten Beispiel (Abb. 26) wurde dies besonders herausgestellt. Es wurde deutlich, daß das HE-Garn eine wesentlich höhere Bauschigkeit als das Farbgarn aufweist. Im Flächengebilde sind die Unterschiede jedoch weitaus geringer, ja manchmal kaum noch feststellbar. Der Grund liegt eben darin, daß das Farbgarn anders weiterbehandelt wird als das HE-Garn. Letzteres wird häufig sehr stark strapaziert, so daß von der ursprünglichen Bau-

schigkeit nur noch ein Bruchteil übrigbleibt. Mit Hilfe des Tube-Tests sind bei punktueller Betrachtung deshalb nur Aussagen über das Garn bei einem optimalen Einsatz möglich. Variiert man beim Tube-Test den Strangtiter in der beschriebenen Weise, so werden diese Aussagen durch Aussagen über die Bauschigkeit ergänzt. Die punktuelle Betrachtung des Tube-Tests ist nach unseren Erfahrungen lediglich für die Betriebskontrolle brauchbar. Sie liefert in erster Linie Aussagen über die Qualitätskonstanz.

Nutzt man die Informationsmöglichkeiten des Tube-Tests völlig aus, so kann man durch visuelle Betrachtung der Garnsträngchen nach dem Entfernen aus dem Glasröhrchen Informationen über die Kräuselgeometrie ohne zusätzlichen meßtechnischen Aufwand erhalten. Schafft man sich dazu ein Notenschema, so reicht dessen Genauigkeit für die meisten Praxisfälle aus. Größere Genauigkeiten erzielt man durch Auszählen und Abmessen von Einzelfilamenten. Dies ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn die qualitativ besseren Ergebnisse die relativ hohen Aufwendungen rechtfertigen. Bei Falschdrahtgarnen haben wir diesen Weg nur sehr selten beschritten.

Die Bedeutung der Kräuselgeometrie für den Fertigartikel kann man am besten aus dem folgenden Modellbeispiel erkennen: Verstrickt man ein Crinkle-garn auf einer Rundstrickmaschine analoger Teilung und Maschendichte, das heißt gleicher Kräusel- und Maschengometrie, und gelingt es, eine Phasengleichheit herzustellen, so ist keine wirksame Kräuselgeometrie und somit kein Bausch und kein kräuselerlastisches Verhalten innerhalb der Maschen vorhanden. Selbst eine relativ hohe Einkräuselung (nach DIN 53 840 am Garn gemessen) hätte in solch einem Falle im Strickartikel keine Wirkung. Die wirksame Kräuselung ist deshalb sehr stark vom Verhältnis der Kräuselgeometrie zur Maschengometrie abhängig. Garne gleichen Einkräuselungsniveaus, jedoch unterschiedlicher Kräuselgeometrie weisen unterschiedliches Verhalten im Fertigartikel auf. Dazu ein Beispiel aus der Praxis.

Für die Herstellung laufmaschenfester Strümpfe (Non-run- oder Run-resist-Konstruktion) wurde zunächst die Forderung nach höherer Garnfestigkeit gestellt, um die angeblich mangelnde Gebrauchsdauer zu verbessern. Bei näherer Betrachtung des Problems wurden jedoch folgende Feststellungen gemacht: Die mangelnde Gebrauchsdauer ist wesentlich konstruktionsbedingt, da enge Abbindungen zur Erzeugung

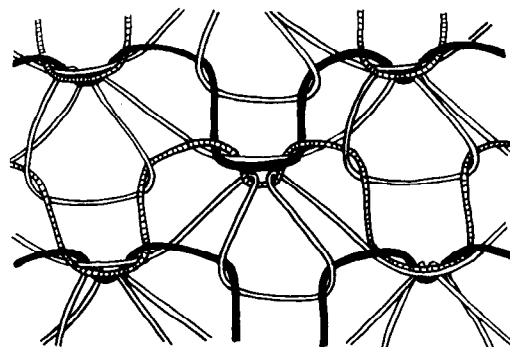


Abb. 29: Maschenfestkonstruktion (run-resist) — Einfluß der Kräuselgeometrie

der Laufmaschenhemmung (Abb. 29) die Strickelastizität und Dehnfähigkeit sowie die Anzahl der wirksamen Kräuselbögen reduzieren. Eine Erhöhung der Festigkeit würde diese Situation nicht verbessern. Eine Lösung des Problems ist nur in der Weise sinnvoll, daß man die fehlende Maschenelastizität durch eine höher wirksame Kräuselerastizität ersetzt, indem man ein Garn mit feinerer Kräuselung verwendet und somit mehr Dehnungsreserven für den Strumpf schafft. Daß dies nur in beschränktem Maße möglich ist, versteht sich von selbst. Eine zu feine Kräuselung oder ein zu starkes Überangebot an Kräuselung in der Masche könnte zur Folge haben, daß sich zwar die Dehnfähigkeit erhöht, die Elastizität sich aber durch die Zunahme der Haftungs- und Reibungskräfte in den Maschen reduziert. Der Strumpf wäre in diesem Fall „tot“ oder „ohne Musik“. Außerdem ist bei einem vorgegebenen Texturiermaschinenpark nur ein begrenzter Spielraum hinsichtlich der Variation der Kräuselgeometrie möglich. Im vorliegenden Falle wurde eine Lösung durch den Einsatz eines strecktexturierter PA 6-Garns mit feinerer Kräuselung als bei den meisten konventionellen FD-Garnen gefunden.

3. 3. Spontaneinkräuselung, latenter Kräuselgrad und Kringeldrehung

Die *Spontaneinkräuselung* ist folgenderweise definiert: Die Einkräuselung wird direkt ab der Spule, d. h. ohne Kräuselentwicklung, gemessen; jegliche Relaxation vor der Messung ist dabei zu vermeiden. Dazu gehört auch das Abziehen der ersten Lagen vom Garnkörper. Gemessen wird analog DIN 53 840.

Der *latente Kräuselgrad* stellt das Verhältnis zwischen unentwickelter und entwickelter Einkräuselung dar und gibt demnach an, in welchem Umfang die Kräuselung bereits im Garnkörper vorhanden ist. Er wird folgenderweise berechnet:

$$KG = \frac{E_0}{E} \cdot 100 \%,$$

wobei

KG = Kräuselgrad,

E<sub>0</sub> = Spontaneinkräuselung (nicht entwickelt),

E = Einkräuselung nach DIN 53 840 (entwickelt)

bedeutet.

Bei Bikomponentengarnen, wo die Kräuselung zunächst völlig unentwickelt ist, beträgt demnach KG=0. Dagegen weisen Farbgarne in der Regel zwar ein sehr niedriges Kräuselniveau von E=5—10 % auf, jedoch einen sehr hohen KG ≥70 %. Mit diesen beiden Beispielen werden die Randbedingungen sichtbar. Man kann sich dazu leicht vorstellen, daß mit einem niedrigen Kräuselgrad starke Veränderungen im Verarbeitungsprozeß verbunden sind. So muß z. B. bei der Konstruktion einer Strumpfhose aus einem Bikomponentengarn eine starke Einkräuselung in der Ausrüstung berücksichtigt werden. Die Rohstrumpflängen müssen deshalb mit beträchtlichen Übermaßen hergestellt werden. Dabei ist die Steuerung im Verarbeitungsprozeß komplizierter und deshalb sorgfältiger durchzuführen als bei einem Garn mit hohem Kräuselgrad. Im letzteren Fall kann die Konstruktion nahezu vollständig beim Strickprozeß durchge-

führt werden. Die Kräuselung wird bei einem hohen Kräuselgrad in der Regel weniger gequält. Bei einem hohen Einkräuselungsniveau und einem hohen Kräuselgrad können jedoch auch Ablaufprobleme auftreten. Die Bedeutung der Spontaneinkräuselung auf die Gleichmäßigkeit wurde bereits in Kapitel 2 erläutert. Es wurde die Gleichmäßigkeit in Abhängigkeit von der Schwankungsbreite der Spontaneinkräuselung dargestellt (vgl. Abb. 12). Diese Darstellung gilt insbesondere für HE-Garne. Bei Setgarnen ist der Einfluß der Spontankräuselwerte auf die Gleichmäßigkeit häufig deutlich geringer. Hier sind die Werte meistens so niedrig, daß eine saubere Differenzierung bzw. eindeutige Zuordnung zum Fehlerbild nicht eindeutig möglich ist. Die Bedeutung der Spontaneinkräuselung wird meistens leider unterschätzt, häufig sogar einfach ignoriert, obwohl sie genau den Zustand darstellt, in dem das Material in die Verarbeitungsmaschine einläuft und unmittelbar danach eingebunden wird. In nur wenigen Fällen können Fehler, die bereits anhand der Spontaneinkräuselung sichtbar werden, in den nachfolgenden Verarbeitungsstufen verbessert werden.

Die *Torsionsneigung von FD-Garnen* hat sowohl positive als auch negative Gesichtspunkte. Positiv wirksam ist die Torsionsneigung beim Gebrauch von Strümpfen, die aus S- und Z-gedrehten Garnen hergestellt wurden, wo neben der durch Kräuselung hervorgerufenen Längselastizität (in der Fadenlängsachse) zusätzlich eine Torsionselastizität entsteht und dem Strumpf damit mehr *Musik* verleiht. Bei Strümpfen aus Stretchgarnen wird die vom Garn her kommende Elastizität nur durch die Torsionsneigung erzeugt, da die eigentliche Kräuselung fehlt. Allerdings ist ein kontrollierter Umgang mit der Torsionsneigung zwingend notwendig, da sonst bei Stretchgarnen sehr leicht sogenannte *Kippmaschen* entstehen, die das gewünschte klare Warenbild durch krepähnliche Effekte empfindlich stören. Auch normale FD-Garne zeigen eine Abhängigkeit des Warenbildes vom Torsionsniveau, wie die Abbildung 30 zeigt. Bei den üblichen FD-Garnen müssen die Niveaus von S- und Z-gedrehten Garnen übereinstimmen. Sind die Niveaus verschieden, so wird bereits bei kleinen Schwankun-

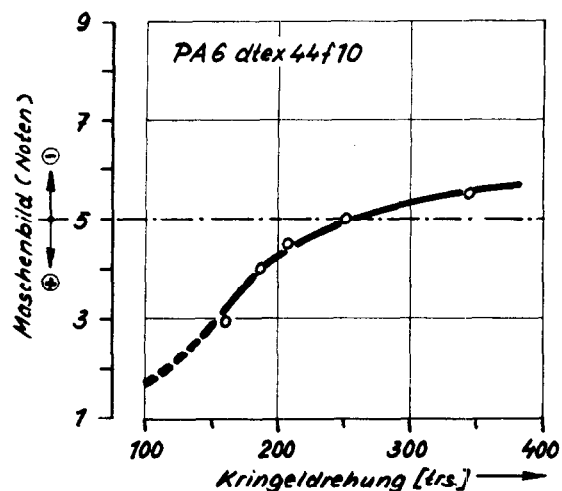


Abb. 30: Maschenbild des Strumpfes in Abhängigkeit von der Kringeldrehung

gen der Torsionsneigung eine Reihigkeit im Strumpf verursacht. Außerdem ist bei Niveauunterschieden mit dem Verdrehen der Strümpfe zu rechnen. Weitere negative Punkte der Torsionsneigung sind die Verarbeitungsprobleme nach den verschiedensten Technologien, z. B. Verkordelungen beim Schären, Schlingenbildungen und Musterstörungen auf Jacquard-Gardinenrascheln, das Verdrehen von Strickteilen u. a. m.

#### 4. Empfehlungen

Die diskutierten Beispiele zeigen deutlich, daß insbesondere das Anforderungsprofil, aber auch das Qualitätsprofil gute Orientierungshilfen für die Texturgarnprüfung sein können und in vielen Fällen sogar sein müssen, um mit einer rationellen und effektiven Prüfung aktive Garnentwicklungen oder Garnverbesserungen betreiben zu können. Selbstverständlich gibt es dazu kein Patentrezept. Die notwendigen Prüfungen müssen vielmehr aus den jeweiligen Zielvorstellungen und Randbedingungen erkannt und gegebenenfalls abgeleitet werden. Der Prüfer sollte sich dabei nicht scheuen, neue praxisnahe Wege zu gehen, wenn die vorhandenen internen und externen Normen ungenügende oder gar falsche Informationen ergeben sollten. Eine an Normen gebundene Texturgarnprüfung ist zwar für Streitfälle, Partieprüfungen, Zertifikate und dergleichen mehr positiv zu sehen, für manche Entwicklungen ist sie jedoch Gift, da sie häufig hemmend, manchmal gar vernichtend wirkt, wenn sie zu falschen Schlußfolge-

rungen verleitet. Aus diesen Gründen wird eine möglichst praxisnahe Anlehnung der Garnprüfung an die Verarbeitungstechnik (*Anforderungsprofil*) und an den Garnherstellungsprozeß (*Qualitätsprofil*) empfohlen. Nur so können Garne nach Maß geschaffen werden.

Anhand der Beispiele wird außerdem deutlich, daß neben der eigentlichen Garnprüfung in vielen Fällen eine Prüfung im weitesten Sinne, d. h. ein Verarbeitungstest, sinnvoll ist. Die Gründe dafür sind darin zu sehen, daß die meisten Anforderungen an das Garn aus gestiegenen Anforderungen der Verarbeitungstechnologie resultieren und in nur wenigen Fällen brauchbare Korrelationen zwischen Verarbeitungs- und Garneigenschaften existieren. Wieso benötigen wir dann noch die Garnprüfung? — Der allein durchgeführte Verarbeitungstest liefert in den meisten Fällen nur eine Ja-Nein-Aussage. Das Ergebnis ist zu pauschal. Wenn zufällig andere Fehler vorhanden sind — und dies ist häufiger der Fall als man meistens annimmt — verwirft er möglicherweise gute Ansatzpunkte. Deshalb machen wir folgende Empfehlungen: zuerst einen Verarbeitungstest durchführen (manchmal unter vereinfachten Bedingungen) und danach die Einschaltung der eigentlichen Garnprüfung zwecks Ergänzung und Differenzierung der Aussagen aus dem Verarbeitungstest (Hintergründe, Fehleraufklärung, Vermeidung von Zufälligkeiten) vorzunehmen. Um die Zusammenhänge besser erkennen zu können, sollte das Ganze (Verarbeitung und Garnprüfung) in möglichst enger Kooperation erfolgen.

# ING. GOTTFRIED TSCHAMLER

POSTFACH 134  
DÖBLINGER GÜRTEL 3

**A-1191 WIEN**

TELEFON 34 66 65

TELEX 07-5364

- TEXTILTECHNISCHES BÜRO
- SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

## Prüfmethoden für geschlichtete texturierte Polyesterfilamentgarne und die Korrelation der Prüfergebnisse zur Praxis

Ing. (grad.) Helmut Bauer\*,  
Dr. Ing. Joachim Trauter,  
Institut für Textiltechnik Reutlingen,  
Direktor: Prof. Dr. G. Egbers

Zur Erprobung neuer wirtschaftlicherer Schlichterezepte war es bisher unumgänglich, umfangreiche Schlichte- und Webversuche durchzuführen. Solche Versuche sind jedoch immer mit einem gewissen Risiko sowie mit einem beträchtlichen Kostenaufwand verbunden.

Aus diesem Grunde entwickelte das ITR Prüfmethoden, die es gestatten, die wichtigsten Kriterien einer Schlichte an geschlichteten Fäden labormäßig zu prüfen: die Abschmierneigung und das Haftvermögen.

Die Abschmierneigung wird auf dem Reutlinger Abriebtester geprüft, welcher den Webvorgang weitgehend simuliert. Um das Haftvermögen einer Schlichte praxisnah zu testen, werden die geschlichteten Fäden zunächst am Reutlinger Webtester einer Websimulation (bestehend aus zyklischer Dehnung, Scheuerung und Knickung) ausgesetzt und anschließend wird auf dem Shirley-Filament-Counter die Zahl der noch verklebten Filamente gezählt. Die so ermittelte Zahl (Shirley-Ziffer) wird als Funktion der Scheuertourenzahl und des Beschlichtungsgrades aufgetragen. Daraus ist ein aussagefähiger Kennwert für das Haftvermögen der Schlichte abzuleiten.

Des Weiteren wurde vom ITR erstmals eine Mikrowellenanlage zur Beschlichtungsgradbestimmung eingesetzt. Die Ergebnisse zeigen, daß diese Anlage durchaus geeignet ist, die Gleichmäßigkeit der Beschlichtung über die Kettlänge zu überwachen.

Die entwickelten Prüfverfahren können jedoch nur als aussagefähig gelten, wenn die Übertragbarkeit der Laborergebnisse auf die Praxis gewährleistet ist. Zur Überprüfung der Übertragbarkeit wurden in einer Seidenweberei umfangreiche Schlichte- und Webversuche durchgeführt. Parallel dazu wurden die bei den Schlichteversuchen entnommenen Garnproben nach den beschriebenen Methoden getestet. Die Ergebnisse der Praxisversuche und der Laborprüfung zeigen eine befriedigende Korrelation.

Up to now it has been unavoidable to carry out extensive size- and weaving-tests in order to try new, more economical size-formulations. These tests, however, have always been connected with a certain risk as well as with considerable costs.

Therefore, the ITR has developed methods that allow to test, under laboratory conditions, the most important criteria of a size on sized yarns; these are: the tendency to size-deposit and the adhesion-capacity.

The tendency to size-deposit is being tried on the Reutlingen abrasion-tester, which largely simulates weaving. In order to test the adhesion-capacity of a size close to practice, the sized filament yarns are at first exposed to simulated weaving (consisting of cyclical extension, abrasion, and bending) on the Reutlingen weaving-tester; thereupon the number of those filaments that are still sticking together, are counted on the Shirley-Filament-Counter. The figure thus found (Shirley-figure) is inserted as function of the number of the abrasion cycles and the degree of the size-add-on. From this an evident index for the adhesion-capacity of the size is to be derived.

Further a micro-wave-equipment for the determination of the degree of size-add-on was employed by the ITR for the first time. The results demonstrate, that this equipment is perfectly well suitable for controlling the regularity of the size-add-on along the warp.

However, these testing procedures developed can only be regarded as acceptable if an agreement between the laboratory results and results obtained during practical operation is shown. In order to proof this extensive size- and weaving-tests have been made in a silk mill. Parallel to these tests the samples of yarn, taken during the size-tests, were tested according to the described methods. The results of the mill-tests and those under laboratory conditions show a satisfactory correlation.

### 1. Einleitung

Das Bestreben der Betriebe muß stets darauf gerichtet sein, die Qualität der Webketten weiter zu verbessern sowie das Schlichten wirtschaftlich zu gestalten. Wegen der Vielfalt der Einflußmöglichkeiten sind diese Ziele nur zu erreichen, wenn die Betriebe ständig durch Versuche an der Verbesserung ihrer Schlichterezepte sowie der Maschineneinstellung arbeiten.

Solche Versuche sind meist auch unumgänglich, wenn die zu schlichtenden Garne modifiziert werden (z. B. zu feinkapillaren Filamentgarne) oder wenn völlig neue Garne (z. B. fasergarnähnliche Filamentgarne) auf den Markt gelangen. Des Weiteren zeigt die Erfahrung, daß es ratsam ist, bei einer Änderung der Garnpräparation zunächst zu prüfen, welchen Einfluß diese auf den Abschmiereffekt und auf das Haftvermögen der Schlichte ausübt. Auch die Umstellung auf ein neues Webverfahren (z. B. auf Wasserdüsen-Webmaschinen) erfordert meist ebenfalls eine Modifizierung der Schlichterezepte. Alle Versuche dieser Art sind jedoch aus statistischen Gründen nur dann aussagefähig, wenn sie umfassend angelegt sind. Daraus ergibt sich, daß die Versuche zur Klärung der angesprochenen Fragen stets mit beträchtlichem Zeit- und Kostenaufwand sowie mit einem gewissen Risiko verbunden sind. Daher sollten möglichst viele Fragen vor Beginn der Praxisversuche im Labor geklärt werden. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn Prüfmethoden zur Verfügung stehen, welche die Betriebsbedingungen in der Weberei weitgehend simulieren.

Im folgenden Referat sollen nun Prüfverfahren vorgestellt und diskutiert werden, die am ITR entwickelt wurden und die es gestatten, einige der wichtigsten Kriterien des Schlichteeffekts, die Abschmierneigung und das Haftvermögen der Schlichten, labormäßig zu prüfen. Wir wollen darlegen, welche Möglichkeiten diese Verfahren bieten und in welcher Weise die Prüfergebnisse mit Ergebnissen aus Schlichte- und Webversuchen in der Praxis korrelieren.

Schließlich wollen wir aus aktuellem Anlaß ein rein meßtechnisches Problem ansprechen, und zwar die Einsatzmöglichkeiten einer Mikrowellenanlage zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit der Beschlichtung über die Kettlänge.

### 2. Prüfmethoden

Über die von uns entwickelten und erprobten Prüfmethoden haben wir bereits in mehreren Publikationen berichtet<sup>1,2,3</sup>. Der besseren Übersicht wegen

\* seit 1. 10. 1978 bei der Firma CHIMITEX GmbH, Schopfheim



möchten wir jedoch die Methoden zur Prüfung der Abschmierneigung und des Haftvermögens einer Schlichte kurz erläutern.

**2.1. Prüfung der Abschmierneigung mit dem Reutlinger Abriebtester**

Zur labormäßigen Prüfung der Abschmierneigung von Schlichteprodukten entwickelten wir den Reutlinger Abriebtester (Abb. 1 und 2).

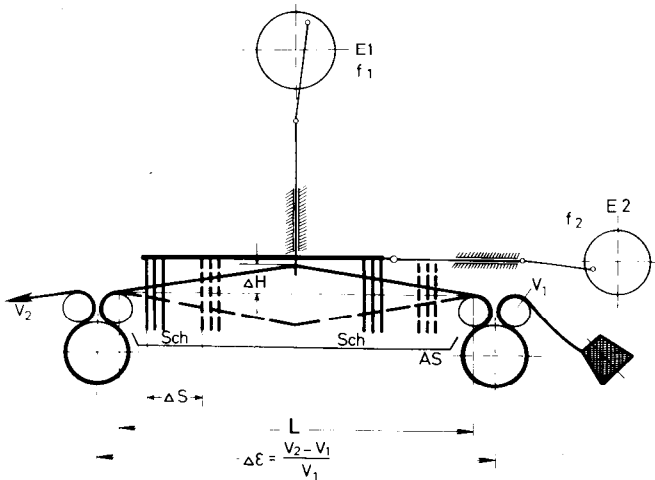


Abb. 1: Schematische Darstellung des Reutlinger Abriebtesters

Mit diesem Gerät ist es möglich, den Abschmiereffekt an Metallstiften (den Scheuerelementen) qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Dazu leiten wir die Fäden kontinuierlich an jeweils 6 Metallstiften vorbei, wobei durch Umlenkungen ein intensiver Kontakt zwischen Fäden und Stiften entsteht. Sofern die Schlichten zum Abschmieren neigen, setzen sie sich an den Stiften fest. Die Ablagerungen an den Stiften können gravimetrisch und visuell leicht beurteilt werden.

Um die Fäden bei der Prüfung webähnlich zu beanspruchen, werden sie einer kombinierten Beanspruchung unterworfen: diese setzt sich aus der sta-

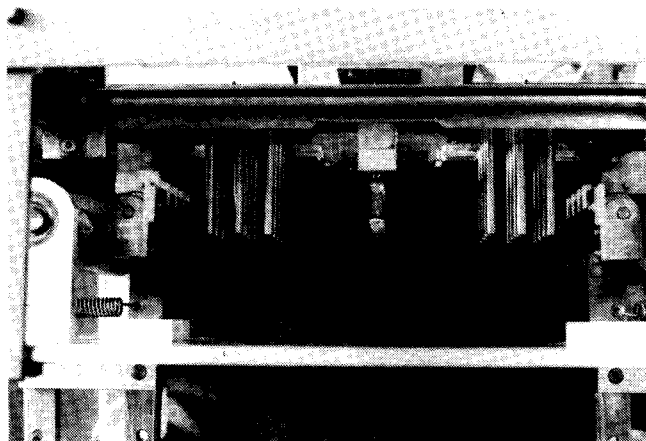


Abb. 2: Teilansicht des Reutlinger Abriebtesters (Litzen und Scheuerelemente)

tischen Grunddehnung, einer zyklischen Dehnung durch Fachaushub, aus der Fadenknickung im Litzenauge sowie aus einer axialen Scheuerung an jeweils 6 Scheuerelementen zusammen.

Die Bedingungen bei der Prüfung der Praxisproben wählten wir wie folgt:

- Prüffrequenz: 500 min<sup>-1</sup>
- Grunddehnung ε: 0,5 %
- zyklische Dehnung ε<sub>p</sub>: 0,7 %
- Scheuerhub Δ S: 30 mm
- Garngeschwindigkeit: 20 m/h
- Prüflänge: 4 × 300 m
- Prüfklima: 21 °C, 70 % r. L. F.

Die zum Prüfen erforderlichen vier Fadenproben wurden beim Schlichten im Bäumbereich entnommen bzw. mit den vom ITR entwickelten Spezialspulgeräten aufgespult, wobei auf jeden Garträger 4 Kettfäden gefacht wurden. Das Fachen war erforderlich, um den Abschmiereffekt, der beim Scheuern eines Fadens schwierig zu erfassen ist, zu verstärken.

**2.2. Prüfung der Klebkraft und des Haftvermögens mit dem Shirley-Filament-Counter in Verbindung mit dem Reutlinger Webtester**

Zunächst prüften wir die Intensität der Filamentverklebung an geschichteten Filamentgarnen mit dem Shirley-Filament-Counter<sup>2</sup>.

Dieses Gerät (Abb. 3) ermittelt die Zahl der Filamente bzw. Filamentverbände im Filamentgarn. Bei nicht geschichteten Filamentgarnen registriert es die Zahl der Einzelfilamente; bei geschichteten Filamentgarnen zeigt es hingegen eine Ziffer an (Shirley-Ziffer = SZ), die je nach dem Grad der Verklebung zwischen 1 (= vollständige Verklebung) und der Filamentzahl des Rohmaterials (= keine Verklebung) liegt. Die Shirley-Ziffer ist somit für einen vorgegebenen Vergleichsbeschichtungsgrad ein Maß für die Verklebung der Filamente. Wir bezeichnen diese Größe als *Klebkraft der Schlichte*. Harteman beurteilt damit den Schlichteeffekt<sup>4</sup>.

Um die von Harteman vorgeschlagene Prüfung praxisnäher zu gestalten, gingen wir dazu über, die Zahl der Filamente auch an geschichteten Fäden zu ermitteln, die zuvor auf dem Reutlinger Webtester

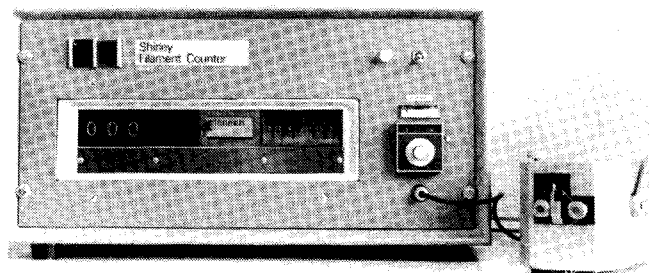


Abb. 3: Shirley-Filament-Counter

(Abb. 4) einer simulierten Webbeanspruchung (zyklische Dehnung, Scheuerung und Knickung) unterworfen wurden.

In den nachfolgend beschriebenen Versuchen bean-

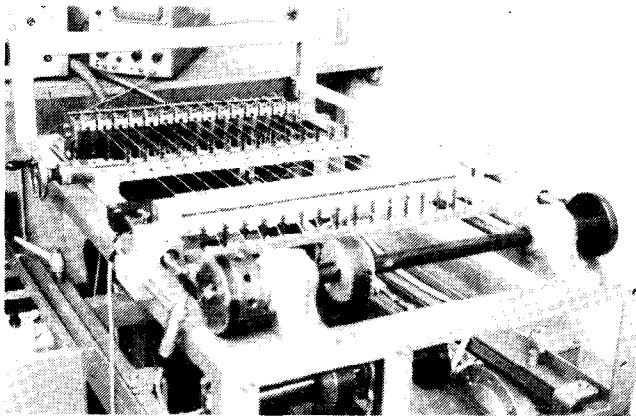


Abb. 4: Reutlinger Webtester

spruchten wir die Filamentgarne jeweils mit 50 Scheuertouren (TZ = 50). Danach wurden die Garne auf dem Shirley-Filament-Counter untersucht. Den an der Scheuerstelle registrierten Wert der Shirley-Ziffer betrachten wir als Maß für das Haftvermögen der Schlichte. Das Haftvermögen selbst ist für einen vorgegebenen Kettbeschichtungsgrad umgekehrt proportional zur Shirley-Ziffer, d. h., eine Schlichte haftet umso stärker im Filamentgarn, je weniger sich die Schlichtebrücken durch die Websimulation auflösen, je geringer also die Shirley-Ziffer ist.

**3. Praxisversuche**

**3.1. Versuchszweck**

Die von uns entwickelten Methoden zur Prüfung der Abschmierneigung und des Haftvermögens der Schlichte können nur dann als aussagefähig gelten, wenn die damit ermittelten Kennwerte mit den Ergebnissen von Praxisversuchen korrelieren. Aus diesem Grunde wurden umfangreiche Schlichte- und Webversuche durchgeführt. Parallel dazu wurden die unter Praxisbedingungen geschlichteten Garne labormäßig geprüft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden nachfolgend beschrieben; sie umfassen hauptsächlich die Überprüfung verschiedener Schlichterezepte.

**3.2. Versuchsbedingungen**

Zur eindeutigen Charakterisierung der Versuchsdurchführung werden die Versuchsbedingungen detailliert beschrieben.

**3.2.1. Material- und Artikeldaten**

- Kettmaterial: Polyester text. dtex 50 f 18 Z 170
- Schußmaterial: Polyester text. dtex 50 f 18 Z 20
- Einstellung: 60/38 (Fd/cm)
- Bindung: K 2/2
- Kettlänge: CI/1; 3 - 7 je 500 m  
CI/2; 3 × 2000 m

**3.2.2. Schlichtemittel und -rezepte**

Insgesamt prüften wir 7 verschiedene Schlichterezepte, die sich teilweise aus zwei Produkten zusammensetzten. Folgende Schlichtemittel kamen zum Einsatz:

Codierung nach ITR-Datenblättern		Charakterisierung durch den Hersteller
E.1	—	In Wasser dispergiertes Material auf Polyesterbasis
F.1	—	Mischpolymerisat aus Acrylestern
F.2	—	Polykondensat, sulfogruppenhaltig (flüssig)
F.3	—	Lösung eines Acrylpolymerisats
F.5	—	Schlichtemittel auf Basis eines wäßrigen Acrylharzes
F.8	—	Polykondensat, sulfogruppenhaltig (Pulver)
F.9	—	Acrylpolymer

Die Schlichterezepte, die gewählten Flottenkonzentrationen sowie die jeweiligen Beschichtungsgrade sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

**Tabelle 1: Schlichterezepte, Flottenkonzentrationen und Beschichtungsgrade einer Versuchsserie**

Versuchs-Nr.	Schlichtemittel	Flottenkonzentration K (%)	Beschichtungsgrad B (%)
CI/1	F.3	5,5	6,5
CI/2	F.3 4,70 % E.1 0,85 %	5,55	6,6
CI/3	F.1	5,5	5,1
CI/4	F.1 3,75 % F.8 1,00 %	4,75	5,1
CI/5	F.2	3,5	4,8
CI/6	F.9	4,5	4,7
CI/7	F.5	5,0	5,8

Sämtliche Ketten wurden mit einem selbstemulgierbaren Schmelzwachs nachgewachst.

**3.2.3. Parameter der Schlichtemaschine**

- Schlichtemaschine: Sucker, Modell ZTL
- Anzahl der Zettelwalzen: 14
- Kettführung im Trog: 2 × Tauchen, 2 × Quetschen
- Quetschdruck: Q1 und Q2 jeweils 650 daN
- Flottentemperaturen: Rezept CI/1 mit 60° C  
(Empfehlung der Hersteller) Rezept CI/2 mit 50° C  
Rezept CI/3 mit 50° C  
Rezept CI/4 mit 55° C  
Rezept CI/5 mit 40° C  
Rezept CI/6 mit 50° C  
Rezept CI/7 mit 60° C
- Trockentemperaturen: 1. Zylinder 90° C  
2. Zylinder 100° C  
3. Zylinder 115° C  
4. Zylinder 115° C  
5. Zylinder 110° C  
6. Zylinder 95° C  
7. Zylinder 75° C
- Kettgeschwindigkeit: v = 25 m/min

Garndehnung:  $\epsilon = 1,0 - 1,2 \%$   
 (zwischen Trogeinlauf  
 und Bäummaschine)

**Kettzugkräfte**

Naßteilstück: 140 daN (0,30 cN/dtex)  
 Trockenteilstück: 100 daN (0,20 cN/dtex)  
 Bäumen: 130 daN (0,28 cN/dtex)  
 Nachwachsen: Schmelztemperatur 85° C,  
 Geschwindigkeits-  
 verhältnis 1 : 200

**3. 2. 4. Weberei**

Alle Ketten wurden auf SACM-Stangengreifer-Web-  
 maschinen mit 220 T/min abgewebt. Das Klima im  
 Websaal war auf 65 - 67 % r. L. F. und 20° C einge-  
 stellt.

**3. 3. Versuchsergebnisse**

Zunächst sollen die Ergebnisse der Laborprüfungen  
 erläutert werden.

**3. 3. 1. Laborergebnisse**

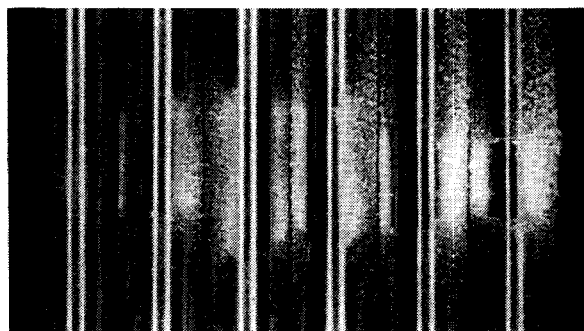
**3. 3. 1. 1. Abschmierneigung der Schlichten**

Die Abschmierneigung der Schlichten wurde, wie be-  
 reits erläutert, gravimetrisch aus den Ablagerungen  
 an den Scheuerstiften des Abriebtesters ermittelt so-  
 wie visuell beurteilt. Die dabei erzielten Ergebnisse  
 sind in der Tabelle 2 dargestellt. Die Abbildungen  
 5 — 7 zeigen Fotos von jeweils einer Scheuerelemen-  
 tengruppe.

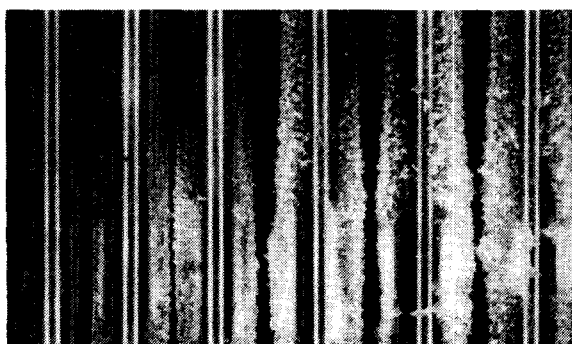
**Tabelle 2: Abschmierneigung der verschiedenen Schlichten**

Ver- suchs- Nr.	Schlichte- rezept	Beschlich- tungs- grad B (%)	Ab- rieb* (mg)	Beurteilung
CI/1	F.3 5,50 %	6,5	33	starker, staubiger Abrieb, gut zu entfernen
CI/2	F.3 4,70 % E.1 0,85 %	6,6	102	sehr starker, stau- biger Abrieb, teil- weise abgeflockt, gut zu entfernen
CI/3	F.1 5,50 %	5,1	10	klebriger, fester Ab- rieb, besonders an den Stiften 5 und 6, schlecht zu entfernen
CI/4	F.1 3,75 % F.8 1,00 %	5,1	14	klebriger, fester Ab- rieb, besonders an den Stiften 5 und 6, schlecht zu entfernen
CI/5	F.2 3,50 %	4,8	—	kein Abrieb
CI/6	F.9 4,50 %	4,7	18	starker, fester Abrieb, schlecht zu entfernen
CI/7	F.5 5,00 %	5,8	46	sehr starker, stau- biger Abrieb, teilweise abgeflockt

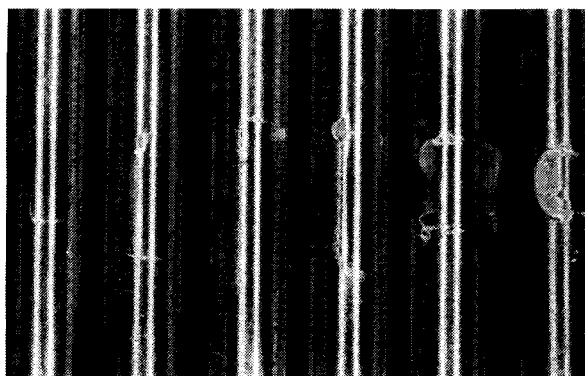
\* Abrieb an den Scheuerelementen



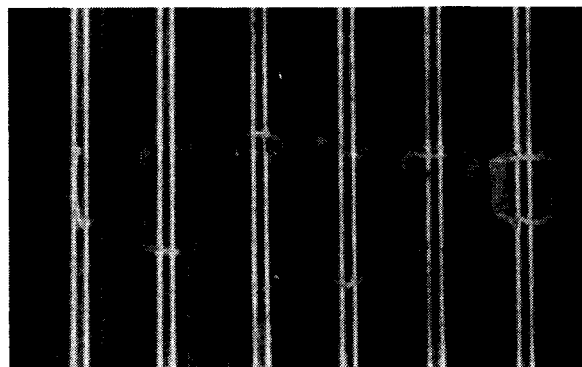
a



b

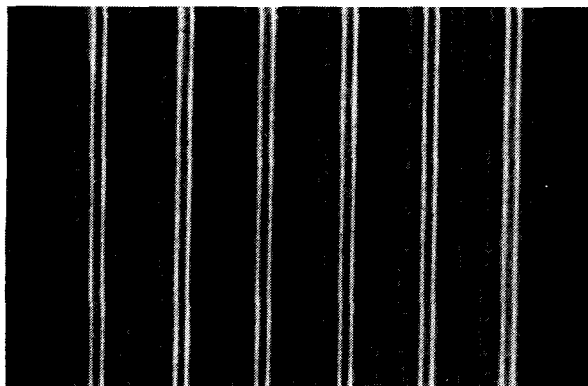


c

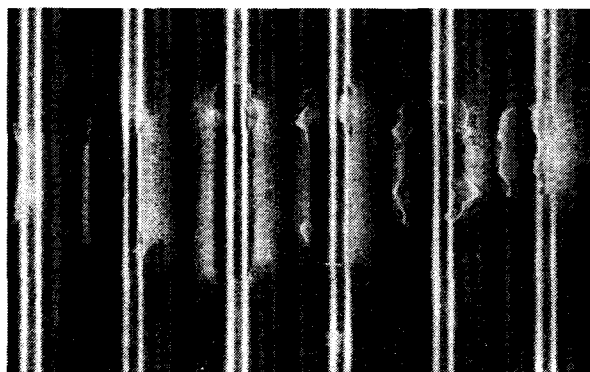


d

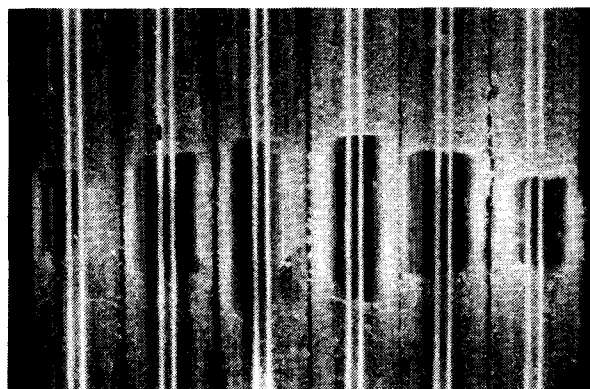
Abb. 5: a) Abrieb an den Scheuerelementen bei Rezept CI/1; b) bei Rezept CI/2; c) bei Rezept CI/3; d) bei Rezept CI/4



a



b



c

Abb. 6: a) Abrieb an den Scheuerelementen bei Rezept CI/5; b) bei Rezept CI/6; c) bei Rezept CI/7

Aus der Tabelle 2 und den Abbildungen ist zu entnehmen, daß zwischen den Schlichten ein signifikanter Unterschied im Abschmierverhalten besteht; der Abrieb unterscheidet sich sowohl bezüglich der Menge als auch hinsichtlich der Art und der Form (klebrig, fest oder staubig).

Diese Unterschiede gestatten eine differenzierte Bewertung und bieten, wie der im Abschnitt 3.3.4. dargestellte Vergleich zusammen mit den Erfahrungen der Praxis zeigt, eine Grundlage für eine zuverlässige Beurteilung der geprüften Schlichten.

Wir wollen jedoch schon an dieser Stelle darauf hinweisen, daß die am Beispiel des texturierten Polyesterfilamentgarns dtex 50 f 18 Z 170 gewonnenen Ergebnisse nicht verallgemeinert werden dürfen.

Wir werden im Abschnitt 3.3.3. zeigen, daß Struktur

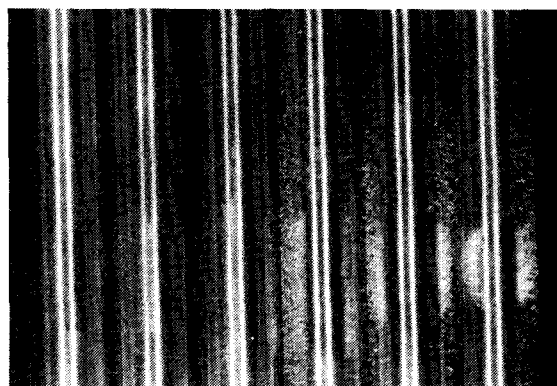


Abb. 7: Abrieb an den Scheuerelementen bei texturiertem Polyesterfilamentgarn dtex 50 f 16 S 200, mit Rezept CI/2 geschlichtet

und/oder Präparation der Filamentgarne die Art und Menge des Abriebs einer Schlichte beeinflussen können.

### 3.3.1.2. Klebkraft und Haftvermögen der Schlichten

Die Klebkraft und das Haftvermögen der sieben Schlichterezepte prüften wir nach der im Abschnitt 2.2. beschriebenen Methode an Hand der Shirley-Ziffern für  $TZ = 0$  bzw.  $TZ = 50$ . Zu bemerken ist, daß die Proben aus den Versuchen CI/2 und CI/6 keiner Websimulation unterworfen wurden, da sie bereits nach dem Schlichten (bzw. ohne Websimulation) nahezu den Höchstwert, d. h. die Shirley-Ziffer des ungeschlichteten Rohmaterials ( $SZ = 18$ ), erreichten. Die Ergebnisse der Prüfung sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Der Shirley-Ziffer ist zu entnehmen, daß zwischen den verschiedenen Schlichterezepten ein erkennbarer Unterschied\* hinsichtlich der Klebkraft ( $TZ = 0$ ) und des Haftvermögens ( $TZ = 50$ ) besteht. So blieben die Schlichtebrücken bei den Proben CI/5 bei der Websimulation weitgehend erhalten, während sie sich bei den Proben CI/1 völlig auflösten. Demnach ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Webbeanspruchung bei den mit F.2 geschlichteten Fäden trotz der niedrigeren Beschlichtung ( $B = 4,8\%$ ) wesentlich höher als bei den mit F.3 geschlichteten Fäden, deren Beschlichtungsgrad relativ hoch ist ( $B = 6,5\%$ ).

Daraus ergibt sich, daß die Höhe der Kettbeschichtung nicht in jedem Fall ausschlaggebend ist für die Widerstandsfähigkeit des geschlichteten Fadens gegenüber der Beanspruchung beim Webprozeß; aussagekräftiger scheint das Haftvermögen der Schlichten zu sein. Damit wird erneut bestätigt, daß der Beschlich-

\* Die Unterschiede sind nicht in jedem Fall statistisch gesichert, aber es besteht, wie wir im nächsten Abschnitt noch sehen werden, eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Labor- und Praxisergebnissen. Außerdem wollen wir darauf hinweisen, daß bei ungedrehten texturierten Polyesterfilamentgarnen dtex 50 f 18 statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den geprüften Schlichten bestehen, wobei jene Schlichtentypen, die in der Praxis eingesetzt wird, eine besonders günstige Shirley-Ziffer erzielte.

**Tabelle 3: Shirley-Ziffern der geschlichteten Fäden vor und nach der Websimulation**

Versuchs-Nr.	Schlichterezept	Beschlichtungsgrad B (%)	Shirley-Ziffern	
			TZ = 0	TZ = 50
CI/1	Schlichte F.3 5,50 %	6,5	14,5±0,9	18,0±0,6
CI/2	Schlichte F.3 4,70 % Schlichte E.1 0,85 %	6,6	17,1±1,1	—
CI/3	Schlichte F.1 5,50 %	5,1	15,4±1,1	17,0±0,9
CI/4	Schlichte F.1 3,75 % Schlichte F.8 1,00 %	5,1	13,1±1,4	17,0±0,9
CI/5	Schlichte F.2 3,50 %	4,8	15,0±1,1	15,3±1,2
CI/6	Schlichte F.9 4,50 %	4,7	17,3±0,9	—
CI/7	Schlichte F.5 5,00 %	5,8	14,8±1,0	16,7±1,3

**Tabelle 4: Beurteilung der Schlichtemittel durch den Betrieb**

Versuchs-Nr.	Kettstörungen je Webmaschinen-Stunde	Charakterisierung der Abschmierneigung	Rohwarenausfall
CI/2	0,52	<b>extrem starker Abrieb</b> über gesamte Geschirr- und Blattbreite sowie an Leitstäben des Kettfadenwächters und der Ladenbahn; Beginn des Abriebs bereits bei 30 Webmetern mit stetiger Zunahme	30,8 % II. Wahl durch Spatten und Ansatzstellen
CI/3	0,26	von 100 bis 500 Webmetern steigend <b>leichter Aufbau von klebrigem Abrieb</b> im Kantenbereich des Blatts; Blatt nach 400 m gereinigt	gut
CI/4	0,21	<b>kein Abrieb</b>	gut
CI/5	0,18	<b>kein Abrieb</b>	gut
CI/6	0,28	<b>mittlerer, härterer Abrieb</b> an Geschirr und Blatt; von 100 bis 500 Webmetern zunehmend; zur Webmitte abnehmend; <b>Abrieb schlecht zu entfernen</b>	gut
CI/7	0,15	<b>leichter, staubiger Abrieb</b> ; zur Webmitte abnehmend; kaum Zunahme des Abriebs zwischen 100 und 500 Webmetern	gut

tungsgrad der Ketten, für sich allein genommen, nicht in der Lage ist, die für das Webverhalten maßgebende Widerstandsfähigkeit eines Filamentgarns gegenüber der Webbeanspruchung hinreichend genau zu charakterisieren.

Wie aus früheren Untersuchungen bekannt ist und wie die Erfahrungen der Praxis bestätigen, läßt sich — bis zu einem gewissen Grade — die geringere Klebkraft einer Schlichte durch einen höheren Beschlichtungsgrad kompensieren. Im vorliegenden Fall ist jedoch ein exakter Bezug der Shirley-Ziffer auf einen einheitlichen Wert der Kettbeschlichtung nicht möglich, da eine Variation der Flottenkonzentration bei den Praxisversuchen nicht vorgenommen werden konnte.

Die Ergebnisse zeigen aber, daß die von uns entwickelte und angewandte Prüfmethode durchaus geeignet ist, die für den Schlichteeffekt bedeutsame Eigenschaft der Schlichteprodukte zu prüfen und zu beurteilen.

3.3.2. Praxisversuche

Die Eignung der eingesetzten Schichten wird an Hand folgender Kriterien beurteilt:

- a) Laufverhalten der Webketten, ausgedrückt in Kettstörungen je Webmaschinenstunde,
- b) Charakterisierung der Abschmierneigung,
- c) Qualitätsausfall der Rohware.

Diese Beurteilungskriterien sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt.

Die Kettstörungen können im vorliegenden Fall jedoch nur bedingt zur Beurteilung herangezogen werden, da sie aus Kurzwebversuchen mit je 500 m Kettlänge stammen. Die Zahl der Ereignisse reicht nicht aus, um die Unterschiede statistisch abzusichern.

Die Charakterisierung der Abschmierneigung durch den Versuchsbetrieb läßt analog zu den in Tabelle 2 zusammengestellten Ergebnissen der Laborprüfung einen deutlichen Einfluß des Schlichtemittels auf den Abschmiereffekt erkennen. Darüber hinaus ist ein gewisser Zusammenhang zwischen der Abschmierneigung der Schlichte und der Anzahl der Kettstörungen festzustellen: Die Kettstörungen sind immer dann besonders hoch, wenn die Schlichte stark zum Abschmie-

ren neigt; sie sind niedrig, wenn die Schlichte nicht oder nur leicht abstaubt.

Alles in allem erzielt die mit Schlichte F.2 geschlichtete Probe CI/5 die besten Resultate. Sie verursachte in der Weberei keinerlei Abrieb, und die Laufeigenschaften waren gut, d. h., die Anzahl der Kettstörungen war verhältnismäßig gering (0,2 Kettstörungen/h werden noch als gut bezeichnet). Die besonders günstigen Eigenschaften dieser Schlichte sind auch im folgenden Abschnitt bestätigt worden, in dem der Einfluß des Kettmaterials und/oder der Garnpräparation auf die Abschmierneigung der Schlichte ermittelt wurde.

3.3.3. Untersuchung des Einflusses des Kettmaterials und/od. der Garnpräparation auf die Abschmierneigung der geprüften Schichten

Wie bereits im Abschnitt 3.3.1.1. dargelegt wurde, ist zu prüfen, welchen Einfluß das Kettmaterial und/oder die Garnpräparation auf die Abschmierneigung der geprüften Schichten ausüben können. Zu diesem Zweck ist in einer zusätzlichen Versuchsreihe ein texturiertes Polyesterfilamentgarn eines anderen Faserherstellers (Kenndaten des Filamentgarns: dtex 50 f 16 S 200) mit genau denselben Rezepten beschlichtet worden wie das mit dtex 50 f 18 Z 170 charakterisierte

Filamentgarn, das in den zuvor beschriebenen Versuchen zum Einsatz kam. Beide Garntypen sind nach dem Schlichten auf unserem Abriebtester in identischer Weise geprüft worden.

Die Versuche haben erwiesen, daß beim Filamentgarn dtex 50 f 16 S 200 der Einfluß des Schlichtemittels auf die Abschmierneigung nicht sehr deutlich ausgeprägt ist. Dies soll am Beispiel der mit dem Rezept CI/2 geschlichteten Fäden dokumentiert werden.

Das Filamentgarn dtex 50 f 18 Z 170 neigt, wie aus Tabelle 2 und Abbildung 6c ersichtlich ist, wesentlich stärker zum Abstauben als das Vergleichsmaterial dtex 50 f 16 S 200 (Abb. 7).

Alle übrigen Schlichten zeigten keinen (CI/3, 4, 5) oder nur einen leichten Abrieb (CI/1, 6, 7); somit erwiesen sich auch jene Schlichten als abriebfest, die, auf das Filamentgarn dtex 50 f 18 Z 170 appliziert, stärker zum Abrieb neigten. Dazu ist noch zu bemerken, daß die Beschlichtungsgrade bei der Garnart dtex 50 f 16 S 200 um  $\Delta B = 0,5 \dots 1,9\%$  absolut höher waren als beim Vergleichsmaterial dtex 50 f 18 Z 170.

Die Ergebnisse der Praxisversuche zeigen bei beiden Materialien die gleiche Tendenz wie die jeweiligen Laborergebnisse. (Während die Ketten aus dtex 50 f 18 Z 170, wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, in unterschiedlicher Weise abschmierten, ergab sich bei den Ketten aus dtex 50 f 16 S 200 kaum ein Abrieb.)

Da die von den Faserherstellern verwendeten Garnpräparationen nicht bekannt sind, konnte weder untersucht noch abgeschätzt werden, inwieweit die bei den beiden Filamentgarnarten beobachteten Unterschiede im Abschmierverhalten auf die unterschiedliche Garnpräparation und/oder auf die unterschiedliche Struktur des Filamentgarns zurückzuführen sind. Wir vermuten jedoch, daß das unterschiedliche Verhalten auf die Schlichteverträglichkeit der Garnpräparation zurückzuführen ist. Aus den Ergebnissen ist zu schließen, daß das Material dtex 50 f 16 S 200 einen höheren *Verträglichkeitsgrad* zwischen der Garnpräparation und den verschiedenen Schlichten aufweist als das Material dtex 50 f 18 Z 170. Nach Äußerungen von Betrieben wäre es für sie vorteilhaft, wenn die Garnlieferanten die Präparationen vereinheitlichten, schlichtefreundlicher und damit kostengünstiger gestalten würden.

3.3.4. Vergleich der in der Praxis und in Labortests ermittelten Resultate

Wie bereits einleitend erwähnt und begründet, haben wir parallel zu den Praxisversuchen die beim Schlichten entnommenen Fäden im Labor geprüft. Die jeweiligen Ergebnisse brachten wir in eine Rangordnung mit den Klassen 1 bis 6; die so klassierten Resultate sind in der Tabelle 5 enthalten. Anhand dieser Tabelle wollen wir nunmehr die Eignung der neuentwickelten Prüfverfahren beurteilen und abschließend die eingesetzten Schlichtemittel bewerten.

Die Daten der Tabelle 5 zeigen eine verhältnismäßig gute Korrelation zwischen Praxis- und Laborergebnissen. Eine Ausnahme bildet lediglich der Versuch CI/7. In diesem Falle stimmen die in der Weberei und am ITR ermittelten Ergebnisse nicht miteinander überein. Trotz dieser Diskrepanz erbrachte eine Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman folgende Ergebnisse:

- a) für die Abschmierneigung ITR gegenüber der Abschmierneigung Weberei  $r_s = 0,77$  (n=7);
- b) für das Haftvermögen ITR gegenüber den Kettstörungen in der Weberei  $r_s = 0,89$  (n=7);
- c) für die Abschmierneigung in der Weberei gegenüber den Kettstörungen in der Weberei  $r_s = 0,86$  (n=7).

Eine abschließende Beurteilung der Schlichten ergibt:

- a) das Rezept CI/5 ist am besten geeignet,
- b) die Rezepte CI/4 und 7 können noch als gut beurteilt werden,
- c) die übrigen Rezepte CI/1, 2, 3, 6 sind weniger geeignet.

Zu erwähnen ist noch, daß das Rezept CI/5 auch bei den Versuchen mit dem Kettmaterial dtex 50 f 16 S 200 das beste Ergebnis erbrachte.

Tabelle 5: Rangordnung\* der geprüften Schlichterezepte

Versuchs-Nr.	Abschmierneigung		Haftvermögen	
	ITR	Weberei	ITR	Weberei
CI/1	3	4	4	5
CI/2	6	6	5	6
CI/3	2	3	3	4
CI/4	2	1	3	3
CI/5	1	1	1	2
CI/6	4	5	6	5
CI/7	5	2	2	1

\* Beurteilung der Schlichten: 1 = am besten  
6 = am schlechtesten

4. Beschlichtungsgradbestimmung mittels einer Mikrowellenanlage

4.1. Beschreibung des Meßprinzips

Die Mikrowellenanlage wurde von uns erstmals zur Bestimmung des Beschlichtungsgrades eingesetzt und erprobt. Dem Meßverfahren liegt folgendes Prinzip zugrunde: Die von einem Sender erzeugten Mikrowellen werden auf die feuchte Kettbahn gerichtet. Sie haben die Eigenschaft, selektiv vom Wasser reflektiert zu werden. Das reflektierte und vom Empfänger aufgenommene Signal ist somit eine eindeutige Funktion des Wassergehaltes der Kette.

Ist der Wassergehalt W der Kette bekannt, so kann auf Grund der Formel

$$B = \frac{W \cdot K^*}{G \cdot (100 - K^*)}$$

B = Beschlichtungsgrad (%)

W/G = relative Kettfeuchte, bezogen auf das trockene Rohgewicht (%)

K\* = effektive Flottenkonzentration (%) (teilweise Refraktometeranzeige)

der Beschlichtungsgrad auf einfache Weise berechnet werden. Voraussetzung hierfür ist, daß die effektive Konzentration K\* der Flotte bekannt ist.

Ein grundsätzlicher Nachteil der Mikrowellenanlage besteht darin, daß das Meßsignal von der Massenverteilung abhängt, d. h., daß Kettdaten, wie Fadedichte und Garnfeinheit, das Meßergebnis beeinflussen. Aus diesem Grunde muß die Mikrowellenanlage zur absoluten Bestimmung des Beschlichtungsgrades geeicht werden; die Eichung ist für jeden Artikel getrennt durchzuführen. Wegen der mit der Eichung verbundenen Schwierigkeiten haben wir in unseren Versuchen darauf verzichtet, den Beschlichtungsgrad absolut zu messen; statt dessen wurden Relativmessungen vorgenommen.

Die Mikrowellenanlage (Hersteller: Firma Mahlo, Saal/Donau) wurde jeweils direkt nach dem Schlichtetrog installiert (Abb. 8).

Somit ist es möglich, kontinuierlich und ohne nennenswerte Totzeit die von der Kette aufgenommene Wassermenge zu ermitteln.

Die Mikrowellenanlage erprobten wir zuerst an unserer Versuchsschlichtemaschine. Nach positiven Ergebnissen im Labor wurde die Anlage auch in der Praxis eingesetzt. Nachfolgend berichten wir über die bis jetzt bei Ketten aus diversen Filamentgarnen erzielten Ergebnisse.

Zunächst jedoch zu den Ergebnissen der Voruntersuchungen am ITR.

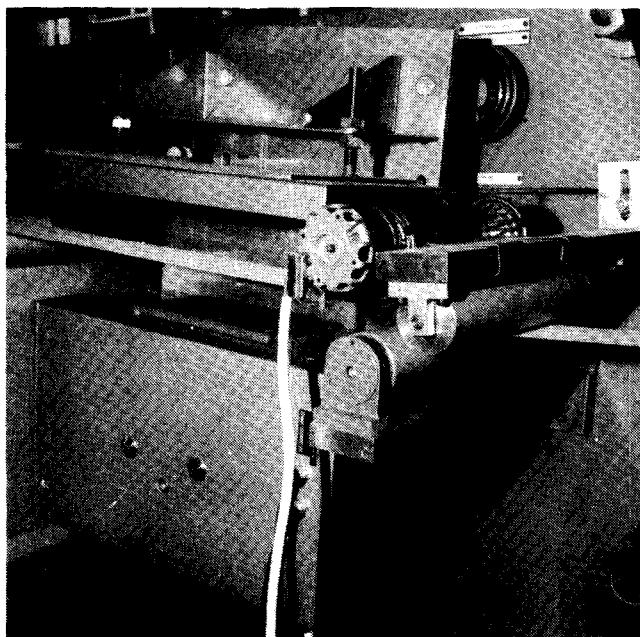


Abb. 8: Anordnung der Mikrowellenanlage an der Versuchsschlichtemaschine des ITR

**4. 2. Erprobung der Mikrowellenanlage an der Versuchsschlichtemaschine des ITR**

Bei den Versuchen am ITR waren die Bedingungen folgende:

Kettmaterial: text. PES-Filamentgarn dtex 50 f 18  
 Kettdichte: 40 Fd/cm  
 Flottenkonzentration:  $K^* = 3,9\%$

Das in Abbildung 9 dargestellte Versuchsergebnis bestätigt, daß das Meßsignal zur relativen Kettfeuchte

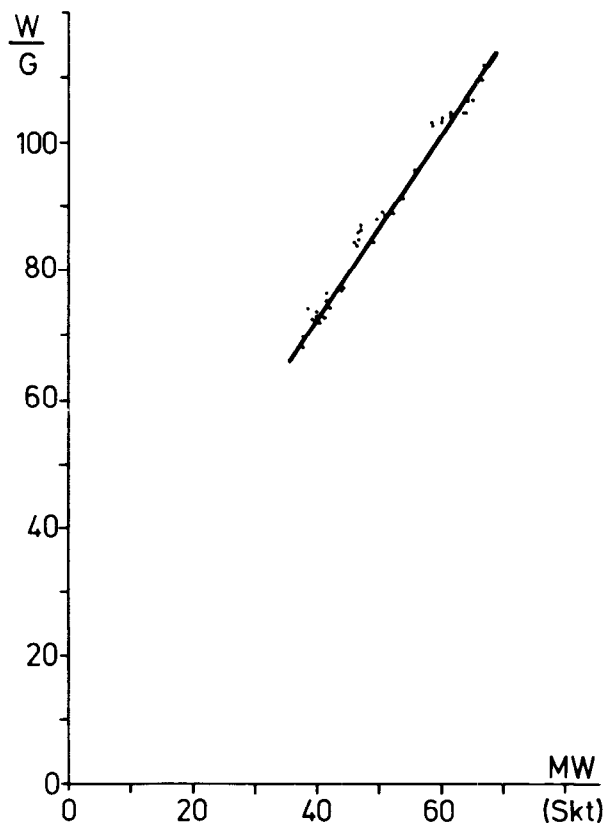


Abb. 9: Zusammenhang zwischen Wassergehalt der Kette W/G und dem Meßsignal der Mikrowellenanlage in Papiereinheiten (PE)

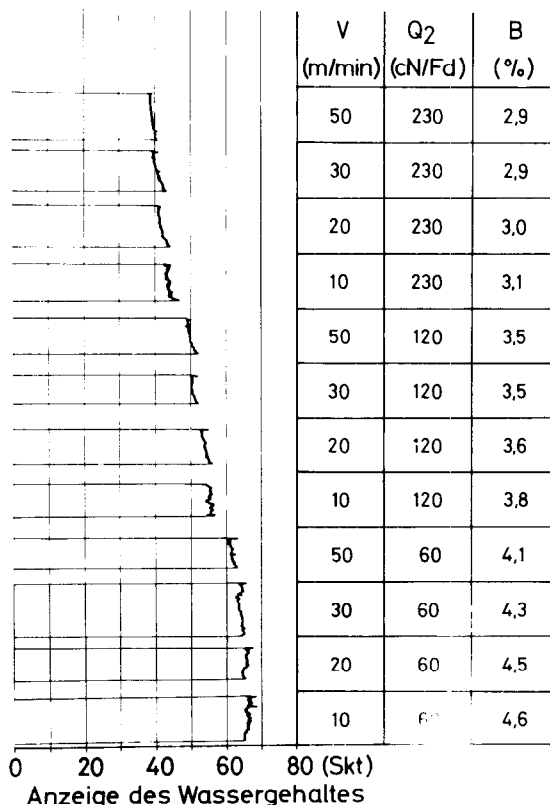


Abb. 10: Die Abhängigkeit des zum Wassergehalt proportionalen Meßsignals vom Quetschdruck  $Q_2$  und von der Kettgeschwindigkeit  $v$

W/G, die wir durch Konditionieren von Kettproben<sup>3</sup> ermittelten, außerordentlich gut korreliert; der Korrelationskoeffizient beträgt  $r=0,96$  ( $n=28$ ).

Die in Abbildung 10 dargestellten Auszüge aus Meßprotokollen veranschaulichen die Abhängigkeit des Meßsignals vom Quetschdruck  $Q_2$  sowie von der Kettgeschwindigkeit  $v$ . Aus diesen Protokollen ist ersichtlich, daß die Mikrowellenanlage jede geringfügige Änderung des Wassergehaltes bzw. des Beschlichtungsgrades der Kette erfaßt und anzeigt.

**4.3. Erprobung der Mikrowellenanlage an Produktionsschlichtemaschinen**

Die Einsatzmöglichkeiten der Mikrowellenanlage prüften wir an mehreren Filamentgarnschlichtemaschinen in der Praxis.

**Versuch I**

Die Versuchsbedingungen waren:

- Kettmaterial: text. PE-Filamentgarn dtex 167 f 32, 1- und 2fach,
- Kettdichte: 25,5 Fd/cm,
- Quetschdruck: 740 daN (179 cN/Fd),
- Flottenkonzentration:  $K = 4,5 \%$ .

Bei diesem Versuch untersuchten wir zunächst den Einfluß der Kettgeschwindigkeit auf die Wasseraufnahme bzw. den Beschlichtungsgrad der Kette.

Wie aus dem Meßprotokoll in Abbildung 11 ersichtlich ist, reagierte die Mikrowellenanlage bei einer Reduzierung bzw. Erhöhung der Kettgeschwindigkeit um jeweils 10 m/min mit einer Änderung des Meßsignals um  $\pm 5,5 \%$ . Dieses Ergebnis, das dieselbe Tendenz aufweist wie das Meßprotokoll aus entsprechenden Versuchen am ITR (Abb. 10) besagt, daß der Beschlichtungsgrad mit zunehmender Kettgeschwindigkeit abnimmt.

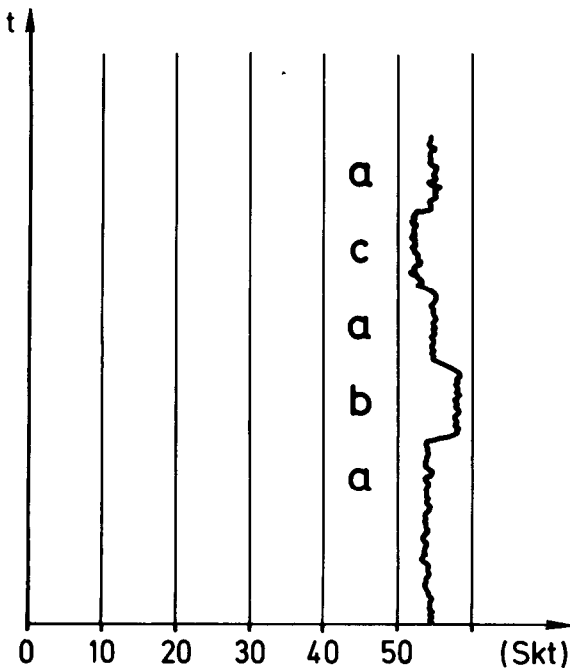


Abb. 11: Die Abhängigkeit des zum Wassergehalt proportionalen Meßsignals von der Kettgeschwindigkeit  $v$ ; a)  $v = 25$  m/min; b)  $v = 15$  m/min; c)  $v = 35$  m/min

In einer weiteren Untersuchung prüften wir den Einfluß des Quetschdrucks auf die Wasseraufnahme. Dabei reduzierten wir den Quetschdruck von 740 daN (179 cN/Fd) auf 560 daN (135 cN/Fd). Diese Reduzierung brachte jedoch keine wesentliche Änderung des Meßsignals. Damit werden die Ergebnisse aus unseren früheren Grundsatzuntersuchungen bestätigt, bei denen wir im untersuchten Quetschdruckbereich keine nennenswerten Unterschiede im Beschlichtungsgrad feststellten<sup>2</sup>.

**Versuch II**

Die Versuchsbedingungen waren hierbei:

- Kettmaterial: text. PE-Filamentgarn dtex 50 f 18 Z 170,
- Kettdichte: 41,5 Fd/cm,
- Quetschdruck: 600 daN (95 cN/Fd),
- Flottenkonzentration:  $K = 5,9 \%$ .

Beim Schlichten dieser Kette konnten wir den Einfluß wichtiger Parameter auf den Wassergehalt der Kette registrieren:

*a) Einfluß der Flottenkonzentration*

Eine Veränderung der Flottenkonzentration um  $\Delta K = 0,2 \%$  (absolut) hatte eine Änderung des Meßsignals um ca. 5 % zur Folge.

*b) Einfluß des Quetschdrucks*

Eine Reduzierung des Quetschdrucks  $Q$  von 600 daN (95 cN/Fd) auf 400 daN (63 cN/Fd) bzw. die Erhöhung von 600 daN auf 800 daN (126 cN/Fd) veränderte das Meßsignal jeweils um ca. 2,4 %. Damit wird erneut bestätigt, daß der Quetschdruck bei gedrehten Filamentgarnketten, die bekanntlich mit niederviskosen Flotten ( $\eta < 4$  m Pa · s) geschlichtet werden, den Beschlichtungsgrad nicht so stark beeinflußt wie bei Ketten aus Spinnfasergarnen, die man mit höherviskosen Flotten beschlichtet.

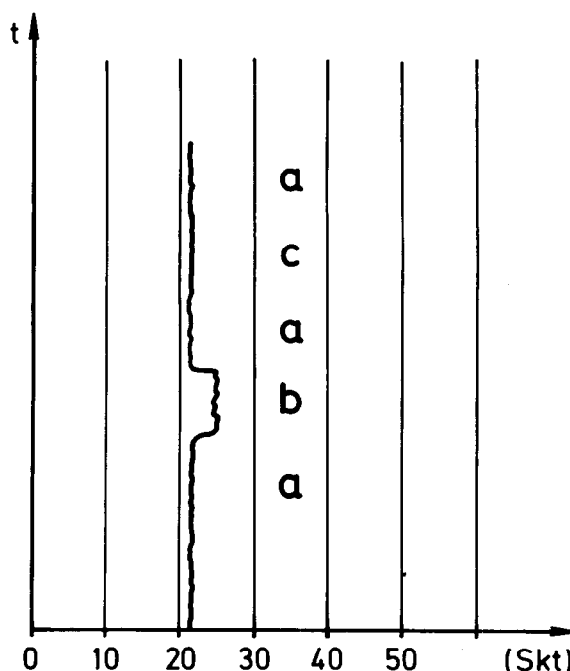


Abb. 12: Die Abhängigkeit des zum Wassergehalt proportionalen Meßsignals von der Fadenzugkraft beim Ketteinlauf; a = 80 daN; b = 70 daN; c = 100 daN



c) *Einfluß der Kettgeschwindigkeit*

Im untersuchten Bereich ( $v = 8$  bis  $20$  m/min) war keine Veränderung des Meßsignals bzw. der Wasseraufnahme festzustellen.

d) *Einfluß der Fadenzugkraft beim Ketteinlauf*

Wie die Abbildung 12 zeigt, übt die Fadenzugkraft auch bei Filamentgarnen einen Einfluß auf die Wasseraufnahme ( $\Delta$  Beschlichtungsgrad) aus. Dieser Einfluß ist, soweit bekannt, bisher nicht nachgewiesen worden. So erbrachte die Reduzierung der Kettzugkraft von  $80$  daN ( $0,25$  cN/dtex) auf  $70$  daN ( $0,22$  cN/dtex) beim Einlauf in den Schlichtetrog eine Erhöhung des Meßsignals um ca.  $15\%$ . Die Ursache hierfür dürfte darin zu suchen sein, daß sich das Volumen des Fadens bei einer Abnahme der Fadenzugkraft erhöht und daß somit auch die Flottenaufnahme ansteigt.

Eine Erhöhung der Kettzugkraft von  $80$  daN auf  $100$  daN ( $0,32$  cN/dtex) wirkt sich demgegenüber praktisch nicht aus (Abb. 12). Die Unempfindlichkeit gegenüber der Zugkrafterhöhung ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß die Kräuselung des Fadens in diesem Belastungsbereich weitgehend ausgezogen ist, so daß sich dessen Volumen nicht weiter verändert.

Versuch III

Dieser Versuch wurde unter folgenden Bedingungen gefahren:

Kettmaterial: Azetat-Filamentgarn dtex 133 f 40 EZ 10,  
 Kettichte:  $40$  Fd/cm,  
 Quetschdruck:  $500$  daN ( $82$  cN/Fd),  
 Flottenkonzentration:  $K = 5,0\%$ .

Der Betrieb hat bei dem genannten Kettmaterial mit dem Problem zu kämpfen, daß über die Kettlänge starke Schwankungen im Laufverhalten auftreten. Die Messung der Wasseraufnahme über die gesamte

Kettlänge bestätigte die zuvor vermuteten, jedoch bisher nicht nachweisbaren Schwankungen im Beschlichtungsgrad.

Bei diesem Versuch zeigte sich außerdem, daß selbst geringfügige Änderungen in der Kettzugkraft des Naßbereichs signifikante Änderungen der Wasseraufnahme zur Folge haben. So wurde z. B., wie der Ausschnitt aus dem Meßprotokoll in Abbildung 13 zeigt, gleichzeitig mit der Reduzierung der Kettzugkraft von  $76$  daN auf  $71$  daN im Naßteilstück eine Zunahme des Meßsignals von bis zu  $48\%$  registriert.

Die Empfindlichkeit des Meßverfahrens geht sogar so weit, daß sich die Abnahme eines einzelnen Bremsgewichts an den Zettelwalzen, durch die sich die Einlaufzugkraft von  $110$  daN auf  $95$  daN verringerte, in einer Erhöhung des Meßsignals um  $45\%$  auswirkte.

Bei allen Versuchen konnten die Meßwerte sehr gut reproduziert werden.

4.4. **Folgerung**

Aus den bisherigen Versuchsergebnissen kann folgende Schlußfolgerung gezogen werden: Die Mikrowellenanlage ist zur Überwachung der Gleichmäßigkeit der Beschlichtung über die Kettlänge gut geeignet. Mit ihr kann außerdem auf einfache Weise geprüft werden, welchen Einfluß die Veränderung der Schlichtemaschinen-Parameter, wie Kettgeschwindigkeit, Quetschdruck, Fadenzugkräfte etc., bei den verschiedenen Kettmaterialien auf den Beschlichtungsgrad hat.

Besonders interessant wird die Mikrowellenanlage für die Schlichtereien, wenn das Meßsignal dazu genutzt werden kann, den Beschlichtungsgrad zu regeln, etwa über eine Variation des Quetschdrucks.

5. **Zusammenfassung**

In umfangreichen Praxisversuchen sowie in parallel dazu durchgeführten Laborprüfungen konnte nachgewiesen werden, daß die vom ITR entwickelten Prüfmethoden geeignet sind, Schlichterezepte für texturierte Polyesterfilamentgarne im Labormaßstab zu testen. Sofern eine Versuchsschlichtemaschine zur Verfügung steht, ist es somit möglich, für die Praxis eine gewisse Vorauswahl zu treffen. Dadurch können die bisher unerläßlichen und sehr umfangreichen Schlichte- und Webversuche wesentlich reduziert und somit Kosten eingespart werden.

Des weiteren wurden die Einsatzmöglichkeiten der Mikrowellenanlage zur Bestimmung des Beschlichtungsgrades erörtert.

6. **Schluß**

Wir danken dem Forschungskuratorium Gesamttextil für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens „Das Schlichten texturierter Polyesterfilamentgarne“ (AIF 3419), die aus Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über einen Zuschuß der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) erfolgte.

Der Firma Gebrüder Colman, Essen-Kupferdreh, danken wir für die großzügige Unterstützung bei der Durchführung der Praxisversuche.

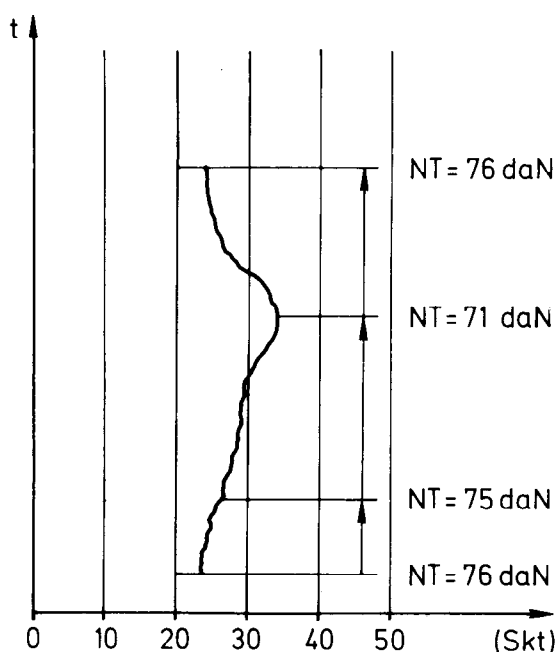


Abb. 13: Die Abhängigkeit des zum Wassergehalt proportionalen Meßsignals von der Zu- bzw. Abnahme der Fadenzugkraft im Naßbereich

**Literatur:**

- 1) J. Trauter: Der Reutlinger Abriebtester; Text. Prax. S. 139, 12 (1975)
- 2) H. Bauer und J. Trauter: Über das Schlichten texturierter Polyesterfilamentgarne; Melliand Textilber. S. 986, 12 (1977)
- 3) J. Trauter: Der heutige Stand der Meßtechnik beim Schlichten; Chemiefasern Text. Ind. S. 591, 7 (1976)
- 4) E. Harteman: Untersuchungen an Schlichtemitteln für Filamentgarne im Labor; Melliand Textilber. S. 371, 5 (1976)

**Diskussion**

**Schutz:** Nach welchem Zeitraum spricht das Mikrowellenmeßgerät an? Erfolgt die Messung nur in einem bestimmten Augenblick oder führen Sie eine Integration über einige Minuten oder Stunden bzw. über einige Kettmeter durch? Wie funktioniert das?

**H. Bauer:** Nachdem die Mikrowellenanlage vor Inbetriebnahme entsprechend vorgeheizt wurde, spricht sie ohne nennenswerte Todzeit an. Die Messung erfolgt kontinuierlich über die gesamte Kettlänge. Die Funktionsweise ist im Abschnitt 4.1 kurz beschrieben worden.

**Köb:** Hat Ihre Meßapparatur keine Trägheit?

**H. Bauer:** Die Trägheit ist sehr gering und somit für die Praxis vernachlässigbar. Die Empfindlichkeit kann bei unserer Anlage in 5 Stufen variiert werden, je nach Wasseraufnahme der Kette.

**Nef:** Wenn ich Ihren Ausführungen recht gefolgt bin, dann bauen Sie das Mikrowellenmeßgerät zwischen Trog und Zylindertrockner ein. Dies führt doch zwangsläufig zu einem größeren Abstand zwischen Trog und Zylindertrockner. Hat sich dies bei den Praxisversuchen nicht nachteilig auf die Kettqualität (Verkordelung) ausgewirkt?

**H. Bauer:** Bei einer Schlichtemaschine wurde die Kette von der Quetschfuge direkt auf den ersten Zylinder ohne Umlenkwalze geführt. Dadurch war genügend Platz vorhanden, um die Mikrowellenanlage im Naßteilstück einzubauen, ohne irgendwelche Änderungen an der Schlichtemaschine vorzunehmen. In einem anderen Betrieb, welcher die Kette über eine Umlenkwalze auf den ersten

Zylinder führte und der Vortrog teilweise unter dem Naßteilstück angeordnet war, mußte die Mikrowellenanlage um 90° gedreht werden. Außerdem war es erforderlich, den Sender über und den Absorber unter der Kettbahn anzuordnen. Das Naßteilstück bei Filamentschlichtemaschinen ist in den meisten Fällen ausreichend, um eine Mikrowellenanlage einzubauen.

**Köb:** Ist die Mikrowellenanlage ein Spezialerzeugnis, das Sie entwickelt haben, oder kann sie bereits kommerziell erworben werden?

**H. Bauer:** Die Mikrowellenanlage ist keine Entwicklung vom ITR. Sie wurde lediglich vom ITR erstmals in der Schlichterei eingesetzt und erprobt. Die Mikrowellenanlage wird bereits schon längere Zeit in der Ausrüstung an Foulards eingesetzt und von der Firma Mahlo hergestellt.

Die Erprobung der Mikrowellenanlage erfolgte inzwischen auch in der Praxis beim Schlichten von Spinnfasergarnen. Mit ihr konnte z. B. auf einfache Weise der entsprechende Quetschdruck im Kriechgang eingestellt werden, der erforderlich ist, um den selben Beschlichtungsgrad wie im Schnellgang zu bekommen.

**Zschunke:** Könnten Sie etwas zur Meßgenauigkeit des Gerätes sagen und die Empfindlichkeit mit Zahlen belegen? Haben Sie auch die Schlichteaufgabe über die Breite der Kette gemessen?

**H. Bauer:** Die Empfindlichkeit kann ich nicht mit Zahlen belegen. Diesbezüglich müßten Sie sich direkt an die Firma Mahlo wenden. Im Vortrag erwähnte ich jedoch, daß die Meßwerte gut reproduzierbar waren.

Es werden demnächst Versuche durchgeführt, bei denen die Mikrowellenanlage fahrbar über die Breite montiert wird. Dadurch ist es möglich, die Gleichmäßigkeit des Beschlichtungsgrades über die Kettbreite zu prüfen und um festzustellen, ob Unterschiede durch die Quetschwalzen etc. auftreten.

**Zschunke:** Welche Meßbreite hat die Mikrowellenanlage?

**H. Bauer:** Der Sender ist etwa 5 m breit und erfaßt somit nur diese Breite der Kette.

**Moruzzi:** Für welche Typen von Webmaschinen, Schützen- oder Wasserdüsen-Webmaschinen, ist Ihre Schlichtemittelprüfung durchgeführt worden?

**H. Bauer:** Die Ergebnisse hinsichtlich der Abschmierneigung der Schlichten haben natürlich keine Gültigkeit für Wasserdüsen-Webmaschinen. Diese Webmaschinen-Type haben wir bei der Entwicklung unserer Prüfmethode nicht berücksichtigt, da in der Bundesrepublik Deutschland nur eine geringe Anzahl Wasserdüsen-Webmaschinen installiert ist.

*.. und KSB liefert Pumpen,  
Kompressoren, Armaturen ..*

Senden Sie mir bitte kostenlos und unverbindlich ausführliches Informationsmaterial über:

- Pumpen
  - Kompressoren
  - Armaturen
- Name: .....
- Anschrift: .....

Bitte ausschneiden  
und einsenden an:

**KSB Österreich**  
Gesellschaft mbH.  
1140 Wien, Rottstr. 24

## Trends in der Entwicklung von Spinnpräparationen für Chemiefasern

Drs. H. J. Geursen, Enka b. v. Research Institute, Arnhem

Mit Hilfe einer Übersicht über positive und negative Eigenschaften der ersten Nylon-Spinnpräparation — die immer noch in vielen Chemiefaserwerken Einsatz findet — wird erläutert, welche Fortschritte seitdem gemacht worden sind. Eine der wichtigsten Bedingungen für eine gute Präparation, nämlich die richtige Schmierung an der richtigen Stelle, wird besonders hervorgehoben. Unter vielen anderen Anforderungen, die erfüllt werden müssen, beanspruchen Umwelt- und Gesundheitsaspekte immer mehr Aufmerksamkeit.

Anhand einer Liste von Eigenschaften, welche die Komponenten einer Präparation für ein bestimmtes Verfahren besitzen sollen, werden einige Trends in der Entwicklung von Spinnpräparationen und deren Komponenten erörtert. Beispielsweise werden heute im Schmiermittelanteil der Spinnpräparationen die Mineralöle, besonders solche, die aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten, allmählich durch gut definierte Esteröle, synthetische Kohlenwasserstoffe, speziell modifizierte Silikone, heterocyclische Derivate und Polyalkylenglykole ersetzt.

Im oberflächenaktiven Anteil der Spinnpräparation werden sulphierte Triglyzeride allgemein durch organische Phosphate und eine Vielzahl von nichtionogenen Tensiden, besonders solchen, die auf Äthylenoxidaddukten basieren, ausgetauscht. Auch *unzeitgemäßen* Komponenten, wie bestimmten organischen Sulph(on)aten und Kohlenwasserstoffen für Anwendungszwecke, welche den Einsatz der modernsten Substanzen aus mehreren Gründen nicht vertragen, wird Platz eingeräumt. Abgesehen von diesen Entwicklungen ist zu berücksichtigen, daß es eine in jeder Hinsicht ideale Spinnpräparation nicht gibt und daß die Entwicklung einer Präparation für ein bestimmtes Verfahren nach wie vor eng mit praktischen Versuchen verbunden ist.

On the basis of a survey of positive and negative properties of the very first nylon spin finish — which is still in use in many man-made fibre plants — the progress made since then is discussed. Special attention is paid to one of the main requirements for a good spin finish, i. e. the right lubrication at the right place. Among many other requirements that have to be fulfilled, the environmental and health aspects of a spin finish are making ever increasing demands on the research effort.

Guided by a check list of required properties of the components of a spin finish for a certain process, the author outlines some trends in the development of spin finishes and components.

For example, in the lubricant part of the spin finish, mineral oils, especially those containing aromatic hydrocarbons, are gradually replaced by well defined ester oils, synthetic hydrocarbons, specially modified silicones, heterocyclic derivatives and polyalkylene glycols.

In the surface-active part of the spin finish, sulphated triglycerides are generally replaced by organic phosphates and all conceivable non-ionics especially those based on ethylene oxide adducts. Nevertheless some room is left for "old-fashioned" components like certain organic sulph(on)ates and hydrocarbons in applications where more sophisticated components are unacceptable for several reasons.

Finally it should be kept in mind that a spin finish which

is ideal in every respect does not exist, and that the development of a finish for a given process still requires much trial and error.

### 1. Einleitung

Die bei der Entwicklung von Spinnpräparationen auftretenden Probleme sollen hier allgemein erörtert werden.

Anhand einer Übersicht von positiven und negativen Eigenschaften der allerersten Spinnpräparationen für Nylon — die bei einigen Garntypen heute immer noch Anwendung finden — soll gezeigt werden, welcher Fortschritt inzwischen gemacht wurde und welche Probleme noch bestehen bzw. neu entstanden sind.

Auch einige Tendenzen über mehrere Jahrzehnte hindurch in der Entwicklung von Spinnpräparationen, die teils auf eigenen Erfahrungen basieren, werden umrissen.

### 2. Funktion und Zusammenstellung von Spinnpräparationen

Was sind Spinnpräparationen und welchen Anforderungen müssen sie gerecht werden?

Eine Spinnpräparation ist eine Flüssigkeit, die sofort nach der Extrusion und Abkühlung auf die Chemiefaseroberfläche aufgetragen wird.

Ohne diese Flüssigkeit, die in Mengen von nur 0,1 bis 1,5 % aufgebracht wird, wäre jede weitere Verarbeitung des Garns nahezu unmöglich. Zum Beispiel können Mengen von nur 0,5 % einer ungeeigneten Präparation zu einer 100 %igen Ablehnung des Garns führen. Die Forschung auf dem Gebiet der Spinnpräparationen ist daher heute zu einem integrierten Bestandteil der Chemiefaserforschung und -entwicklung geworden und kann nicht mehr wie in der Vergangenheit als ein „Schlußpunkt“ betrachtet werden.

Außer Verdünnungsmitteln, wie Wasser oder organische Lösungsmittel, besteht eine Spinnpräparation aus drei Komponentengruppen:

- Schmiermittel: 30 - 70 %, meistens 40 - 60 %,
- Tenside: bis zu 100 %,
- Additive: 0 - 5 %.

Mit Ausnahme der Additive ist diese Gliederung einigermaßen willkürlich. Jedes Tensid hat beispielsweise auch Schmiermitteleigenschaften, obwohl es prinzipiell eingesetzt wurde, um die Präparation selbstemulgierbar, antistatisch, waschbar usw. zu machen.

Aus praktischen Gründen werden *Schmiermittel* als Komponenten definiert, die keine hydrophile Funktion haben, wie Mineralöle, Kokosnußöl und Silikone.

*Tenside* sind Substanzen, deren Moleküle sowohl eine hydrophobe als auch eine hydrophile Gruppe enthalten. Dieser Tatsache verdanken sie ihre hervorragenden Charakteristika, wie *Emulgierfähigkeit* und *antistatische Eigenschaften*. Daher werden *Emulsionsmittel* und *antistatische Mittel* nicht getrennt angeführt.

Die Tenside erfüllen als Brücke zwischen Wasser und

Öl eine wichtige Funktion. Sie können chemisch in vier Gruppen unterteilt werden, und zwar in: anionische, kationische, nichtionische und ampholytische Tenside.

Zu den *Additiven* zählt man Bakterizide, Antioxidantien, Verstreckungshilfsmittel und Rostinhibitoren. Dieser Vortrag befaßt sich aber nicht eingehend mit dieser Komponentengruppe.

Die ideale Spinnpräparation ist eine sorgfältig ausbalancierte Zusammenstellung von in der Regel 2 bis 8 Komponenten aus den oben angeführten Gruppen, die zahlreiche Anforderungen zu erfüllen hat.

Die wichtigsten Eigenschaften von Präparationen in der Reihenfolge ihrer Bedeutung sind:

- 1) optimale statische und dynamische Reibungseigenschaften in jeder Prozeßstufe,
- 2) kein chemischer oder physikalischer Angriff von Polymeren, Fadenführern und kontaktierten Oberflächen,
- 3) richtige thermisch-oxidativ-hydrolytische (TOH) Stabilität,
- 4) keine Ablagerungen auf (erhitzten) Oberflächen,
- 5) nicht toxisch und biologisch abbaubar,
- 6) gute antistatische Eigenschaften,
- 7) schnelle und gleichmäßige Polymerbenetzung,
- 8) gute Auswaschbarkeit,
- 9) keine nachteiligen Auswirkungen in der Weiterverarbeitung,
- 10) leichte Handhabung im Betrieb,
- 11) gute Verfügbarkeit und gleichmäßige Qualität.

Ab Punkt 6 sind diese Eigenschaften weniger schwer zu erreichen bzw. werden sie in der angegebenen Literatur ausführlich behandelt<sup>1-5</sup>.

2.1. Reibung

Unter den verschiedenen Anforderungen ist die allerwichtigste: das richtige Reibungsverhalten auf der richtigen Stelle, bei der richtigen Temperatur und zur richtigen Zeit. Das Problem dabei ist, daß im allgemeinen nur *eine* Präparation diese Arbeit verrichten muß, obwohl gegensätzliche Anforderungen gestellt werden.

Eine Präparation für Verstreckung und Texturierung zum Beispiel soll eine niedrige dynamische Reibung während der Verstreckung, aber eine hohe dynamische Reibung während des Texturiervorganges und für beide Fälle eine gute statische Reibung (Kohäsion) gewähren.

Hinsichtlich der Garnschmierung scheint die Viskosität der Spinnpräparation der wichtigste Faktor zu sein. In Abbildung 1 ist der Zusammenhang des Reibungskoeffizienten und der Viskosität dargestellt.

Der lineare Zusammenhang zwischen dem Reibungskoeffizienten und dem Logarithmus der Viskosität gilt auch für die Mischung der untersuchten Komponenten ohne Rücksicht auf deren chemische Struktur. Für polymere Schmiermittel wie für einige Polyglykole spielt die chemische Struktur unverkennbar eine wichtige Rolle, wie auch von *Park*<sup>4</sup> festgestellt wurde (Abb. 2).

Einerseits werden sehr unterschiedliche Reibungs-

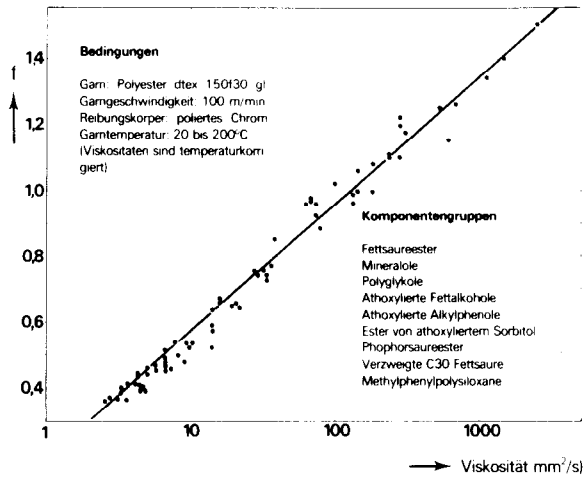


Abb. 1: Zusammenhang zwischen dem Reibungskoeffizienten (f) und der Viskosität (mm<sup>2</sup>/s) für „konventionelle“ Präparationskomponenten

koeffizienten bei Komponenten mit gleicher Viskosität festgestellt, andererseits zeigen extrem hochviskose Komponenten, bei denen es sich beinahe um Klebstoffe handelt, eine relativ niedrige Reibung, als seien sie Mineralöle mit einer Viskosität von 100 mm<sup>2</sup>/s.

Trotzdem zeigen die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Ergebnisse, daß es möglich ist, die gegensätzlichen Anforderungen hinsichtlich der Reibungseigenschaften bei einem bestimmten Verfahren zu erfüllen. Es gibt dazu drei Möglichkeiten:

- a) die Verdampfung einer flüchtigen, niedrigviskosen Komponente, sodaß die viskosen Typen übrigbleiben. Dadurch wird in der ersten Phase des Prozesses eine niedrige und in der zweiten Phase eine hohe Reibung erzielt;
- b) die thermisch-oxidative Zerstörung einer viskosen Komponente, zum Beispiel eines Polyalkylengly-

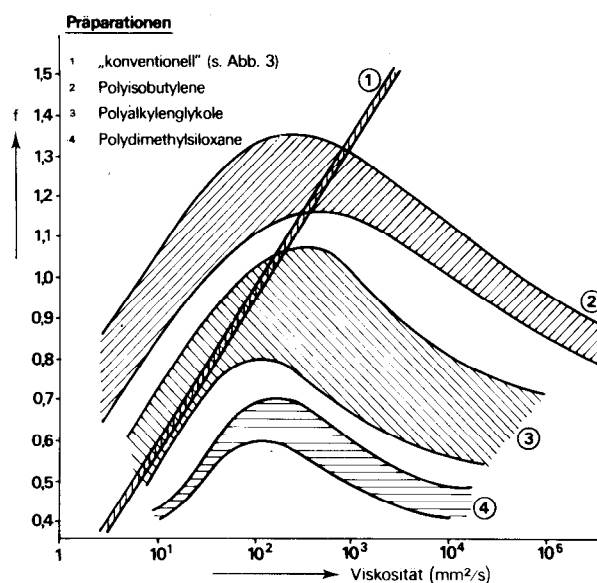


Abb. 2: Zusammenhang zwischen dem Reibungskoeffizienten (f) und der Viskosität (mm<sup>2</sup>/s) für „konventionelle“ und polymere Präparationskomponenten

kols, hinterläßt den niedrigviskosen Anteil, wodurch der umgekehrte Effekt erzielt werden kann;

- c) die Wahl der richtigen Stelle in Abbildung 2 ermöglicht es, die Viskosität des ausgewählten Schmiermittels mit Hilfe der Temperatur zu variieren, wobei vorausgesetzt werden muß, daß der Viskositäts-/Temperaturkoeffizient des Öls bekannt ist.

Ein anderer Faktor, der die Garnschmierung beeinflusst, dürfte die chemische oder physikalische Adsorption von Komponenten oder deren Zersetzungsprodukten auf der Polymer- bzw. Metalloberfläche sein, wie Zisman in vergleichbaren Fällen darlegt<sup>6</sup>.

## 2.2. Angriff (Erweichung) des Garnpolymeren

Dieses Problem entstand bei der Einführung verschiedener äthoxylierter Verbindungen. Besonders ihre fast unvermeidlichen Verunreinigungen, die Polyäthylenglykole, sind als Weichmacher verdächtig, insbesondere gegenüber Polyester (PETP). Der Abfall der Zugfestigkeit bei der langsamen Verstreckung von mit Polyäthylenglykolen (PÄG) behandeltem Polyester wird in Tabelle 1 gezeigt.

**Tabelle 1: Langsame Verstreckung von Polyester (bei 80 ° C) präpariert mit Polyäthylenglykolen (PÄG)**

PÄG (ca. 10% auf Garn)	Bruchfestigkeit		Löslichkeitsparameter ( $\delta$ ) (7)
	Einheiten	% des Blindwerts	
Keiner (Blindwert)	11,4	100	
1			16,2
2	4,5	40	13,1
3	4,6	40	11,8
4*	1,0	9	11,0
5*	0,6	5	10,6
6*	3,1	27	10,3
8*	1,9	17	9,9
~ 9* (päg 400)	2,1	18	9,7
~ 14* (päg 600)	1,9	17	9,3
~ 23 (päg 1000)	5,5	48	9,2
~ 34 (päg 1500)	11,4	100	8,9

$\delta$  für Polyester = 10,7 (7)  
\* in der Praxis schädlich für Polyester

Betrachtet man das behandelte Garn als ein System aus Lösungsmittel und aufgelöster Substanz, so kann mit Hilfe des Löslichkeitsparameters  $\delta$ <sup>7</sup> die Polymererweichung ziemlich genau vorausgesagt werden, und zwar umso treffender, je besser die  $\delta$ -Werte von Polymeren und Präparation übereinstimmen.

Die  $\delta$ -Werte können nach Smal<sup>7</sup> leicht für jede Komponente und jedes Polymere bekannter Struktur berechnet werden.

Das gleiche gilt für Epoxy- und Polyurethanmaschinlacke und -farben sowie für Polyurethantriebriemen und -walzen, die ähnliche  $\delta$ -Werte<sup>10-11</sup> aufweisen. Bei Temperaturen über 130° C dürften die Crackprodukte von Polyglykol, wie Ameisensäure und ihre Glykolester<sup>8</sup>, ebenfalls schädlich sein.

## 2.3. Thermisch-oxidativ-hydrolytische Stabilität

Es handelt sich bei der optimalen thermisch-oxidativ-hydrolytischen (TOH-) Stabilität gegenüber einem bestimmten Verfahren nicht immer um die maximal erzielbare Stabilität. Mit anderen Worten: Zuweilen wählt man eine mäßige oder geringe TOH-Stabilität, um ein niedriges Ablagerungsniveau (*totale Verflüchtigung der Präparation*) zu erzielen. Wie beim Reibungsverhalten von Präparationen bemerkt wurde, sollte der Hersteller von Präparationen Komponenten mit einem umfangreichen Stabilitätsbereich — von niedrig bis sehr hoch — zur Verfügung haben. Extreme sind Polyalkylenglykole und bestimmte Silikone.

## 2.4. Ablagerungen

Dieser Aspekt hängt natürlich mit der TOH-Stabilität zusammen. Es ist wohl bekannt, daß Ablagerungen mit der vollständigen Zersetzung einzelner Komponenten weitgehend vermieden werden können. Diese führen selbstverständlich zu Rauchproblemen.

Es wird jedoch beobachtet, daß Komponenten mit mäßiger TOH-Stabilität und mäßigem Verflüchtungsvermögen ein bemerkenswert niedriges Ablagerungsniveau aufweisen, z. B. bestimmte sulfurierte Triglyceride.

## 2.5. Sicherheit und biologische Abbaubarkeit

Dieser Aspekt beansprucht einen wachsenden Teil der Forschungs- und Entwicklungskosten für Präparationen. Die biologische Abbaubarkeit wird durch zwei Faktoren geprägt: Einerseits beeinflusst sie in keiner Weise die an die meisten Komponenten gestellten technologischen Anforderungen und andererseits wird in zahlreichen Fällen eine bakterielle Anpassung festgestellt.

Als Faustregel gilt, daß die biologische Abbaubarkeit bei zunehmender Molekularverzweigung abnimmt. Unverzweigte Ester und äthoxylierte Fettalkohole sind zum Beispiel zu 100 % abbaubar. Die Abbaubarkeit von Pentaerythritolestern von n-Säuren ist proportional dem Säureanteil.

## 3. Die erste Spinnpräparation

Benutzen wir die Liste der nötigen Eigenschaften als Prüfstein für diese allererste Spinnpräparation (Dupont-Nylon, 1938), dann sehen wir, daß diese sehr gut abschneidet.

Die ungefähre Zusammensetzung ist folgende<sup>1</sup>:

- a) Schmiermittel: 50 % leichtes Mineralöl
- b) Tenside: 25 % Triäthanolamin- und K-oleatseifen  
20 % Sulfuriertes Erdnußöl (Na-Salz)
- c) Additive: 5 % Diäthylenglykol und o-Phenylphenol (Na-Salz)

Werten wir diese Präparation nunmehr nach der oben angeführten Reihenfolge der Eigenschaften aus, so finden wir:

- positive Aspekte: 1, 2, 6, 7, 11,
- mäßige Aspekte: 4, 8, 9, 10,
- negative Aspekte: 3, 5.

Diese bemerkenswerte Präparation zeigt gute Reibungseigenschaften, eine gute Polymerbenetzung, antistatisches Verhalten und keinen Polymer-, Lack- oder Metallangriff, jedoch eine mäßige thermisch-oxidative Stabilität und mäßige Eigenschaften hinsichtlich des Umweltschutzes.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß diese Präparation — in einigermaßen modifizierter Form — für einige Verfahren noch immer eingesetzt wird. Für zahlreiche neue Verfahren, die bei sehr hohen Temperaturen ablaufen, sind ihre negativen Eigenschaften unzulässig.

**4. Neue Entwicklungen**

Gleichzeitig mit dem Einsatz synthetischer Garne sind bedeutende und willkommene Erfolge hinsichtlich der Schmiermitteltechnologie und der Oberflächenchemie erzielt worden.

Insbesondere zwischen 1935 und 1950 (hauptsächlich während des zweiten Weltkrieges) wurden wertvolle potentielle Präparationskomponenten entwickelt, die Mehrzahl ursprünglich für ganz andere Zwecke (wie zum Beispiel für Düsenjägerschmiermittel und Geschirrspülmittel).

Eine Übersicht der gegenwärtigen Schmiermittel zeigt die Abbildung 3.

Schmiermittelgruppen	Beispiele
1. Polymethylphenylsiloxane	$\left[ \text{Si} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Si} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Si} \end{matrix} \end{matrix} \right]_n$
2. Polydimethylsiloxane	$\left[ \text{Si} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Si} \end{matrix} \right]_n$
3. Alkylphenylsilikate der nr. 2	$\left[ \text{R} \begin{matrix} \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Si} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Si} \end{matrix} \end{matrix} \right]_n$
4. Neopentylpolyolester von n-C5-C18 Fettsäuren	$\text{C}(\text{CH}_2\text{-O-C-R})_4$
5. 3,5-Dihydroxyäthyl, 5,5-dimethylhydantoin diester	$\text{CH}_3\text{C}(\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-O-C-R})_2$
6. α-Olefin Oligomere (hydriert)	$\left[ \text{CH}_2\text{-CH}_2 \right]_n$
7. Mono/diester von β-verzweigten Alkoholen	$\text{R}_1\text{-CH(CH}_2\text{-O-C-R)}\text{-CH}_2\text{-O-C-R}_2$
8. Glycerinester von n C5-C18 Fettsäuren	Kokosnussöl
9. Mehrfach verzweigte (OXO)-Ester	Isotridecylstearat
10. Paraffinische Mineralöle	Weissöle
11. Aromatische Mineralöle	Spindelöle
12. Polyalkylenglykole und ihre monoäther	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-O} \left[ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{-O} \right]_n \left[ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{-O} \right]_m$
13. Polyisobutylene	$\left[ \text{C} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \right]_n$

Abb. 3: Übersicht von Schmiermitteln in der Reihenfolge abnehmender TOH-Stabilität

Der Einsatz von Methylphenylsilikon (1) ist wegen des hohen Preises beschränkt. Die billigeren Methylsilikone (2) haben eine sehr niedrige Reibung, ihre Unverträglichkeit setzt jedoch ihrer Anwendung Grenzen. Ein vielversprechendes Silikonderivat ist Alkylphenylsilikat (3), das diese Nachteile nicht besitzt. Silikone sind biologisch nicht abbaubar. Neopentylpolyolester (4) haben von allen Estern die höchste TOH-Stabilität<sup>8,9</sup>, sind aber verhältnismäßig teuer und biologisch nicht völlig abbaubar. Eine nahezu gleiche TOH-Stabilität zeigen einige Hydantoinderivate (5), die biologisch abbaubar sind, aber eine ziemlich hohe Viskosität aufweisen.

Von allen bekannten Kohlenwasserstoffen haben die Olefinoligomeren (6) die höchste TOH-Stabilität. In dieser Hinsicht weichen Neopentylpolyolthylester, Hydantoinderivate und Olefinoligomere nicht sehr weit ab. In der letzten Gruppe ist ein großer Viskositätsbereich realisierbar, aber sie sind nur teilweise abbaubar.

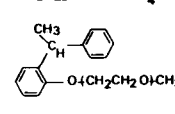
Ester von β-verzweigten Alkoholen verdienen Aufmerksamkeit. Sie zeigen eine gute TOH-Stabilität und sind biologisch völlig abbaubar.

Die gegenwärtig wichtigsten Tenside werden in den Abbildungen 4, 5 und 6 genannt. Nur die der Abbildungen 5, eine sehr umfangreiche Gruppe, bedürfen einer Erläuterung. Die unverzweigten Typen sind biologisch abbaubar, die verzweigten und aromatischen Typen nicht. Die letzteren Typen, insbesondere die äthoxylierten Arylphenole, haben eine hohe TOH-

Gruppen anionaktiver Tenside	Beispiele
1. Seifen $\text{R-C} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O}^- \end{matrix} \text{M}^+$ R = Alkyl M = Alkalimetall, Amin	Kaliumoleat
2. Sulfurierte Triglyceride und Maleinsäureester $\text{NaSO}_3\text{-C} \begin{matrix} \text{CH}_2\text{-CO-OR} \\   \\ \text{CO-OR} \\   \\ \text{H} \end{matrix}$ R = Alkyl	
3. Phosphatester $\left[ \text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x \right]_n \text{-P} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O} \end{matrix} (\text{OM})_3$ R = Alkylphenyl Alkyl x = 0 bis 10 n = 1, 2 oder 3 M = Alkalimetall, Amin	$(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O})_n \text{-P} \begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O} \end{matrix} \text{OK} \frac{1}{3}$

Bem. Alle Alkylgruppen können verzweigt oder unverzweigt sein

Abb. 4: Übersicht anionaktiver Tenside für Spinnpräparationen

Gruppen nichtionogener Tenside	Beispiel
1. Partielle ester von Polyole wie Sorbit, Sorbitan (poly) Glycerin	Glycerinmonooleat
2. Aminoxyde $\text{R-N} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\   \\ \text{O} \end{matrix}$	Dimethyl „kokosamin“ oxyd
3. Äthlenoxydderivate $\text{R}_1\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{R}_2$ R <sub>1</sub> = Fettalkohol Fettsäure Fettamin Fettsäureamid Alkylphenol Arylphenol Polypropylenoxyd R <sub>2</sub> = H, CH <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , Acyl Polypropylenoxyd	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_4\text{H}$ 
Ebenfalls: a) mit Fettsäuren veresterten äthoxylierte Körper wie Sorbit, Glycerin, TMP und PE	(Sorbit + 30 bis 50 AO) hexaoleat
b) äthoxylierte Triglyceride	äthoxyliertes Rizinusöl

Bem. Alle Alkylgruppen können verzweigt oder unverzweigt sein.

Abb. 5: Übersicht nichtionogener Tenside für Spinnpräparationen

Stabilität; sie haben eine den Antioxidantien ähnliche Struktur.

Gruppen kationaktiver Tenside	Beispiele
1. Tetraalkylammonium Halogenide	$C_{17}H_{35}N(CH_3)_3Cl^{\ominus}$
2. Quaternäre Imidazoline Verbindungen	$  \begin{array}{c}  \text{N}-\text{CH}_2 \\  \diagup \quad   \\  \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{C}^{\oplus} \quad   \\  \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \text{N}-\text{CH}_2 \\  \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \\  \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \text{C}_2\text{H}_5  \end{array}  $ $C_2H_5O-SO_2-O^{\ominus}$

Abb. 6: Übersicht kationaktiver Tenside für Spinnpräparationen

Alle äthoxylierten Verbindungen müssen sorgfältig bezüglich ihres Einflusses auf Polymere (Erweichung), insbesondere bei PETP, geprüft werden.

Aus all dem läßt sich schließen, daß neben der Information des Lieferanten auch andere Literatur zu Rate zu ziehen ist. Die Komponenten, die schließlich gewählt werden, werden einem minimalen Labor-Testprogramm unterworfen (Tab. 2).

Tabelle 2: Laborprüfungskriterien für Spinnpräparationskomponenten

- |   |
|---|
| 1. Viskosität (25 und 100° C, mm <sup>2</sup> /s)                           |
| 2. Temperaturkoeffizient der Viskosität (T.K.V.)                            |
| 3. Thermische-oxydativ-hydrolytische (T.O.H.) Stabilität                    |
| 4. Flüchtigkeit (Verdunstung aus einem Gewebe)                              |
| 5. Reibungskoeffizient bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Temperaturen |
| 6. Polymereinwirkung  |
| 7. Biologische Abbaubarkeit   |
| 8. Toxikologie, einschl. Abgase   |
| 9. Verträglichkeit  |
| 10. Spezifikationen   |

Es sei nachdrücklich betont, daß die Eigenschaften, die eine Präparation für ein bestimmtes Verfahren zu einer guten Präparation machen, nur selten entstehen, indem die Eigenschaften der Komponenten einfach zusammengezählt werden. Die Praxis hat gelehrt, daß im allgemeinen *das Ganze mehr ist als die Summe der Teile*. Die Bereitung von guten Präparationen aus den ausgewählten Komponenten verlangt immer wieder umfangreiche Laborarbeiten und Erfahrung, die helfen, aus einer Reihe von guten Präparationen die beste herauszufinden und durch geringe Änderungen zu optimieren.

## 5. Tendenzen

### 5.1. Schmiermittel

Obwohl die meisten der heute verwendeten Schmiermittel noch Mineralöle sind, werden sie allmählich durch Ester und — in geringerem Maße — durch Polyolefine, Silikone und Polyalkylenglykole ersetzt.

Insbesondere aromatische Mineralöle sollen ersetzt werden wegen der Sicherheit und des Umweltschutzes.

Nach meiner Meinung sind Ester die besten, heute zur Verfügung stehenden Allroundschmiermittel. Im Vergleich zu Mineralölen haben Ester den Vorteil, daß sie:

- entsprechend der gewünschten Eigenschaften, insbesondere hinsichtlich der Viskosität, *maßgeschneidert* werden können,
- bei gleicher Viskosität und Reibung eine viel geringere Flüchtigkeit, eine bessere TOH-Stabilität und eine bessere Schmierfähigkeit aufweisen,
- einen günstigeren Temperaturkoeffizienten der Viskosität haben und
- zu 50 bis 100 % biologisch abbaubar sind, Mineralöle dagegen überhaupt nicht.

Innerhalb der Estergruppe sind die Ester von Neopentylglykol (NPG), Trimethylolpropan (TMP) und Pentaerythritol (PE) die besten<sup>9,10</sup>. Diese Ester sind die Nachfolger früher verwendeter Glyceride, wie Kokosnußöl. Für weniger kritische Anforderungen können billigere Ester, wie Diisodecyladipat usw., verwendet werden. Die besten Ester hinsichtlich der TOH-Stabilität, der biologischen Abbaubarkeit und des Preises sind die von den sogenannten Guerbet-Alkoholen abgeleiteten, wie 2-Hexyldecanol, -laurat, -stearat usw.

Die höchste TOH-Stabilität besitzen Phenylmethylpolysiloxane, Dimethylpolysiloxane und deren Disilikate (Abb. 3). Der letzte Typ zeichnet sich vor allem durch niedrigeren Preis und bessere Verträglichkeit aus. Interessante Neulinge sind die Hydantoinderivate.

Polybutene, die eine niedrige Garn/Metallreibung in Kombination mit einer starken Kohäsion aufweisen, werden dann bevorzugt, wenn geringe Ablagerungen gewünscht sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für jeden bestimmten Zweck eine große Auswahl von Schmiermitteln zur Verfügung steht, wenn die Anforderungen nicht von Mineralölen und pflanzlichen Ölen erfüllt werden können.

### 5.2. Tenside

Die meisten Seifen und sulfurierten pflanzlichen Öle werden allmählich durch verschiedene Typen nicht-ionischer Verbindungen und in gewissem Umfang auch durch Phosphate ersetzt.

Für einige Anwendungsgebiete jedoch werden auch in neuen Präparationen sulfurierte Öle verwendet, weil diese dem Verschleiß entgegenwirken, gute Laufeigenschaften und einen guten Spulenaufbau bewirken, keine Polymererweichung verursachen und zu weniger Ablagerungen führen, als auf Grund ihrer geringen Hitzestabilität zu erwarten wäre.

Die Ursache der letztgenannten Eigenschaften ist nicht richtig bekannt. Die Hitzestabilität nimmt beim Zu-

satz von äthoxylierten Alkylphenolen deutlich zu. Kationische Tenside sind weniger beliebt. Obwohl die besten Antistatika dieser Gruppe angehören, schränken einige Nachteile (fehlende Hitzestabilität, Vergilbung, Reizung der Haut, Unverträglichkeit mit Farbbädern, Nichtabbaubarkeit, Korrosion usw.) ihren Einsatz ein.

Ihre Nachfolger sind Phosphate und hochäthoxylierte nichtionische Verbindungen.

5.3. Allgemeines

- *Biologische Abbaubarkeit* und Sicherheit werden immer wichtigere Aspekte. Niemand kann es sich leisten, diese Aspekte bei der Zusammenstellung neuer Präparationen zu übersehen.

Nach einer Faustregel verringert die molekulare Kettenverzweigung die Abbaubarkeit (und die viskosimetrischen Eigenschaften).

- Von *synergistischen Effekten* wird immer mehr Gebrauch gemacht. So zeigt durch den Zusatz von nur 10 % äthoxyliertem Nonylphenol (A) eine Mischung mit den Komponenten B, C, und D, die die Präparation ABCD ergibt, eine höhere TOH-Stabilität als dies A, B, C und D separat bewirken würden. Dies gilt auch für einige andere Eigenschaften. In den meisten Fällen wird das Optimum experimentell ermittelt.
- Das Problem der Verfügbarkeit und der Spezifikation wird immer größer. Die Angaben der Lieferanten werden durch kritische Analysen überprüft.
- In manchen Fällen sind spezielle Antistatika nicht notwendig. Sehr feine opaleszierende (*bläulich* transparente) Emulsionen in Wasser bewirken einen antistatischen Effekt. Auch bei der Verwendung von organischen Lösungen oder von unverdünnten, reinen Ölen sollte das Basisöl leicht emulgierbar sein. In diesem Fall kann viel Prüfarbeit entfallen.
- Bei Präparationen für sehr unterschiedliche Polyester- und Polyamid-Garntypen wird der Einsatz einer verhältnismäßig niedrigen Zahl von Komponenten mit exakt definierten Eigenschaften angestrebt.

Eine Optimierung der Präparation wird durch geringfügigen Komponentenaustausch oder durch Änderung des Mischverhältnisses eher erzielt als durch Zusatz anderer Komponenten. Dieses Prinzip hat sich für verschiedene Garntypen als sehr nützlich erwiesen.

- Die Bedeutung von unverdünnten, reinen Ölen nimmt immer mehr zu. Die Verdampfung des Lösungsmittels entfällt. Ferner werden einige ausgesprochene Nachteile von Emulsionen, wie Bakterienwachstum und unzureichende Polymerbenetzung, vermieden. Die Präparationsverteilung dürfte gleichmäßiger und die Präparationsmenge besser zu überwachen sein.

Ferner erfolgen Prüfungen mit neuen Präparationen rationeller, da die negative Auswirkung von Präparationsrückständen in porösen Auftragswalzen entfällt.

6. Schematische Darstellung einiger wichtiger Eigenschaften der verbreitetsten Gruppen von Spinnpräparationskomponenten

Die Abbildung 7 gibt eine Übersicht der Komponenteneigenschaften. Es ist deutlich zu sehen, daß eine günstige Eigenschaft nicht ohne Nachteile erzielt werden kann. Die negativen Aspekte können durch die Wahl der optimalen Mischung reduziert werden. Obwohl das Reibungsverhalten eine sehr wichtige Rolle spielt, wird es hier nicht genannt, weil die Anforderungen bei jedem Garnherstellungsverfahren anders sein können.

Gruppen von Komponenten	Temp. Koef. Viskosität	TOH Stabilität	Blühung von Anlagengurten	Ätzge- bzw. Rauch	Polymererweichung	Biologischer Abbaubarkeit	Preis
Mineralöle	-	--	□	--	+	-	+++
Polyisobutene	--	---	++	--	+	-	+
Decen-1 Oligomere	+	+	+	+	+	-	□
Triglyceride	+	+	+	+	+	++	++
Neopentylpolyester	+	++	++	++	+	+	□
„Silikon-diester“	+++	+++	++	++	+	-	-
AO/PO Addukte	++	---	+++	--	--	-	+
Athox. Fettalkohole	+	--	+	-	-	+	+
Athox. Phenole		++	++	+	--	-	++
Phosphatester	+				+	+	-
Sulfurierte Triglyceride	+	-	++		+	+	+

+ günstig  
 || massig, akzeptabel  
 - ungünstig

Abb. 7: Vergleich einiger wichtiger Eigenschaften der gebräuchlichsten Komponenten

Außerdem umfassen die heutigen Komponenten und ihre Mischungen hinsichtlich der Reibungskoeffizienten einen sehr weiten Bereich, wie aus den Abbildungen 1 und 2 hervorgeht. Die Bewertungszeichen sind aus der Sicht des Faserproduzenten und im Verhältnis zueinander zu betrachten.

Literatur:

- 1) J. P. Redston, W. F. Bernholz und C. Schlatter; Text. Res. J. 43, 325—335 (1973)
- 2) H. H. Rieckert; Melliand Textilber. 194—199 (1977) 3
- 3) R. Kleber; Chemiefasern/Text. Ind. 27/79, 322—328 (1977)
- 4) M. J. Schick (Ed); Surface Characteristics of Fibers and Textiles, Part I; M. J. Schick: Chapter I and References. Marcel Dekker Inc., New York and Basel 1975
- 5) K. Park, C. G. Seefried und G. M. Bryant; Text. Res. J. 44, 692—700 (1974)
- 6) R. C. Bowers, W. C. Clinton und W. A. Zisman; Ind. Eng. Chem. 46, 2416—2419 (1953)
- 7) P. A. Small; J. Appl. Chem. 3, 71—80 (1953)
- 8) J. Mitera, P. Sveč; Faserforsch. Text. Techn. 28, 23—26 (1977)
- 9) E. L. Niedzielsky; Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. Vol. 15, No1 (1976)
- 10) R. C. Gunderson und A. W. Hart; Synthetic Lubricants, Reinhold Publishing Corporation New York 1962.



**Diskussion**

**Köb:** Dieser Vortrag hat einen guten Überblick gegeben über das, was auf dem Präparationsgebiet gedacht und getan wird. Ich könnte mir aber vorstellen, daß noch einige spezielle Fragen dazu offengeblieben sind.

**Albien:** Sie deuteten an, daß es kürzlich möglich geworden ist, die Präparation und die Verteilung der Präparation auf einem Faden sichtbar zu machen bzw. meßtechnisch erfaßbar zu machen. Können Sie dazu nähere Ausführungen geben?

**Geursen:** Es ist schon lange ein Wunschtraum, die Präparationsverteilung meßbar oder sichtbar zu machen. Durch sehr verfeinerte Reibungsmessungen in unserem

Labor mit Geräten, die nicht im Handel zu haben sind, konnten wir genaue Reibungsmessungen durchführen. Weil aber die Reibungskoeffizienten in Relation zum Präparationsauftrag stehen (s. Lit. 4), kann man mit dieser Reibungskoeffizientenmessung Rückschlüsse auf die Verteilung der Präparation machen.

**Albien:** Welche Auflösung können Sie damit erreichen? Mit anderen Worten, können Sie etwas über die Ungleichmäßigkeiten von Zentimeter zu Zentimeter aussagen?

**Geursen:** Mittels dieser Methode können Ungleichmäßigkeiten von Zentimeter zu Zentimeter, von Meter zu Meter, aber auch von 10 Meter zu 10 Meter usw. erfaßt werden. Es wurden anfänglich absichtlich Ungleichmäßigkeiten aufgebracht, und diese werden dann ermittelt, was dann Rückschlüsse möglich macht mit Hilfe der o. g. Relation.



# WASSERSTOFFPEROXID

IN ALLEN  
HANDELSÜBLICHEN  
KONZENTRATIONEN

UND FÜR ALLE ANWENDUNGSGEBIETE

**ANWENDUNGSTECHNISCHE BERATUNG**

**ÖSTERREICHISCHE CHEMISCHE WERKE  
GESELLSCHAFT M. B. H.**

WIEN 15., MARIAHILFER GÜRTEL NR. 39  
POSTANSCHRIFT: A-1151 WIEN, FACH 55



## Verarbeitung von Filamenten auf pneumatischen Düsenwebautomaten

Dipl.-Ing. Eduard Hlavac, Nationalunternehmen Hedva, Trebova, CSSR

Die in unserem Staatsbetrieb Zbrojovka Vsetin hergestellten pneumatischen Düsenwebmaschinen sind ein bedeutender Beitrag zur Entwicklung der Textilwebtechnologie.

Diese Technik, die Gewebe aus endlosen und gesponnenen Garnen herstellt, fand im Jahr 1967 Eingang in die Webereien. Düsenwebmaschinen, die Seiden verarbeiteten, verbreiteten sich sehr rasch. Die Breite wurde von 105 cm auf 125 cm erhöht, später auf 155 cm. Derzeit arbeiten Maschinen mit einer Breite von 165 cm. Die ursprüngliche Ausführung wurde ständig den technologischen Erkenntnissen und betrieblichen Erfahrungen in einigen Webereien angepaßt, die dann auch den Anstoß zu weiteren Entwicklungen gaben. Die Leistung dieser Webmaschinen liegt heute bei 350 - 450 Touren pro Minute.

Pneumatische Düsenwebmaschinen werden in der Seidenindustrie für die Erzeugung von Futterstoffen, Damenkleiderstoffen, für technische Gewebe, Gewebe für Druck u. a. benützt. Am häufigsten werden Viskoseseide und Acetatseide verarbeitet; zur Herstellung von Mischgeweben kann man auch einen Schuß aus gesponnenen Garnen benützen. Der ständige Aufschwung der synthetischen Fasern bedeutet auch weitere Einsatzmöglichkeiten der pneumatischen Webmaschinen.

Die Bindungsmöglichkeiten wurden durch die Verwendung von acht gegenüber fünf Webschäften erhöht, die durch eine Exzenterfachbildungsvorrichtung steuerbar sind.

Bei den Düsenwebmaschinen der Reihe „P“ ist vor allem die wesentlich geringere Lärmentwicklung im Vergleich zu den Schützenwebmaschinen hervorzuheben. Die Bedienung der Maschine ist durch die gesamte Auslegung und ein Warnsystem erleichtert.

Der langfristige Betrieb der Maschinen zeigt die solide technische Ausführung, die durch lange Lebensdauer, niedrigen Ersatzteilverbrauch, hohen Nutzeffekt und hohe Leistung in bezug zur verbauten Fläche bestätigt ist.

Die Entwicklung der pneumatischen Düsenwebmaschinen kann keineswegs für beendet gehalten werden, da immer mehr Erzeuger diese Webtechnik anbieten.

The air-jet weaving machines made in CSSR at the Zbrojovka Nat. Corp. at Vsetin represent a significant contribution to the development of textile weaving technology.

This technology producing fabrics from filament yarns was introduced to weaving mills in 1967. The looms using silk materials began to expand quickly. The width of 105 cm has been replaced by 125 cm and later by 155 cm, today 165 cm is the effective width. The initial model has been gradually modified making full use of technological knowledges and operating experiences from numerous mills. The performance of looms is in the range of 350 - 450 revolutions per minute.

The air-jet weaving machines have been used for manufacturing linings, ladies' dressings, technical fabrics, fabrics for printing and others. Most frequently rayon filament and acetate filament yarns are processed while spun weft yarn can be used too. The continuous increase of synthetic fibres represents further possibilities for use of air-jet looms.

The binding possibilities have been raised by using eight instead of five shafts controlled by a cam shed device.

When compared with shuttle looms the air-jet weaving machines are appreciated for low noise level. The machine

attendance is facilitated by means of the overall arrangement and a complete warning system.

In long-term operation the looms demonstrate a high level of technical performance confirmed by a long service life, low spare parts consumption, high efficiency and effective output with respect to the floor space.

The development of air-jet weaving machines cannot be considered as completed, as there are more and more manufactures offering this technology.

### 1. Einleitung

Das Düsenweben wird noch immer zu den unorthodoxen Technologien gezählt, obwohl in den Webereien der ganzen Welt schon einige Zehntausend Webmaschinen mit Schußeintrag durch Wasser- oder Luftstrahl arbeiten.

Der tschechoslowakische Erfinder Vladimir Svaty verwirklichte als erster den Gedanken des Schußeintrages mit Hilfe von Wasser und Luft.

Die ursprüngliche Blattbreite der Luftdüsenwebmaschine aus dem Jahre 1948 mit 450 mm erscheint uns heute vielleicht vielfach als gering, allerdings waren 800 Touren pro Minute für damals beachtlich. Diese Webmaschinen wurden zur Erzeugung von Staubtüchern und Verbandstoffen verwendet. Jahrelang wurde die Entwicklung dieser Maschinen verzögert, da man an der Produktivität zweifelte. Erst im Jahre 1961 erzeugte das Nationalunternehmen Zbrojovka Vsetin die ersten 28 Düsenwebmaschinen Type P 105. Im folgenden Jahr waren es schon 589 Webmaschinen, und in Kürze wird die 50 000ste Luftdüsenwebmaschine in Betrieb genommen werden.

Die ersten Maschinen waren nur für die Verarbeitung der Baumwolle geeignet. Im Jahre 1967 konnte aber bereits eine Maschine, Typ A t i p, eingesetzt werden, die auch für Seide zu verwenden war. Es kam zu einer außergewöhnlichen Expansion dieser Seidenluftdüsenwebmaschinen. Allmählich wurden die Forderungen, betreffend Breite, Material und Verlässlichkeit, gelöst. Die Anzahl der Bestellungen stieg. Außer tschechoslowakischen Webern interessierten sich plötzlich auch sowjetische, englische, italienische, deutsche, polnische u. andere Weber für diese Maschinen. Die Luftdüsenwebmaschinen fanden Eingang in die Seidenwebereien, vor allem zur Herstellung der Standardsortimente von Futter- und Unterlagsstoffen, von technischen Textilien und von Geweben für Sportartikel. Stetig wächst die Zahl derer, die die Vorteile der Luftdüsenwebmaschinen zu nützen wissen.

### 2. Technologische Voraussetzungen der pneumatischen Düsenwebmaschinen für die Verarbeitung von Filamenten

Einwandfreie Arbeitsweise und Wirtschaftlichkeit trugen zur Anerkennung der SLDWM bei.

#### 2.1. Führung und Betätigung der Kette

Der Kettbaum ist in dem Maschinenrahmen so gelagert, daß Aluminiumscheiben mit einem Durchmesser von 700 mm benützt werden können; der Baumkörper ist aus Stahl und hat einen Durchmesser von 150 mm, es ist also eine genügende Kettenlänge gesichert. Die Kettfäden werden über einen drehbar angeordneten

Streichbaum geführt, der eine aufgeraute Oberfläche hat, wodurch die Ordnung der vom Kettbaum kommenden und durch das Fadenkreuz gleichgelegten Fäden gewährleistet ist. Die schiefe Ebene der Kette bereitet für die Platzierung und Funktion des elektrischen Kettfadenwächters keine Probleme. Nach der Fadenzahl kann man bis sechs Lamellenreihen benutzen. Der Hersteller empfiehlt Lamellen der Firma Egelhaaf oder Grob vom Gewicht 0,8 g, mit denen auch wir zufrieden sind.

Die Länge des Stoßes — die Entfernung zwischen dem Streichbaum und dem ersten Blatt — ist bei der Benützung von 6 Blättern 690 mm. Für die Verarbeitung von endlosen Garnen erscheint dieser Wert ausreichend. Die Höhe des Webfaches im Riet ist 35 mm. Ein relativ hohes Webfach beeinflusst die Reinheit des Webfaches günstig, besonders im Bereich des Schußeintrages.

Das Weiterführen der Kette ist durch eine einfache Bremse gesichert, die vom Streichbaum betätigt wird. Die Spannung der Kette ist von der Einstellung der Federn abhängig. Dieser Teil der Einrichtung gehört nicht zu den stärksten Stellen der Maschine, da Spannungsschwankungen Streifigkeit und Fehler im Gewebe beim Anfahren verursachen können. Andererseits handelt es sich um eine einfache, billige Anordnung, und auch Adaptationen anderer Vorrichtungen brachten keine entscheidende Verbesserung. Die Einrichtung ist anspruchslos in bezug auf Wartung.

Die Webschäfte sind aus Metall, und es werden flache Litzen, Type Novo-Duplex, Typ S 4 s50, 2 x 0,3 x 280 mm, von Egelhaaf oder Grob benützt. Diese Litzen sichern eine gute Verarbeitung der Kette. Die Webmaschine P ZA 8 kann mit 8 Bindungsschäften weben. Der Hersteller bietet eine Skala von Bindungsexzentern mit verschiedenen (20) Grundzusammensetzungen an, die kombiniert werden können. Die Bewegung der Schäfte ist durch zweiarmige Hebel und Zugstangen, gewährt, die Webfachexzenter sind genutet (mit zwangsläufiger Bewegung der Rolle). Die Änderung des Webfaches ist dem gesamten Lauf der Webmaschine untergeordnet.

Als Webblatt wird normalerweise die geklebte Type Duraflex benützt. Die Verwendung der Profileisten sichert genügende Steifigkeit des Blattes, obwohl der Anschlag im zweiten Drittel der Blattlichthöhe erfolgt. Die Grunddimensionen und Proportionen sind ganz normal. Auch weicht die Pflege und Reinigung des Blattes von gewöhnlichen Verfahren nicht ab. Manche Firmen gehen zu rostfreien Blättern über, vor allem bei synthetischen Materialien, wo man eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, saure Schlichtemittel usw. zu erwarten hat.

Die Schußspule ist vertikal auf einem Ständer befestigt, der einen kontinuierlichen Schußfadenabzug beim Anknüpfen einer Spule an die andere ermöglicht. Die Fadenführer sind aus Sinterkorund. Die Schußmessung auf den Stühlen P ZA 8 ist kontinuierlich und sichert einen gleichmäßigen Schußabzug von der Vorlage unter fast konstanter Spannung, die nur durch die Änderung der Winkelgeschwindigkeit bei verschiedenen Spulendurchmessern beeinflusst wird. Das kontinuierliche Messen sichert eine genaue Schußfadlänge, die Streuungen liegen bei Durchschnittslängen von 65 mm im Bereich von 3 — 5 mm. Die

Druckluft für den Schußeintrag wird in die Arbeitslage durch eine Düse eingeführt. Der notwendige Druck, der von der Art, Feinheit, Drehung und Glätte des Fadens abhängt, erreicht maximal 0,25 MPa; für texturierte und gesponnene Fasern genügen 0,125 MPa. Den Schußeintrag durch das Webfach sichert ein spezieller Luftkanal (Konfusor), der

- die Gleichmäßigkeit des Luftstromes über die ganze Gewebebreite und damit
- die vollständige Eintragung des Schusses in das Webfach gewährt.

Der Konfusor ist zusammen mit dem Webblatt auf der Weblade befestigt, und das Kurbelgetriebe der Weblade sichert das Versenken des Luftkanals unter die Webebene beim Anschlagen des Schusses.

Die Überwachung der eingetragenen Schüsse sichert eine elektrooptische Abstellvorrichtung, die man abhängig von der Fühlerbefestigung und der Wahl der Speicherelementimpulse einstellen kann. Das bietet die Möglichkeit über die zulässige Länge eines kurzen Schusses oder über einen fehlenden Schuß im eingestellten Zeitabschnitt zu entscheiden.

Die Festigkeit und den Zusammenhalt der Gewebekanten sichert eine Rotationsdreher Vorrichtung, die mit einer Polyamidseide dtex 22, monofil, nach dem Prinzip des Zweifadendrehers arbeitet. Für die eigentliche Konstruktion der Gewebekanten gibt es keine besonderen Regeln mit Ausnahme der mehrstufigen Bindungen, wo man die Lockerung der Kanten verhindern muß.

Die Webebene ist durch eine durchgehende Stützleiste gegeben, die zugleich als Träger der Breithalter dient. Den Brustbaum bildet eine verstellbare Holzleiste. Das Gewebe wird über eine Warenabzugwalze, die mit einem schlichtefesten Raugummibelag versehen ist, geführt. Diese Walze wird durch den Warenregulator betätigt. Der Regulator ist leicht zu bedienen, gut steuerbar und funktioniert ausgezeichnet.

Der Bereich der Schußdichte ist bei den Stühlen P ZA 8 differenziert:

- 5 - 40 Schüsse pro 10 mm — Einstellung je einen Schuß;
- 40 - 60 Schüsse pro 10 mm — Einstellung je zwei Schüsse;
- 60 und mehr Schüsse pro 10 mm — Einstellung je drei Schüsse.

Die Warenaufwicklung erfolgt durch eine Zugvorrichtung auf einem Stahlrohr mit einem Durchmesser von 80 mm. Maximaler Durchmesser des aufgewickelten Gewebes ist 500 mm, was einer Länge von zirka 650 m Futterstoff mit einem Gewicht von 105 g pro Quadratmeter entspricht.

### 3. Materialien, die auf den P ZA 8-Düsenwebmaschinen verarbeitet werden

Auf den P ZA 8-Luftdüsenwebmaschinen werden vor allem Fasern aus regenerierter Cellulose mittlerer Nummern von 110 - 220 dtex verarbeitet, wobei man aber auch gute Resultate mit Materialien außerhalb dieses Bereichs erhält (Tab. 1).

Das Entscheidende für die erfolgreiche Verarbeitung ist die gute Qualität der Fasern der Kette, d. h. keine beschädigten Einzelfilamente, gute Schlichte und über-

**Tabelle 1: Übersicht über die auf der PZA 8 verarbeiteten Materialien**

Art des Materials	dtex	Anz. der Filam.	Filter	Drehung, Anzahl/m	Kette	Schuß
Viskoseseide glänzend und matt, geschleudert	84	24	3,5	90	xx	x
	84	30	2,8	90	xx	x
	110	24	4,6	90	xx	x
	133	24	5,5	90	xx	x
	133	24	5,5	40		x
	133	40	3,3	90	xx	x
	167	27	6,2	90	xx	x
	167	40	4,2	90	xx	x
	220	40	5,5	90		x
	330	60	5,5	90		x
Acetatseide glänzend	84	20	4,2	90	xx	x
	84	20	4,2	36		x
	110	26	4,2	90	xx	x
	110	26	4,2	36		x
	155	26	5,9	90	xx	x
	155	26	5,9	36		x
	155	26	5,9	GL		x
	167	26	6,4	90	xx	x
	167	40	4,2	90	xx	x
	167	40	4,2	GL		x
texturiert FT Triacetatseide	220	38	5,8	36		x
	250	42	5,9	90		x
	110	25	4,4	100	xx	x
	110	25	4,4	40		x
	155	35	4,4	50		x
Polyamidseide	155	35	4,4	90	xx	x
	167	35	4,8	50		x
	67	12	5,6	luftverw.	xx	x
	67	16	4,2	300	x	x
	67	16	4,2	130	xx	x
	110	24	4,6	130	xx	x
	133	32	4,2	luftverw.	xx	x
texturiert FT Polyesterseide	133	32	4,2	300	x	x
	220	32	6,9	ST		x
	67 × 1	16	4,2	90		x
	67 × 2	12	5,6	90		x
	50	12	4,2	400	x	x
	50	12	4,2	900	x	x
	84	24	3,5	300	x	x
texturierte FT Taslan	110	36	3,0	160	xx	x
	110	36	3,0	300	x	x
	150	36	4,2	160	xx	x
	150	36	4,2	300	x	x
	167	36	4,6	160	xx	x
	167	36	4,6	300	x	x
	84 × 2	24	3,5	200	xx	x
	110 × 2	36	3,0	200	xx	x
	150 × 1	36	4,2	200	xx	x
	150 × 2	36	4,2	200	xx	x
Polypropylen-seide	167 × 1	36	4,6	90		x
	167 × 2	36	4,6	90		x
	167 × 2	36	4,6	200	xx	x
	150	36	4,2	50		x
	150	64	2,3	550	xx	x
	84	25	3,4	0		x
	110	33	3,3	0		x
	220	66	3,3	0		x
	440	132	3,3	130		x
	84	25	3,4	300	x	x
110	33	3,3	300	x	x	
220	66	3,3	300	x	x	

Bemerkung: xx = es ist zu schlichten  
x = ohne Schlichten verarbeiten

haupt gute Vorbereitung zum Weben. Das ist bei den pneumatischen Düsenwebmaschinen dasselbe wie bei den Webmaschinen von Rütli, Sulzer oder Saurer.

Die Verarbeitung von synthetischen Materialien auf pneumatischen Düsenwebmaschinen ist bisher noch nicht üblich. Allerdings wird bei Mangel an Viskose-

seide der Übergang zu diesen Materialien beschleunigt. Die Versuche mit den ersten tausend Metern geben folgende Erkenntnisse:

- Geschlichtete Polyamidseide mit der Drehung 130 - 150 pro Meter oder luftverwirbelte Fasern, Feinheit 67 - 133 dtex,
- ungeschlichtete Polyamid- und Polyesterseide mit der Drehung 300 - 400 pro Meter in der Feinheit 44 - 167 dtex und
- geschlichtete und gewachste Polyesterseide, texturiert durch Luft oder FT, einfach und gezwirnt, mit der Drehung 90 - 200 pro Meter in der Feinheit 84 - 167 dtex,

kann man für verarbeitbar halten. Man findet aber auch schon heute Qualitäten, die diese angegebenen Grenzen überschreiten. Die Qualitäts- und Verarbeitungsbedingungen für den Schuß muß man nicht so genau festlegen.

Bei den Cellulosematerialien kann man die allgemeinen Forderungen aufstellen:

- genügend große Vorlage,
- reiner, unbeschädigter Faden,
- gleichmäßige Festigkeit und
- Auflage an Avivage im Bereich 3 - 5 % (Optimum 4 %).

**3. 1. Einige Konstruktionsprinzipien für Gewebe (Luftdüsenwebmaschine P)**

Die pneumatische Düsenwebmaschine ist relativ flexibel bezüglich der Fadendichten im Hinblick auf das verlangte Sortiment und auf die in der Kette zu verarbeitenden Materialien. Trotzdem muß man eine Beschränkung bei höheren Kettfadendichten wegen des Durchgangs der Fäden durch den Konfusor in Kauf nehmen.

Welchen Raum haben eigentlich die Kettfäden zur Verfügung (Abb. 1)? Die Abbildung 2 zeigt Möglichkeiten der Kettfadendichten. Die erreichbare bzw. optimale Kettfadendichte ist bei einer Leinwandbindung im Bereich von 44 bis 46 Fäden pro 10 mm in Abhängigkeit von der Art der benützten Faser. Je höher die Bindung und der Bindungsrapport ist, desto größere Kettfadendichten kann man benützen. Als obere Grenze gilt die Dichte, die 60 Fäden pro 10 mm überschreitet. Als Besonderheit gilt, daß beim Weben die Mehrheit der Kettfäden im Hochfach liegt. Die Werte, die

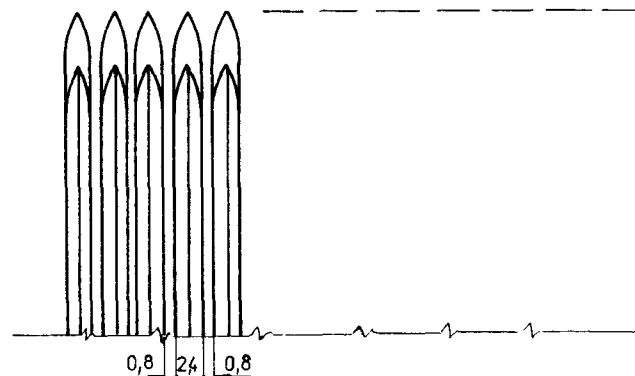


Abb. 1: Zwischenraum der Kettfäden

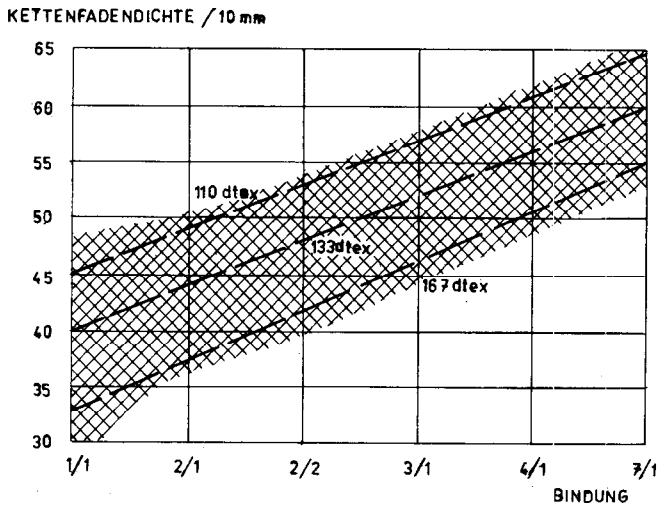


Abb. 2: Möglichkeiten der Kettfadendichte

im Diagramm angegeben sind, sollen nur als Richtlinie dienen, können aber in einzelnen Fällen überschritten werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß der größte Teil der Gewebe, die auf den Düsenwebmaschinen P hergestellt werden, den angegebenen Voraussetzungen entsprechen.

Die erreichbaren Schußdichten entsprechen der relativ leichten Konstruktion der Webmaschine. Bei Standardgeweben erreicht man die notwendige Dichte. Praktische Erfahrungen ermöglichen auch die Verarbeitung anspruchsvoller Materialien, wie z. B. Acetatseide für Lampenschirmgewebe:

- Kette: Acetatseide dtex 155/26/100, Dichte im Blatt 485 Fäden,
- Schuß: Acetatseide dtex 220/38/40, Dichte im Stuhl 216 Schüsse pro 100 mm, Leinwandbindung.

Manchmal begegnet man der Ansicht, daß für eine gute Verarbeitung die Bewegung und Stellung der Weblade im Moment des Anschlages bedeutsam ist. Manche Fachleute bewerten das gleichmäßige und voluminöse Aussehen der Gewebe sehr hoch, das diese durch die pneumatischen Düsenwebmaschinen erhalten.

### 3.2. Verarbeitung von texturierten Materialien auf pneumatischen Düsenwebmaschinen

So wie beim Seidenweben ergeben sich auch bei der Verarbeitung texturierter Materialien auf den P-Düsenwebmaschinen einige Besonderheiten.

Die Marktentwicklung und das Interesse der Konsumenten zeigen einen Trend zu texturierter Polyesterseide. Am wichtigsten sind FT-Materialien in niedriger und hoher Elastizität, aber auch lufttexturierte vom Taslantyp.

Aus der Erfahrung lassen sich folgende Grundsätze ableiten:

- Ketten aus texturierten Materialien erfordern eine Drehung von 150 - 200 pro Meter sowie gutes Beschlichten und Wachsen.
- Die Kettichte kann aber auch um 10 - 15 % niedriger sein als die für glatte Materialien empfohlene.
- Gute Resultate werden beim Weben von Köpern und von mehrbindigen Bindungen erreicht.

- Durch eine raue Fadenoberfläche wird der Faden vom Luftstrom besser erfaßt, sodaß der Druck des Luftertragmedium für den Schuß auf 0,12 - 0,17 MPa herabgesetzt werden kann.
- Bei manchen Geweben, vor allem auf größeren Docken, können die freien Enden der abgeschnittenen Schüsse die Kanten sehr stark verdicken. Durch das Abschneiden der Kanten ist dieses Problem zu lösen.

### 4. Gewebearten, die auf den P-Düsenwebmaschinen hergestellt werden

Auf P-Düsenwebmaschinen werden in einzelnen Webe-reien in verschiedenen Staaten etliche Gewebearten erzeugt. Die folgende Tabelle 2 kann daher nur die Hauptgruppen aufzeigen, die Flächengewichte geben den üblichen Variationsbereich an.

Die Konstruktion der Gewebe, die auf den P-Düsenwebmaschinen hergestellt werden sollten, setzt besondere Bedingungen voraus. Es geht dabei hauptsächlich um die Beachtung einiger Einschränkungen, beispielsweise der Kettfadendichte. Beim Einhalten der üblichen Grundregeln erreicht man gewöhnlich gute Resultate.

Tabelle 2: Hauptgruppen der Gewebearten, die auf P-Düsenwebmaschinen hergestellt werden

Material	Art des Gewebes	Masse pro m <sup>2</sup>
Viskose-seide, glänzend, matt, von Zentrifuge, Spule und Konti, mittel- und grobfaserig, dtex 84 - 330	Herrenfutterstoffe, Damenfutterstoffe, Galanterieerzeugnisse, Mischgewebe für Druck Unterlagengewebe	80 g
		200 g
Acetat- und Triacetatseide glänzend, matt, mittel- und grobfaserig, dtex 84 - 250	Damenfutterstoffe, Gewebe für Druck, Damenkreppkleiderstoffe, Damenköper, Gewebe für technische Zwecke	100 g
		200 g
Polyamid- und Polyester-seide, glänzend, matt, mit Drehung und texturiert, mittel- und grobfaserig, dtex 50 - 167 × 2	Futterstoffe, Unterlagengewebe, Gewebe für Kopf- und Halstücher, Blusen- und Hemden-gewebe, Damenkleiderstoffe, Kostümgewebe	50 g
		200 g
Polypropylenseide, glatt und texturiert, in Masse gefärbt, dtex 84 - 440	Futterstoffe, Mischgewebe für Futter-stoffe, Filtergewebe, Gewebe für technische Zwecke	60 g
		250 g

Die pneumatischen Düsenwebmaschinen können heute dank des technologischen Fortschritts einen ziemlich großen Teil des Sortiments von Filamentgeweben — besonders einschüssige mit Bindungsrapport bis zu 8 Schüssen — erstellen.

### 5. Technisch-ökonomische Charakteristik der Webmaschine

Da die technologischen Möglichkeiten der P-Luft-

düsenwebmaschine nun dargestellt wurden und das Sortiment der Gewebe aus Filamenten aufgezeigt wurde, sollen noch einige technisch-ökonomische Angaben folgen (Tab. 3).

**Tabelle 3: Technisch-ökonomische Angaben über die P ZA 8 Webmaschinen**

P ZA 8 Webmaschinen	Betriebstouren x min <sup>-1</sup>	Schußeintrag x min <sup>-1</sup>
Arbeitsbreite 1050 mm	400	420 M
Arbeitsbreite 1250 mm	400	500 M
Arbeitsbreite 1550 mm	350	542 M
Arbeitsbreite 1650 mm	350	577 M

Die effektvollen Leistungen, die man unter Betriebsbedingungen erreichte, waren beim Weben von Viskose- und Acetatseide 92 - 94 %, bei glatter Polyamid- und Polyesterseide 94 % und bei der Verarbeitung der texturierten Materialien nahe bei 90 %. Die angegebenen Nutzeffekte sind durch 1 - 2 Stuhlstillstände pro Schicht bedingt. Solche Ergebnisse werden tatsächlich in manchen Webereien erreicht.

Die Anzahl der Webstühle, die von einem Weber bedient werden, hängt von vielen Faktoren ab, auf die ich jetzt nicht eingehen kann. Beispielsweise werden in England 60 Stühle von einem Weber bedient. In der UdSSR liegt die Spitzenleistung bei 128 Düsenweb-

maschinen (im Darnisch Kombinat in Kiew), die von einer Weberin, einer Hilfsweberin und einem Webmeister bedient werden.

Die Lärmbelastung in Webereien, die mit P-Luftdüsenwebmaschinen arbeiten, liegt im Bereich von 85 bis 90 dB.

Ein weiterer Vorteil der pneumatischen Düsenwebmaschinen ist auch der niedrige Verbrauch von Ersatzteilen, der im Jahr die Höhe von 0,8 % des Maschinenwertes nicht überschreitet.

Wenn auch die Ansichten über die schräge Kettenführung noch immer geteilt sind, so sollen für diese Anordnung einige Argumente angeführt werden:

- sie entspricht der Konzeption der Exzentermaschine,
- sie ermöglicht eine schnelle Kettenkontrolle von der Bedienungsgasse aus,
- sie erleichtert das Kettfadenanknüpfen und den Einzug,
- sie spart viel Bodenfläche und
- sie beeinflusst das Arbeitsklima günstig.

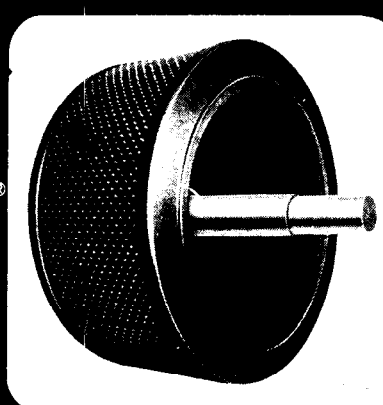
**6. Schluß**

Die pneumatischen Düsenwebmaschinen bestreiten einen wesentlichen Teil der Seidengewebeproduktion, und sie stellen eine ganz große Entwicklung in der Seidenweberei dar.

**SEMBONIT®**  
Hartgummi

**EROSTABIL®**  
Weichgummi

**SEMPRONIT®**  
Kunststoff



® = Eingetragenes Warenzeichen

**Korrosionsschutz — Erosionsschutz**

**SCHUTZAUSKLEIDUNGEN**  
für Behälter, Wasseraufbereitungsapparate, Filtertrommeln, Gewürzautoklaven, Scheuertrommeln, Rohrleitungen, Ventile, Pumpen, Siebtrommeln.

**STATIONÄRE GUMMIERUNGEN**  
für die chemische Industrie wie z. B. Bleich- und Stapeltürme, Vorratsbehälter etc.

**SEMPERIT**  
Aktiengesellschaft  
1041 Wien, Wiedner Hauptstraße 63  
Werk: 4021 Linz, Eduard-Sueß-Str. 19

## Nachreinigung von Thermosolfärbungen im Lösungsmittel

Dr. rer. nat. Jürgen Mecheels,  
 Dr. rer. nat. Jürgen Rieker  
 Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein,  
 Bönningheim

Im Gegensatz zur Vorreinigung und zu den Ausrüstungsprozessen hat sich die Lösungsmitteltechnologie in der Färberei noch nicht nachhaltig eingeführt. Dadurch kann beim Färben der Abwasser- und Energievorteil dieser Technik noch nicht ausgenützt werden.

Gerade bei der konventionellen Thermosolfärbung könnte jedoch durch geschickte Anwendung bekannter Methoden ein abwasser- und energiefreundliches Verfahren gestaltet werden, wenn es gelänge, außer der Vorreinigung (für die ja schon Lösemittel-Maschinen und -Verfahren existieren) auch die Nachbehandlung im Lösemittel durchzuführen; beim eigentlichen Thermosol-Färbeprozess fällt ja kein Abwasser an.

In ausführlichen Laboruntersuchungen konnten die Parameter geklärt werden, die anzusetzen sind, um eine Thermosolfärbung im Lösungsmittel nachzuwaschen und dabei die gleichen Reibechtheitswerte zu erreichen wie bei der konventionellen reduktiven Nachbehandlung aus wässrigen Flotten. Wegen der erforderlichen Warenlaufgeschwindigkeit müssen ganz kurze Prozeßzeiten eingehalten werden. Genügend schnelle Umsätze lassen sich mit dem Sprühverfahren erreichen, wodurch auch eine mechanische Beseitigung nichtgebundener Farbstoffteilchen erfolgt. Wesentliche Gesichtspunkte sind dabei die Sprühbedingungen und die Zusammensetzung der Lösungsmittelflotte; ein Wasserzusatz richtiger Konzentration ist unerlässlich.

Die Untersuchungen wurden auf eine Pilot-Anlage ausgedehnt. Dabei wurde unter Praxisbedingungen versucht, die Flottendurchsätze an den Sprüheinrichtungen möglichst zu begrenzen, um damit später in Großanlagen unverhältnismäßig hohe Pumpenleistungen zu vermeiden.

Mit den Untersuchungen konnten die verfahrenstechnischen Parameter für eine Erweiterung des Einsatzbereichs von Lösungsmittel-Vorbehandlungsmaschinen geklärt werden. Die bisherigen Untersuchungen beschränken sich auf Polyestergerewebe. Analoge Forschungsarbeiten an Polyester/Baumwoll-Mischartikeln werden folgen.

Contrary to pre-cleaning and finishing, the solvent technology has not become established in the dyeing plant yet. Therefore, the advantages of this technique with regard to energy and waste water cannot be utilized in dyeing.

Particularly in conventional Thermosol dyeing, however, an energy-saving process congenial to the environment could be developed by skillful application of well-known methods, if not only pre-cleaning (for which solvent machinery and processes exist already) but also post-treatment could be carried out in the solvent. During the actual Thermosol dyeing process, no waste water is produced.

In thorough laboratory tests, the parameters could be determined which must be used to rewash a Thermosol-dyed fabric in the solvent and obtain the same rubbing fastness as with conventional reductive post-treatment in aqueous baths. Because of the running speed required, very short processing times are necessary. By means of the spraying process, sufficiently rapid reaction is achieved and at the same time a mechanical elimination of any free dye particles. Important parameters are the spraying conditions and the composition of the solvent bath; addition of water to obtain the right concentration is essential.

Tests were extended to a pilot plant. Under conditions as they occur in the plant, it was attempted to keep the bath

through-put at the spraying equipment as small as possible, in order to avoid disproportionately high pump capacities in the industrial plants later on.

By means of these tests, the process parameters for an extended application of the solvent-pre-treatment machines could be determined. So far, tests have only been carried out on polyester fabrics. Analogous research on polyester/cotton blends will follow.

### 1. Textilveredlung aus Perchloräthylen — nur aus Umweltgründen?

Wasser wird immer teurer, noch mehr das Abwasser, und für den Schadstoffgehalt kommen bald noch zusätzliche Abgaben auf uns zu; in Deutschland schon 1981. Das ist eine schlechte Situation für die Textilveredlungsindustrie, die zu den höchsten Wasserverbrauchern in den Industrieländern gehört. In der BRD steht die Textilveredlungsindustrie hinsichtlich des Wasserverbrauchs und des Abwasseranfalls zum Beispiel an achter Stelle aller Wirtschaftszweige<sup>1, 2, 3</sup>.

Es ist aber nicht nur die Abwassermenge, sondern auch die Beschaffenheit, welche das Problem für diese Industrie verschärft. Eine Vielzahl von Farbstoffen und Hilfsmitteln mit ganz bestimmten, auch ökologisch wirksamen Eigenschaften, fallen bei den Verfahren an. In der Färberei zum Beispiel werden immer echtere und damit resistere Färbungen verlangt, die jedem biologischen und auch möglichst chemischen Angriff widerstehen sollen. Das tun sie natürlich auch bei der Abwasserklärung! Darüber hinaus sind Farbstoffe im Abwasser häufig ein Quell des Anstoßes, selbst wenn sie nach Schadeinheiten durchaus niedrig konzentriert sind. Farbstoffe sieht man eben im Wasser<sup>4</sup>.

Erfreulicherweise haben sich jedoch Forschung und Entwicklung in den letzten Jahren bevorzugt mit den Möglichkeiten zur Lösung oder wenigstens Reduktion des Abwasserproblems befaßt. Wo kann man grundsätzlich ansetzen? Prinzipielle Möglichkeiten zur Lösung des Abwasserproblems in der Textilveredlungsindustrie sind:

Abwasserreinigung:

- chemische Verfahren,
  - biologische Verfahren,
  - physikalisch-chemische Verfahren
- usw.;

Abwasserreduzierung:

- Kurzflottentechnik (diskontin.),
- MA-Technik (kontin.);

Abwasservermeidung:

- Lösemittelverfahren,
- Verfahrensteilschritte mit Lösemittel.

Natürlich kann man eine betriebseigene Abwasserreinigung durchführen. Ich will auf die Möglichkeiten hierzu nicht eingehen<sup>5-8</sup>, aber es ist erwiesen, daß für die Betriebsgröße und den Abwasseranteil der meisten mittelständischen Textilveredlungsbetriebe eine eigene Abwasserreinigung und -aufbereitung höchst unwirtschaftlich ist.

Mehr Erfolg verspricht man sich von den verschiedenen Methoden der Abwasserreduktion. In diesem Zusammenhang verweise ich auf die Kurzflottentechnik im Bereich des diskontinuierlichen Färbens<sup>9</sup>

und auf die Minimalauftragstechnik bei der Kontinuumbehandlung<sup>10</sup>. Andere Bemühungen mit diesem Ziel wurden unternommen und haben auch schon Erfolg gebracht. Trotzdem verringert die Abwasserreduktion nur das Problem, den Schadstoffgehalt der Abwässer herabzusetzen, und dabei wurde interessanterweise gefunden, daß man viele Rezeptzusätze ohne Verfahrensschwierigkeiten teilweise oder ganz einsparen kann.

Eine durchgreifende Lösung bringen aber Verfahren, die Abwässer ganz vermeiden. Erst kürzlich hat in Deutschland Staatssekretär Dr. G. Hartkopf beim Umwelttag der Textilindustrie die Erstellung solcher Verfahren zu einem besonderen Forschungsschwerpunkt erklärt<sup>11</sup>.

Dafür sind zur Zeit für die Textilindustrie nur zwei Wege gangbar:

- das Vermeiden von Veredlungsgängen überhaupt (zum Beispiel durch Kombination zweier oder mehrerer Verfahren) und
- die Textilveredlung aus organischen Lösemitteln; bisher fast ausschließlich aus Perchloräthylen praktiziert.

Der Stand der Technologie bei der Lösemitteltextilveredlung ist sicher bekannt. Ich verweise auch auf meinen Vortrag vor drei Jahren in diesem Hause<sup>12</sup>. Im Bereich der Vorreinigung (insbesondere von Maschinenwaren) und der Ausrüstung hat die Lösemitteltechnik bereits ihren festen Platz, und zahlreiche Anlagen zur Durchführung sind auf dem Markt<sup>13-21</sup>. Gefärbt wird aus reinem Perchloräthylen bisher in der Praxis nicht<sup>22-25</sup>. Dies hat bestimmte, hier nicht näher diskutierende Gründe, aber mit einer breiten Einführung ist auch in naher Zukunft nicht zu rechnen.

Bei der Textilbehandlung in Lösemittelflotten fallen praktisch keine schadstoffbelasteten Abwässer an. Bei der Rückgewinnung des Lösemittels bleiben relativ wenige feste oder pastöse Rückstände übrig, die ohne Schwierigkeiten zu beseitigen sind. Ausführliche Erfahrungen mit Praxisanlagen zeigen, daß die technischen Voraussetzungen für einen umweltfreundlichen Betrieb gegeben sind<sup>26-28</sup>.

Daß eine etwaige Sekundärbelastung durch Lösemittelverluste außerordentlich klein gehalten werden kann<sup>28-30</sup> und daß außerdem gute Verfahrensergebnisse erzielbar sind, hat sich ebenfalls gezeigt. Wo aber Lösemittelverfahren bisher in der Textilindustrie eingesetzt sind, beseitigen sie nicht nur Umweltprobleme, sie können manches Verfahren wirtschaftlicher gestalten als die Wassertechnologie<sup>31</sup>!

Ich will hierauf nicht näher eingehen, aber es seien doch einige Punkte angeführt, die bei Wirtschaftlichkeitsüberlegungen der Lösemitteltechnologie eine Rolle spielen:

- geringer Platzbedarf,
- Einsparungen an Energiekosten (insbesondere durch die sehr viel niedrigere spezifische Wärme und Verdampfungswärme von Perchloräthylen gegenüber Wasser),
- Einsparungen an Personalkosten,
- Wegfall von Abwasserkosten,
- geringe Frischwasserkosten,

- vielfach größere Warenschonung und
- gute Qualität.

Es hat sich gezeigt, daß das neue Verfahren vom Umweltgedanken initiiert wurde, aber entgegen vielen anderen Umweltmaßnahmen keineswegs zu zusätzlicher Kostenbelastung führen muß, ja sogar einen Wirtschaftlichkeitsvorteil bringen kann. Das müßte den Textilveredler eigentlich sehr beruhigen, denn im allgemeinen hört der Textilfachmann das Wort *Umweltschutz* nicht besonders gern. Er verschließt sich zwar keineswegs den echten und vertretbaren Forderungen, aber leider wird über Umweltschutz so viel Emotionales gesprochen — bis zur Phase des politischen *Umweltterrors*; das läßt ihn befürchten, daß ein Großteil der Kosten, die im Zusammenhang mit dem Umweltschutz auf ihn zukommen, nicht vernünftig, sondern politisch motiviert sind. Im Zusammenhang mit der Lösemitteltechnologie braucht er diese Problematik nicht abzuwägen; er kann Umweltprobleme überhaupt vermeiden.

## 2. Lösemittel für Verfahrensteilschritte

Wenn ich vorhin sagte, die Lösemitteltechnologie habe sich in der Färberei noch nicht eingeführt, so meine ich damit den eigentlichen farbgebenden Prozeß. Aber zum Färben gehört eine Vorreinigung und meist ein Spül- bzw. Nachreinigungsprozeß. In der Vorreinigung wird schon verbreitet mit Lösemitteln gearbeitet. Könnte man die Nachreinigung auch mit diesem Verfahren bewältigen, wäre ein großer Schritt zur Abwasserreduktion in der gesamten Färberei oder zur Abwasservermeidung in Verfahrensteilschritten getan. Denn meist wird zum Spülen von Färbungen das Mehrfache der Wassermenge verbraucht, die in der farbgebenden Stufe zum Einsatz kommt<sup>32</sup>. Außerdem sind diese Spülwässer auch noch durch Farbstoffreste und Hilfsmittel stark schadstoffbelastet.

Bei den diskontinuierlichen Färbeverfahren dürfte dieser Schritt allerdings mit einigen Schwierigkeiten verbunden sein, denn die Farbgebung selbst und das Spülen der Färbung erfolgt meist in der gleichen Maschine. Eine solche sowohl für den Wasser- als auch für den Lösemittelbetrieb auszuliegen, würde die Anlage doch sehr verteuern. Für den Spülprozeß die Maschinen jedoch zu wechseln, erfordert zusätzliche Investitionen.

Anders beim kontinuierlichen Färben: Die Farbstoffapplikation erfolgt in der Regel aus extrem kurzer Flotte und erzeugt praktisch kein Abwasser. Die Nachreinigung ist von der Applikationsstufe maschinell getrennt. Es ist also möglich, für die Nachreinigung statt der Wassermaschine eine Lösemittelmaschine zu verwenden. Wenn es dann noch gelänge, für die Nachreinigung der Färbung dieselbe Maschineneinheit einzusetzen wie für die Vorreinigung, wäre mit einer besseren Auslastung ein wirtschaftlicher Vorteil erzielt. Außerdem würde im gesamten Färbeprozess praktisch kein Abwasser mehr anfallen.

Der Vorteil des Kontinuumfärbens besteht außerdem gerade im kontinuierlichen und relativ schnellen Warendurchlauf. Hier können vor- bzw. nachgeschaltete Lösemittelmaschinen durchaus mithalten. Sie benötigen sogar für gleichen Warendurchlauf geringere Abmessungen und damit niedrigere Investitionskosten.



Die Vorteile einer Nachbehandlung von Kontinuerfärbungen im Lösemittel liegen also auf der Hand. Aber ist sie auch technisch durchführbar? Kann man mit vertretbarem technischem Aufwand die gleichen Ergebnisse, also die gleichen Farbechtheiten, erzielen wie bei der Nachwäsche in wässrigen Flotten? — Diese Fragen sind hochaktuell, und das Bekleidungsphysiologische Institut Hohenstein befaßt sich in seiner Arbeitsgruppe Textilveredlung mit möglichen Lösungen<sup>33-34</sup>.

### 3. Die Ablösung des unfixierten Farbstoffes

Bei kontinuierlichen Färbeverfahren wird der Farbstoff auf die Ware aufgeklotzt, und beim Fixieren dringt er in die Fasern ein. Der nur anhaftende Anteil liegt in der Regel in Form größerer aggregierter Partikeln vor. Je nach Färbeverfahren und Faser besitzt dieser eine unterschiedliche Wasser- bzw. Perchloräthylenlöslichkeit. Allgemeine Aussagen für alle denkbaren Kontinuerverfahren über die Lösemittelnachbehandlung sind also nicht zu erwarten. Wir untersuchten deshalb zunächst als einfachstes System die Nachbehandlung von Thermosolfärbungen auf Polyester material mit Perchloräthylenflotten. Dieses Verfahren wurde in der Praxis bisher nicht angewandt, auch nicht die Nachreinigung des etwas komplizierteren Systems Polyester/Baumwolle.

Die für Polyester verwendeten Dispersionsfarbstoffe besitzen aufgrund ihrer geringen Polarität eine gewisse Löslichkeit in Perchloräthylen. Ein Nachbehandlungsverfahren kann sich jedoch nicht auf das reine Lösen des Farbstoffes beschränken. Die aggregierten, mit Dispergator, Stell- und Hilfsmittelresten (diese meist wasserlöslich) verkrusteten und im Thermosolprozeß verhärteten Partikelchen reduzieren die Lösungsgeschwindigkeit so stark, daß in den für Kontinuerprozesse zur Verfügung stehenden Verfahrenszeiten keine befriedigende Ablösung erwartet werden kann. Vielmehr muß die Farbstoffpartikel durch Anwendung einer kräftigen Mechanik physikalisch vom Textil getrennt werden.

Dies haben wir zunächst im Laboratorium durch die Anwendung einer verschieden starken Mechanik bewiesen.

Für diese und alle folgenden hier beschriebenen Untersuchungen verwendeten wir Thermosolfärbungen mit C. I. Disperseblue 81, ein Anthrachinonfarbstoff. Der Erfolg der Nachreinigung wurde durch Ermittlung der Farbechtheiten konstatiert. Wir prüften zunächst die Wasser- und Waschechtheiten, die Bügel-, Lösemittel-, Trockenreinigungs- und Trockenhitzechtheit sowie die Reibechtheiten nach den gebräuchlichen DIN-Methoden. Doch schon zu Beginn der Arbeiten hat sich schnell gezeigt, daß lediglich die Reibechtheiten, trocken und naß, ein Problem darstellen. Sie geben allein ausreichend Aufschluß über die Wirksamkeit des Perchloräthylen-Nachreinigungsverfahrens.

So konnte nun auch der Einfluß der Mechanik bei der Lösemittelnachreinigung am Ausfall der Reibechtheiten studiert werden (Abb. 1). Die reduktive Nachbehandlung aus Wasser, also das konventionelle Verfahren, bringt Reibechtheitsnoten, trocken und naß, von 4 bis 5. Obwohl Färbeapparate als Folge der Warendurchströmung ja eine gewisse Mechanik auf-

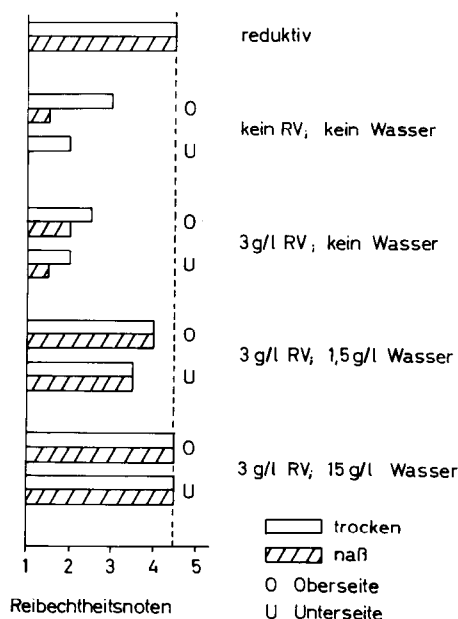


Abb. 1: Abhängigkeit der erzielbaren Reibechtheiten in der Lösemittelnachreinigung von der Verfahrensart (RV XIX 3 g/l; Wasser 15 g/l)

weisen, waren die Ergebnisse im zweckentfremdeten Multicolor nicht befriedigend. Mit Anwendung des Schüttelapparates bzw. des Büchi-Färbeapparates mit umlaufenden Kolben und Mitnehmern und einer Chemischreinigungsmaschine stieg die auf die Ware einwirkende Mechanik, und nahm auch die Echtheitsnote zu. Die besten Ergebnisse wurden jedoch mit einem Drucksprühverfahren erzielt. Dieses Sprühverfahren machten wir zur Grundlage unserer weiteren Untersuchungen<sup>31</sup>, weil es auch zugleich die einzige der hier studierten Methoden ist, die sich auf Kontinuerverfahren anwenden läßt.

Für Laboratoriumsuntersuchungen modifizierten wir daher einen Labor-Jigger durch den Einbau einer Flachstrahldüse (Abb. 2). Darin wurde der gefärbte und thermosolierte Prüfling aus Polyestergewebe endlos an der Düse vorbeigeführt, aus der er unter definierten Bedingungen mit der Nachreinigungsflotte besprüht wurde. Die Flotte selbst wurde aus einem Druckbehälter mittels Preßluft in die Düse befördert.

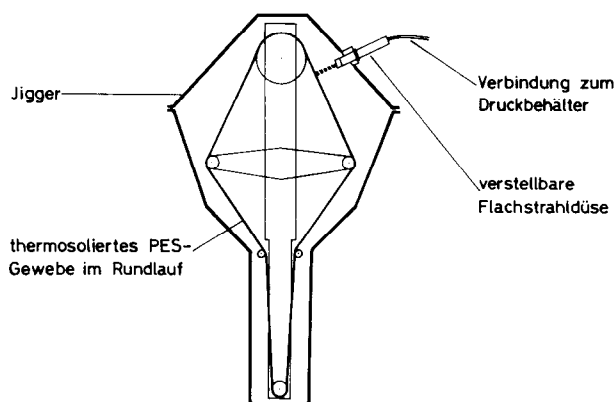


Abb. 2: Laborvorrichtung zur Untersuchung der Lösemittelnachreinigung nach dem Sprühverfahren

Es zeigte sich schnell, daß mit reinem Perchloräthylen ohne Zusätze kein befriedigender Nachreinigungserfolg erzielt werden konnte. Dies zeigt Abbildung 3. Auch der Zusatz eines Emulgators, ein sogenannter Reinigungsverstärker (RV), brachte keine Verbesserung. Die Reibechtheiten stiegen bei geringem Wasserzusatz an; denen bei der reduktiven (kontinuierlichen) Nachbehandlung waren sie aber erst mit 15 g/l Wasserzusatz ebenbürtig.

Damit sind die vorhin aufgestellten Arbeitshypothesen bestätigt: Das Anlösen muß durch Mechanik, also durch Übertragung von Energie auf die Ware, unterstützt werden. Die Inkrustationen der Farbstoffpartikeln durch wasserlösliche Bestandteile werden durch den RV-Wasserzusatz zum Perchloräthylen wirksam aufgebrochen.

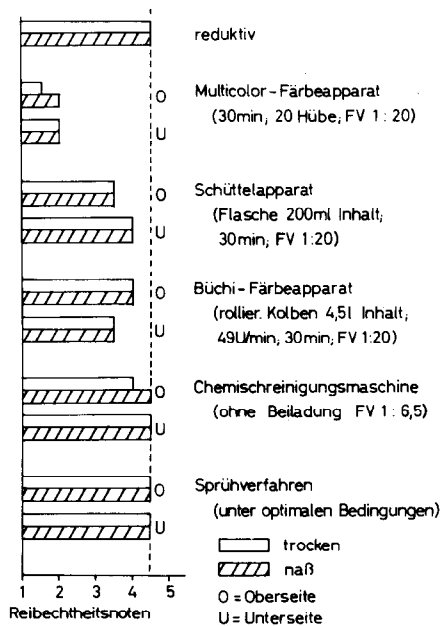


Abb. 3: Einfluß des RV- und Wassergehalts der Perchloräthylenflotte auf die Reibechtheiten von Thermosolfärbungen (4%ige Färbung, Düsendruck: 6 bar, Geschwindigkeit: 6m/min, Abstand Düse-Ware: 35 mm, Sprühwinkel: 60°, Besprühung und Prüfung: beidseitig)

#### 4. Optimierung des Sprühverfahrens

##### 4.1 Im Laboratorium

Nachdem sich die grundsätzliche Anwendbarkeit des Sprühverfahrens gezeigt hatte, mußte es optimiert werden. Es ergaben sich dabei zahlreiche Fragestellungen nach dem besten Sprühwinkel, der optimalen Düsenöffnung, dem Düsendruck und dem Abstand der Düse zur Ware. Es mußte die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Warengeschwindigkeit, Prozeßzeit und Anzahl der Besprühungsgänge geprüft werden. Bringen zusätzliche Tauchpassagen Vorteile? Genügt eine einseitige Besprühung oder muß von beiden Seiten behandelt werden? Reagieren andere Dispersionsfarbstoffe unterschiedlich zum zunächst verwendeten C. I. Disperseblue 81? Sind Farbstoffkombinationen schwerer auszuwaschen als Typfärbungen?

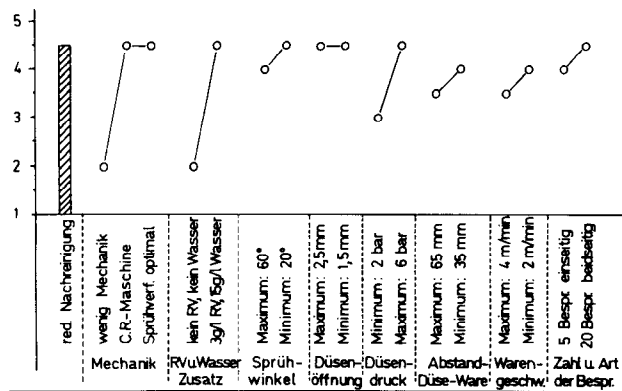


Abb. 4: Versuche im Labor; Einfluß der wichtigsten Einzelparameter auf die Reibechtheiten von Thermosolfärbungen (4%ige Färbung, C.I. Disperseblue 81)

Dies alles wurde in ausführlichen Untersuchungen experimentell überprüft. Es sollen hier keine Einzelheiten geschildert werden, sondern anhand der Abbildung 4 die Bedeutung vieler Einzelparameter, immer im Vergleich zur reduktiven, also wässrigen Nachbehandlung, aufgezeigt werden. Mechanik, Wasserzusatz und Sprühdruck haben, wie schon erwähnt, den größten Einfluß auf das Nachreinigungsergebnis. Der Sprühwinkel gibt zusammen mit dem Abstand zwischen Düse und Ware an, welche Textilfläche pro Düse erfaßt werden kann; ein sehr wichtiges Kriterium für die künftige Anwendbarkeit mit hohen Warengeschwindigkeiten, möglichst wenigen Düsensätzen und technisch machbaren Flottenzirkulationsmengen. Die ebenfalls auf die Flottenzirkulationsmengen erheblich einflußnehmenden Größen wie Düsenöffnung sowie Zahl und Art der Besprühung beeinflussen ebenso wie die Warengeschwindigkeit den Warenausfall weniger. Die Besprühung muß auf alle Fälle beidseitig erfolgen.

In Abbildung 4 sind bei jedem Parameter der jeweils beste und schlechteste der geprüften Werte als auf halbe oder ganze Noten gerundeter Durchschnitt zwischen den Trocken- und Naßreibechtheiten auf beiden Warensseiten aufgeführt.

Schließlich konnten im Laboratorium die folgenden optimalen Sprühbedingungen gefunden werden:

- Sprühwinkel: 60°
- Düsenöffnung: 2,5 mm
- Sprühdruck: 6 bar
- Abstand Düse - Ware: 35 mm
- Besprühung: beidseitig je 20mal

Das entspricht etwa 20 nachgeschalteten Sprühstellen pro Warensseite; die durch Sprühwinkel und Abstand von der Düse zur Ware bedingte resultierende Sprühbreite auf die Warenoberfläche beträgt 40 mm.

Schlußfolgerung: Die Nachreinigung von Thermosolfärbungen im Lösemittel unter Laborbedingungen ist realisierbar. Es können der reduktiven Nachreinigung ebenbürtige Echtheiten erzielt werden.

Trotzdem befriedigen die Ergebnisse im Hinblick auf die praktische Anwendbarkeit nicht. Bei 40 mm Arbeitsbreite pro Düse sind bei 180 cm Warenbreite 45 Düsen erforderlich. Bei 20 hintereinandergeschalteten Sprühstellen ergibt dies 900 Düsen pro Warensseite, beidseitig also 1800 Düsen. Bei 6 bar Sprühdruck und

2,5 mm Düsenöffnung ergibt sich eine Durchflußmenge von 5,1 l/min pro Düse, also im Hinblick auf die spätere Praxis 9180 l/min. Solche Größenordnungen sind wirtschaftlich nicht vertretbar und würden die Investitions- und Betriebskosten einer Lösemittelnachreinigungsanlage erheblich verteuern. In der Praxis sind Pumpenleistungen von etwa 1000 bis 1500 l/min gebräuchlich. Auch ist zu befürchten, daß durch den hohen Druck der auf die Warenoberfläche aufgespritzten Reinigungsflotte in der Praxis der Warencharakter, insbesondere bei Bauschartikeln, Schaden nehmen könnte.

4.2 Auf der Pilotanlage

In diesem Stadium der Untersuchung mußte nun auf möglichst praxisnahe Bedingungen übergegangen werden. Wir bauten für weitere Untersuchungen eine Pilotanlage, die in Abbildung 5 gezeigt ist. Nach dem Sprühaggregat läuft die Ware in eine Kontinuelösemittelreinigungsanlage Böwe C 400 ein, wo sie zunächst in einem Foulard abgequetscht und schließlich im Trockner lösemittelfrei erhalten wird.

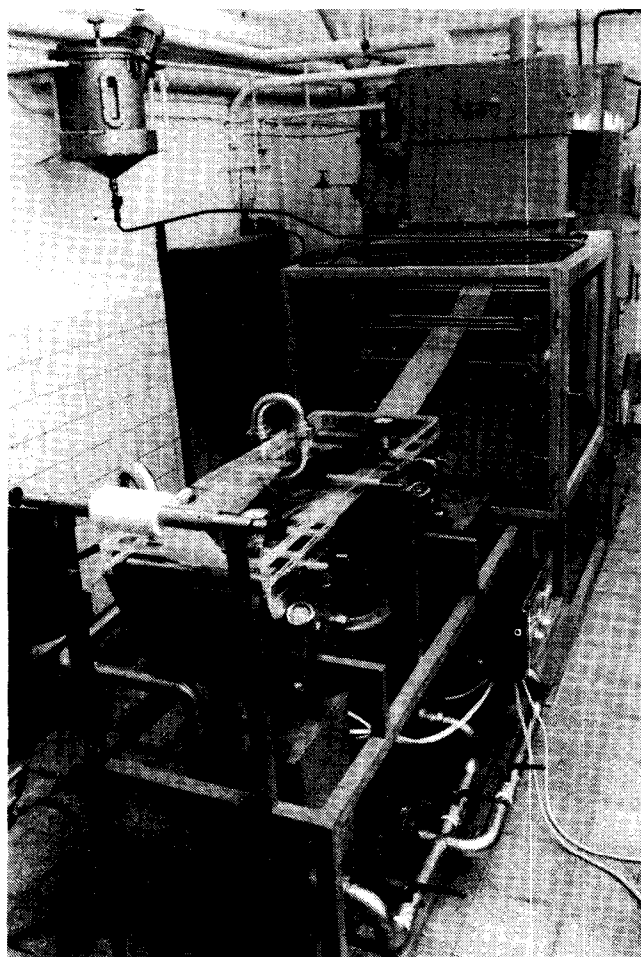


Abb. 5: Ansicht der Pilotanlage zur Perchloräthylennachreinigung von Thermosolfärbungen nach dem Sprühverfahren

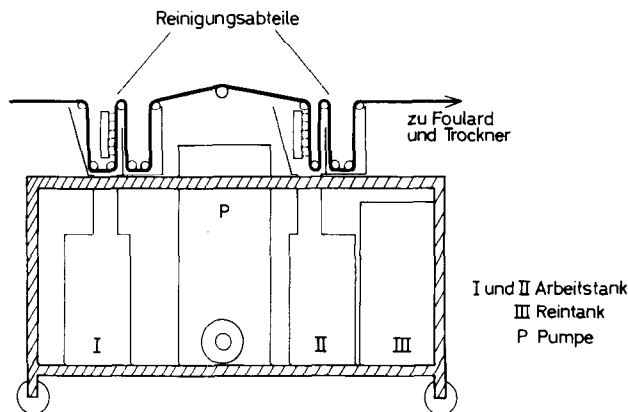


Abb. 6: Schematische Darstellung der Pilotanlage zur Perchloräthylennachreinigung von Thermosolfärbungen nach dem Sprühverfahren

Tauchsektion bestehen. In jedem der Reinigungsabteile wird eine der beiden Warensseiten besprüht.

Die Pilotanlage verfügt über zwei Arbeitstanks und einen Reintank sowie über eine Pumpe, die Sprühdruclce bis 7 bar regulierbar einzustellen erlaubt. Die Temperatur der Perchloräthylennachreinigungsflotte beträgt 40° C.

Die wichtigste Aufgabe der Pilotanlage war es, festzustellen, ob die Anzahl der nachgeschalteten Düsen, der Pumpendruck, die Düsenöffnung (damit also die umlaufende Flottenmenge) und die Warengeschwindigkeit in der Praxis möglichen Bedingungen angenähert werden können. Außerdem sollte geprüft werden, ob die Ergebnisse an C.I. Disperseblue 81 auch auf andere Dispersionsfärbungen und auf Mischfärbungen aus verschiedenen Farbstoffen sowie auf tiefere Töne übertragbar sind.

Zusammengefaßt sind die Ergebnisse in Abbildung 7 ebenfalls wieder als auf halbe bzw. ganze Noten gerundete Durchschnittswerte dargestellt. Am Anfang

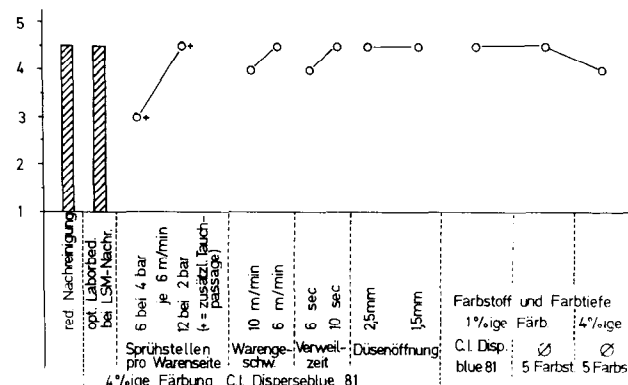


Abb. 7: Versuche auf der Pilotanlage; Einfluß der wichtigsten Einzelparameter auf die Reibechtheiten von Thermosolfärbung (1%ige und 4%ige Färbung verschiedener Farbstoffe)

Das Schema des Sprühaggregats ist in Abbildung 6 dargestellt. Es ist mit zwei Reinigungsabteilen ausgerüstet, die je aus einer Sprühsektion und einer

sind die Reibechtheiten bei der reduktiven Nachreinigung unter optimalen Laborbedingungen aufgeführt.

Von vornherein reduzierten wir bei unserer Pilotanlage die Zahl der nachgeschalteten Sprühstellen von 20 (im Laboratorium) auf 12 pro Wareseite. Mit 6 Sprühstellen werden die Ergebnisse unbefriedigend. Mit 12 Sprühstellen ist kein Abfall der Reibechtheiten gegenüber der reduktiven Nachreinigung zu verzeichnen, wohl aber bei einer Erhöhung der Warenlaufgeschwindigkeit von 6 auf 10 m/min; eine gewisse Verweilzeit bei der Sprühbehandlung darf nicht unterschritten sein. Sie beträgt in der Sprühzone bei 6 m/min 10 s, bei 10 m/min 6 s.

Die umlaufende Flottenmenge kann durch eine kleinere Düsenöffnung herabgesetzt werden. Überraschenderweise brachte eine Reduktion der Düsenöffnung von 2,5 mm auf 1,5 mm praktisch keine Verschlechterung der Reibechtheiten.

Schließlich überprüften wir die an dem Anthrachinonfarbstoff C. I. Disperseblue 81 gewonnenen Ergebnisse auch noch an folgenden Dispersionsfarbstoffen:

- C. I. Disperseyellow 198, Monoazofarbstoff,
- C. I. Dispersered 60, Anthrachinonfarbstoff,
- C. I. Disperseblue 94, Monoazofarbstoff,
- Schwarz, Mischung aus verschiedenen Farbstoffen.

Die auf halbe bzw. ganze Noten gerundeten durchschnittlichen Echtheiten entsprechen bei 1<sup>0</sup>/oigen Färbungen durchwegs denen der reduktiven Nachreinigung. Bei 4<sup>0</sup>/oigen Färbungen gehen die Echtheiten etwas zurück, was dadurch bedingt ist, daß das C. I. Disperseyellow und das Schwarz einen deutlich schlechteren Fixiergrad aufweisen als die übrigen Farbstoffe und somit bei der Sprühbehandlung mehr unfixierte Farbstoffpartikeln zu entfernen sind.

Als Ergebnis der Versuche auf der Pilotanlage kann

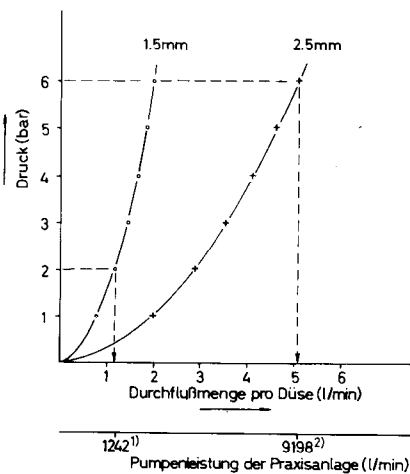
zusammenfassend folgendes gesagt werden: Durch Herabsetzung der Zahl der Sprühstellen, durch Reduzierung der Düsenöffnungen und des Düsendrucks ließ sich die pro Minute zirkulierende Flottenmenge unter Erhaltung guter Reibechtheiten erheblich reduzieren. Durch zusätzliche Tauchpassagen nach der Besprühung werden die Ergebnisse kaum beeinflusst.

Gewisse Farbstoffe, insbesondere bei tieferer Ausfärbung, bringen in der Lösemittelnachreinigung unter den Bedingungen der Pilotanlage Schwierigkeiten. Helle Färbungen lassen sich jedoch unbedenklich mit Perchloräthylen nachreinigen.

Wo wir jetzt hinsichtlich der Düsenanzahl und der zirkulierenden Flottenmenge stehen, soll Abbildung 8 zeigen. Für einen Druck von 6 bar, eine Düsenöffnung von 2,5 mm und für je 20 nachgeschaltete Sprühstellen pro Wareseite (1800 Einzeldüsen insgesamt für die Warenbreite von 180 cm) hatte sich aufgrund der Laborergebnisse eine Pumpenleistung von 9180 l/min ergeben. Eine Herabsetzung der nachgeschalteten Sprühstellen auf 12 pro Wareseite (= 1080 Einzeldüsen insgesamt) und der Düsenöffnung auf 1,5 mm, gemäß dem Vorgehen auf der Pilotanlage und 2 bar, verringert die erforderliche Pumpenleistung einer Praxisanlage auf 1242 l/min, ein praktisch durchaus realisierbarer Wert!

#### 4.3 Versuche auf der Praxisanlage

Die Untersuchungen dehnten wir selbstverständlich auch auf Praxisanlagen aus (Abb. 9). In der ersten verwendeten Anlage wird die Ware an vier Hochdruckdüsenrohren mit je 4 bar Sprühdruck und an



1) bezogen auf 180m Warenbreite u.12 Sprühstellen pro Wareseite (Pilotanlage)  
 2) bezogen auf 180m Warenbreite u.20 Sprühstellen pro Wareseite (Labor)

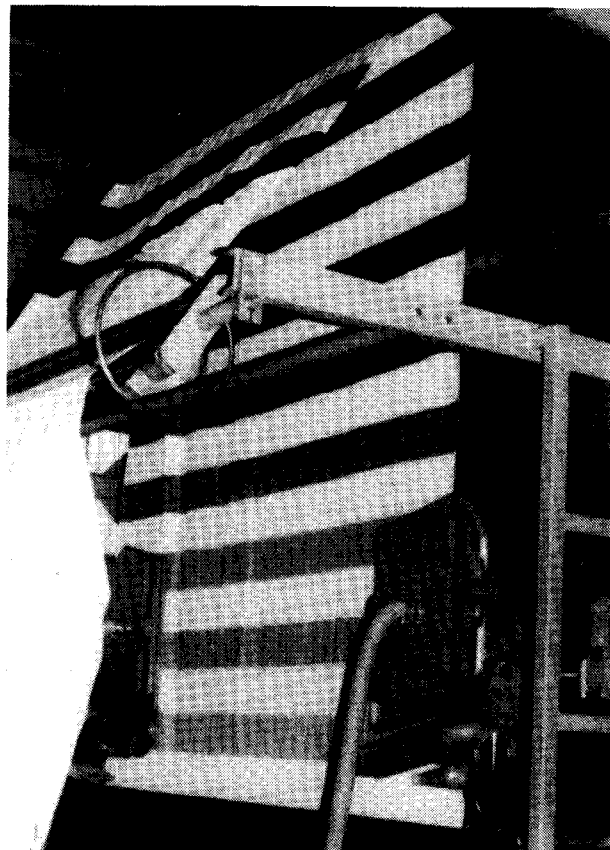


Abb. 9: Praxisanlage

Abb. 8: Abhängigkeit der Durchflußmenge bzw. Pumpenleistung von Sprühdruck und Düsenöffnung (Sprühwinkel 60°)

einem Niederdruckdüsenrohr mit 1 bar Sprühdruk vorbeigeführt. Mit der bisher als optimal erkannten Flottenzusammensetzung, d. h. in Gegenwart von 3 g/l Reinigungsverstärker und 15 g/l Wasser, werden bei allen 4%igen Färbungen Reibechtheiten erhalten, die bei der Note 4 oder darüber liegen. Eine Ausnahme bildet die tiefe Gelbfärbung mit C. I. Disperseyellow 198, die allgemein, auch bei der reduktiven Nachreinigung, etwas schlechter abschneidet. Die 1%igen Färbungen weisen durchwegs Reibechtheitsnoten von 4 — 5 auf.

Bei kritischen Farbstoffen läßt sich die Reibechtheit dadurch verbessern, daß man die Ware zweimal durch die Maschine laufen läßt. In diesem Fall passiert sie nicht nur 4, sondern insgesamt 8 Sprühstellen. Im Falle des C. I. Disperseyellow 198 erhält man so ebenfalls Noten von mindestens 4.

Bemerkenswert ist, daß an der Ober- und Unterseite praktisch die gleichen Noten gefunden werden, obgleich die Besprühung bei diesem ersten Praxisversuch nur einseitig, d. h. ausschließlich von der Oberseite her, erfolgte. Daraus ist zu schließen, daß die Besprühung in dieser Anlage von einer Seite schon so wirkungsvoll ist, daß sich eine beidseitige Besprühung und damit die Installation weiterer Sprühstellen erübrigt.

Die jetzt schon sehr zufriedenstellenden Resultate wurden noch weiter verbessert durch die Nachreinigung auf einer zweiten auf dem Markt befindlichen Lösemittelanlage. Auch hier erfolgte die Besprühung einseitig, jedoch aus 6 Hochdruckdüsenrohren mit je 4 bar und aus 2 Niederdruckdüsenrohren mit je 1 bar Sprühdruk. Ferner war zwischen je 3 Hochdruckdüsenrohren eine Flottenabsaugstation zwischengeschaltet. Die verbesserten Bedingungen wirkten sich vor allem bei der hellen und tiefen Färbung mit C. I. Disperseyellow 198 aus: Die Reibechtheitsnoten erhöhten sich gegenüber denen aus der ersten Anlage fast durchwegs um eine halbe Note, die Reibechtheiten der tiefen Gelbfärbung erhöhten sich meist sogar um eine ganze Note. Die Noten der übrigen Färbungen blieben entweder gleich oder erhöhten sich ebenfalls um eine halbe Note. Auch in der Praxisanlage bedeutet also die Erhöhung der Sprühstellenzahl eine Intensivierung der Farbstoffentfernung.

Eine Überprüfung der übrigen in der Praxisanlage erhaltenen Echtheiten (Wasser-, Wasch-, Bügel-, Lösungsmittel-, Trockenreinigungs- und Trockenhitze-fixierbarkeit) ergab, daß die durch Lösemittelnachreinigung erhaltenen Echtheitsnoten sowohl für die Änderung der Farbe als auch für das Anbluten des Begleitgewebes denen der reduktiven Nachreinigung entsprechen.

##### 5. Zusammenfassung

Am Beispiel der Thermosolfärbungen auf Polyester wurde gezeigt, daß Nachbehandlungsprozesse bei kontinuierlichen Färbeverfahren im Lösemittel Perchloräthylen unter Anwendung des Drucksprühverfahrens unter praktisch erreichbaren Bedingungen möglich sind. Damit sind Wege gezeigt, die abwasserintensive reduktive Nachreinigung durch abwassermeidende Prozesse zu ersetzen, die zudem noch wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Wassertechnologie versprechen.

Wenn auch die Vorreinigung aus Lösemittelprozessen durchgeführt wird, ergibt sich zusammen mit der praktisch abwasserfreien eigentlichen Farbgebung ein nahezu abwasserfreies Verfahren. Durch die mögliche Verwendung einer Maschine zur Vor- und Nachreinigung ist die wirtschaftliche Auslastung gewährleistet.

Daß dies möglich ist, zeigten erste Versuche in der Praxis. Beim heutigen Stand der Technik ist es ohne weiteres möglich, die von uns erarbeiteten Verfahrensbedingungen in der Praxis zu realisieren.

An unserem Institut ist eine neue Untersuchung angelaufen, welche die Lösemittelnachreinigung von Färbungen auf dem besonders interessanten Artikelgebiet Polyester/Baumwolle zum Inhalt hat. Die ersten Untersuchungsergebnisse sind erfolgversprechend, sodaß ich Ihnen in einiger Zeit sicherlich wieder Interessantes und Neues über das Gebiet der Lösemittelnachreinigung berichten kann.

##### Literatur:

- 1) E. Fritza: „Was bedeuten Abwasserabgabengesetz und Pauschaltabelle für die Textilveredlungsindustrie?“; Vortrag am 2.10.1975 bei der 19. Arbeitstagung des Deutschen Wollforschungsinstituts in Aachen.
- 2) H. v. Beckrath; Deutscher Färberkalender **72**, 199-206 (1968)
- 3) D. Fiebig, K. König; Text. Prax. **31**, 1322 - 1332 (1976)
- 4) F. Rüb; „Technik der industriellen Abwasserbehandlung“; Otto Krauskopf-Verlag S. 325 f. (1974)
- 5) W. Loy; Text. Prax. **28**, 174 - 176, 211 - 214, 263 - 265, 328 - 330 (1973)
- 6) K. R. Dietrich; Text. Prax. **31**, 648 - 649 (1976)
- 7) A. Wittbold; Melliand Textilber. **57**, 1022 - 1025 (1976)
- 8) P. Richner, B. Kerres; Melliand Textilber. **58**, 681 - 684 (1977)
- 9) J. Carbonell, H. Egli, M. Perrig; Melliand Textilber. **58**, 416 - 419 (1977)  
15 - 20 (1975)
- 10) M. Schwemmer, H. Bors, A. Götz; Textilveredlung **10**, 15 - 20 (1975)
- 11) G. Hartkopf, Staatssekretär Bundesministerium des Inneren: „Regierungsvorstellungen zur Umweltpolitik unter Berücksichtigung der Textilindustrie“; Vortrag am 23.5.1978 zum Umwelttag der Textilindustrie in Frankfurt/Main.
- 12) J. Mecheels, J. Rieker; Chemiefasern/Text. Ind. **25/77**, 1147 - 1156 (1975); Lenzinger Ber. **40**, 175 (1975)
- 13) M. Schuierer; Text. Prax. **29**, 835 - 837 (1974)
- 14) Anonym; Text. Prax. **29**, 834 - 835 (1974)
- 15) Anonym; Chemiefasern/Text. Ind. **25/77**, 68 - 70 (1975)
- 16) Anonym; Melliand Textilber. **57**, 593 (1976)
- 17) P. Senner; Melliand Textilber. **57**, 234 - 239 (1976)
- 18) H. U. v. d. Eltz, A. Reuther, R. Wassner; Text. Prax. **31**, 1339 - 1341 (1976)
- 19) W. Mey, J. Berger; Textiltechnik **27**, 30 - 34 (1977)
- 20) Anonym; Melliand Textilber. **59**, 79 (1978)
- 21) M. Gort; Melliand Textilber. **58**, 837 - 838 (1977)
- 22) H. U. v. d. Eltz; Melliand Textilber. **53**, 307 - 309 (1972)
- 23) H. U. v. d. Eltz; Textilveredlung **7**, 519 - 528 (1972)
- 24) W. Kothe; Melliand Textilber. **54**, 849 - 853 (1973)
- 25) J. Hilden; Melliand Textilber. **58**, 143 - 149 (1977)
- 26) J. Rieker; Chemiefasern/Text. Ind. **26/78**, 346 - 348 (1976)

- 27) J. Rieker; Hohensteiner Forsch. Ber. vgl. (33), 2/1975  
 28) J. Rieker; Hohensteiner Forsch. Ber. vgl. (33), 2/1976  
 29) Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben BCT 0019: „Beurteilung von FE-Projekten im Bereich umweltfreundlicher Technik; Erweiterung der Beurteilungsmethodik und Anwendung auf die Textilveredelungsindustrie“, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie von der Deutschen Gesellschaft für chemisches Apparatewesen e. V. (DE-CHEMA), Frankfurt/M., unter Mitwirkung des Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) der Fraunhofer-Gesellschaft e. V., Karlsruhe  
 30) J. Rieker; Melliand Textilber. 58, 502 - 510 (1977)  
 31) J. Rieker; Chemiefasern/Text. Ind. 27/79, 1122 - 1128 (1977)  
 32) E. Brenner, E. Ammann; Melliand Textilber. 58, 411-416 (1977)  
 33) J. Rieker; Hohensteiner Forsch. Ber. 1/1977; Herausgeber: Hohensteiner Institute, D-7124 Bönnigheim, Schloß Hohenstein; Redaktion: Abteilung Textilveredelung/Farbmessung  
 34) AIF-Forschungsvorhaben (Nr. 3645): „Anwendung der Lösemitteltechnik in der Nachbehandlungsstufe der Thermosolfärberei in bezug auf den Farbausfall und die Echtheitseigenschaften“.

## Diskussion

**Schlimpert:** In der Thermosolfärberei ist es üblich, vor allem Mischgewebe zu färben. Ich kenne eigentlich nur sehr wenige Betriebe, die sich mit dem Färben von reinem Polyester nach dem Thermosolverfahren beschäftigen. Dabei ist es üblich, die zwei Farbstoffkomponenten für den Polyester- und für den Celluloseanteil in einer Klotzstufe aufzubringen, zu thermofixieren und anschließend auf einer zusätzlichen Anlage den Farbstoff auf dem Celluloseanteil zu fixieren. Haben Sie Überlegungen angestellt, ob in diesem Fall eine Lösungsmittelreinigung, so wie Sie sie plädiert haben, überhaupt noch notwendig ist?

Reinen Polyester nach dem Thermosolverfahren zu färben, ist meiner Meinung nach sehr schwierig, da kein Träger vorliegt, der im ersten Moment die Farbstoffe auf dem Gewebe festhält; man müßte mit Verdickungen arbeiten, und daran scheitert meines Erachtens die Thermosolfärberei für reinen Polyester. Ich bin daher der Meinung, daß dieses Verfahren hauptsächlich für Mischgewebe (Polyester/Baumwolle, Polyester/Zellwolle u. dgl.) seine Bedeutung hat.

**Mecheels:** Diese Behauptung ist ganz richtig. Das Kontinuefärben von reinem Polyester ist um vieles unbedeutender als das Kontinuefärben von Mischtextilien. Wir wollten aber vorerst die grundlegenden Gegebenheiten an einem einfachen System studieren und nicht an einem komplizierten, wo Fasermischungen aus Fasern mit verschiedenen Eigenschaften vorliegen, für die auch zwei verschiedene Farbstofftypen benötigt werden. Die Schwierigkeiten, die wir bei diesem einfachen System gefunden haben, werden wahrscheinlich auch bei der Nachbehandlung von Mischtextilien auftreten. Interessant ist dieser Färbeprozess deshalb, weil er fast abwasserfrei verläuft und bei einer geschickten Prozeßführung sowohl von der Technologie als auch von der Maschinenseite her die Vorbehandlung und die Nachbehandlung auf einer Maschine durchgeführt werden kann; wohl bei Umfahrung einzelner Blöcke der Maschine, das ist klar, wodurch ein wirtschaftlicher Vorteil resultiert. Sie haben ganz recht, daß es ein gewisser Nachteil ist, daß wir reinen Polyester untersucht haben; hätten wir aber mit Polyester/Baumwollmischungen begonnen, dann hätten wir heute keinen Vortrag halten können, weil die Verhältnisse so kompliziert sind. Der Abschluß der Forschungsarbeiten für Mischtextilien ist aber erst Ende des nächsten Jahres geplant.

**Rieker:** Bei Forschung und Entwicklung soll man immer vom Einfachen zum Schwierigen fortschreiten. Wir wählen daher das System Polyester/Dispersionsfarbstoff als einfaches System, um Erfahrung zu sammeln. Unsere ersten Versuche, wie Herr Dr. Mecheels schon angedeutet hat, bei Polyester/Baumwoll-Mischungen sind ausgesprochen erfolgreich verlaufen. Ich bin aber überzeugt, daß sie nur deshalb so ausfielen, weil wir bereits Erfahrungen am einfachen System vorliegen haben. Wir waren uns durchaus im klaren, daß die Thermosolfärbung von reinem Polyester nie die Marktbedeutung erlangen kann wie die Kontinuefärbung von Polyester/Baumwoll-Mischartikeln.

**Schlimpert:** Es ist richtig, daß man sich im ersten Augenblick an das Einfache wagt, um in der Zukunft auch die schwierigen Probleme lösen zu können. Aber dieses System ist halt leider nicht praxisbezogen und geht daher vollkommen an der Sache vorbei.

**Herlinger:** Es wurde ja auch erst einmal das Rad erfunden und in der Folge dann das Auto, und wir sollten daher den Herren dankbar sein, daß sie diesen Weg gegangen sind und sich nicht durch Mißerfolge entmutigen ließen, die eingetreten wären, hätte man versucht, sofort 100 %ig praxisnahe Versuche auszuliegen.

**Schuierrer:** Die Mechanik ist notwendig, um den Farbstoff abzulösen und ihn aus dem vergrößerten Verband herauszuschlagen. Liegt der Farbstoff in Perchloräthylen gelöst vor oder als Pigment, als Partikel? Beeinflußt die Löslichkeit des Farbstoffes in Perchloräthylen den Wascheffekt?

**Rieker:** Wir können nur aus den Ergebnissen Schlußfolgerungen ziehen. Die Tatsache, daß wir Wasser benötigen, um genügend gute Reibechtheiten zu erhalten, zeigt, daß das Wasser einen Beitrag leistet, das heißt, daß das Wasser auf die Inkrustationen, in die die Farbstoffpartikeln eingeschlossen sind, anlösend wirkt. Diese Inkrustationen bestehen aus Dispergiermitteln und Stellmitteln, das heißt aus Substanzen, die auf Wasserbasis aufgebaut sind. Es ist daher anzunehmen, daß diese Inkrustationen durch das zugefügte Wasser angelöst bzw. aufgelöst werden und daß es erst diese Auflösung ermöglicht, daß das Lösemittel Zutritt zu den unfixierten Farbstoffpartikeln erhält.

**Mecheels:** Haben Sie an das Reinigen der Maschine nach dem Nachreinigungsverfahren gedacht?

**Schuierrer:** Nein. Sie benutzen die Mechanik, um den Farbstoff schließlich zu entfernen. Liegt der Farbstoff gelöst im Perchloräthylen vor, dann wäre die Waschwirkung auch von der Löslichkeit der Farbstoffe abhängig, werden aber die Farbstoffe auf mechanischem Wege abgelöst und verbleiben sie als feindispersierte Teilchen im Perchloräthylen, dann spielt die Löslichkeit der Farbstoffe im Perchloräthylen eine untergeordnete Rolle.

**Mecheels:** Wir haben einen Teil gelöst vorliegen, wir haben aber auch filtrierbare Rückstände. Die Maschine wird durch Nachreinigen mit Perchloräthylenwasser rasch sauber.

**Pabst:** Sie sprechen von 6 atü Behandlungsdruck. Wie liegen die Verhältnisse bei empfindlichen Artikeln? Haben Sie Erfahrung, wann diese Drucke noch anwendbar sind, ohne zu einer Qualitäts- und Strukturbeeinflussung des Textils zu führen?

**Mecheels:** Wenn man 6 bar verwendet, wie wir im Labor als optimal herausgefunden haben, besteht natürlich die Gefahr, daß zumindest empfindlichere Waren eine Schädigung des Warenbildes erhalten. Wir verwenden aber sowohl auf der Pilot-Anlage als auch auf der Praxisanlage nicht mehr 6 bar, sondern 4 bar, sodaß die Verhältnisse günstiger sind. Wir haben allerdings noch nicht mit einer Vielzahl unterschiedlicher Waren gearbeitet. Diese Sprühleistungen dürften aber zu keinen Schwierigkeiten führen.

**Pabst:** Können Sie die Artikel genauer definieren, die besprüht wurden?

**Mecheels:** Es handelte sich dabei um Webware.

**Rieker:** 4 bar sind bei Praxismaschinen durchaus gebräuchlich, und auch Artikel verschiedenster Struktur werden unter diesen Bedingungen vorgereinigt, ohne daß irgendwelche Beanstandungen dabei auftreten.

**Pabst:** Verwenden Sie Kernstrahldüsen oder Sprühdüsen,

die dann auf dem Textil selbst nicht die hohe Energie besitzen, die einem Ausgangsdruck von 6 bar entsprechen würden.

**Mecheels:** Es waren Flachstrahldüsen.

**Rakowski:** Welchen Verdicker haben Sie in der Klotzflotte verwendet? Haben Sie Alginat oder synthetische Antimigrationsmittel zugesetzt?

**Rieker:** Wir haben uns mit dieser speziellen Frage nicht näher befaßt. Ich kann Ihnen zwar nicht die chemische Konstitution des Verdickers nennen, aber ich kann Ihnen den Handelsnamen davon bekanntgeben.

**Herlinger:** Sie haben die Bezeichnungen der Farbstoffe mit Abkürzungen bekanntgegeben. Ich kann mir aber vorstellen, daß die verschiedenen Formierungsarten eines Farbstoffes bei verschiedenen Firmen zu verschiedenen Verkrustungen und verschiedenen Oberflächen führen können, die dann unterschiedlich aufbrechbar sind. Haben

Sie solche Untersuchungen durchgeführt, um hier Unterschiede festzustellen?

**Rieker:** Wir haben uns einstweilen — einzig und allein aus Zeitgründen — nur auf Sortimente eines Farbstoffherstellers beschränkt. Wenn wir auf das System Polyester/Baumwolle übergehen, werden wir selbstverständlich unsere Versuche wesentlich breiter streuen als bisher.

**Herlinger:** Ein Problem, das noch hereinspielen könnte, wäre die verschiedene Formierung der verschiedenen Dispersionsfarbstoffe.

**Mecheels:** Ich hätte noch gerne eine Bemerkung gemacht, da Sie Herrn Schuierer vorhin wegen der Trocknung angesprochen haben. Wir trocknen natürlich auch. Sie haben ganz recht, daß bei Temperaturen von 140°C, wenn Perchloräthylen noch vorhanden ist, Strukturveränderungen eintreten können. Solange aber ein relativ hoher Perchloräthylengehalt auf der Ware ist, erreicht diese Ware ja nicht 140°C beim Trocknen. Die Luft im Trockner aber mag schon 140°C haben.

## Golden-Touch-Polyester — eine neue Dimension bei Polyestergerarnen

D. J. Godehn, American Enka Comp., Asheville, N. C.

Golden-Touch® ist ein texturiertes Polyesterendlosgerarn mit einer viel größeren Feinheit als sie normale Filamente haben, z. B. 1,65 dtex pro Filament gegenüber einem normalen Polyester von 3,3 oder sogar 5,5 dtex pro Filament, und ergibt daher ein viel weicherer Bekleidungsgewebe, als zu erwarten ist. Überraschend ist, daß die Feuchtigkeitstransporteigenschaften, die den Tragekomfort der Kleider aus diesem Gerarn erhöhen, erstaunlich gut sind. Dieses Gerarn wurde mit einer sehr feinversponnenen Baumwolle gemischt und für Herrenunterwäsche und T-Shirts eingesetzt, wo das Mischgerarn einen beachtlichen Tragekomfort ergibt.

Es wurde ein umfangreicher Trageversuch durchgeführt, bei dem dieses Gewebe mit reiner Baumwolle und „normalem“ Polyester verglichen wurde. Der Test wurde bewußt in die warme Jahreszeit verlegt und enthält Aussagen bezüglich des Dochtverhaltens, der Tropfenaufnahmefähigkeit, der Verdampfungsgeschwindigkeit, des lotrechten Feuchtigkeitstransportes, der dynamischen Oberflächennässe usw.

Golden-Touch® is a textured filament polyester yarn with a much finer than normal filament size, e. g. 1,65 dtex per filament versus a normal polyester of 3,3 or even 5,5 dtex per filament. As such, it gives much softer apparel fabrics, which was expected. What was not expected was that the moisture transport properties which enhance the comfort of garments made from this yarn are unexpectedly good. This yarn has been mixed with a very fine spun cotton and placed in men's underwear and T-shirts where the combination yarn is remarkably comfortable when placed in these fabrics.

A large-scale wear test comparing this fabric with all-cotton and "normal" polyester was made. This test was run purposely during warm weather and presents data comparing these fabrics in terms of tests, such as wicking, drop absorbency, evaporation rate, perpendicular moisture transport, dynamic surface wetness, etc.

### Einführung

Zu der Zeit, als die meisten von uns ihre Laufbahn in der Textilindustrie begannen, stand diese noch unter der Vorherrschaft der natürlichen Fasern, wie Baumwolle, Wolle, Leinen und Seide. In den letzten drei Jahrzehnten konnten wir jedoch einen ausgesprochenen Aufschwung der künstlichen Fasern beobachten: Heute zählen drei Viertel aller Fasern, die in den USA verbraucht werden, zu ihnen, während es 1960 erst ein Viertel war.

Von all den künstlichen Fasermaterialien, die hergestellt werden, hat sicher Polyester, seitdem er uns zuerst als Stapelfaser in Mischungen mit Baumwolle gegenübertrat, um Wash-and-Wear-Textilien bessere Abnutzungs- und Trageeigenschaften zu verleihen, den größten Einfluß auf uns und unseren Lebensstil

ausgeübt. Der Erfolg von Polyester war so groß, daß der Verbrauch an künstlichen Fasern den von natürlichen Fasern im Jahre 1969 in den USA übertraf, wobei der Polyesterverbrauch den Hauptanteil besaß. Von 1960 bis 1970 stieg der Verbrauch an Polyester in den USA von 51 000 auf 653 000 Tonnen!

Die Seidenerzeuger, die sich auch nicht in den Schatten stellen lassen wollten, begannen ebenfalls, Polyester herzustellen; zuerst als Gerarn für Vorhänge und gestrickte Herrenhemden, später als Gerarn für Rundstrickstühle. So konnte von 1965 bis 1975 Polyesterseide ein noch erstaunlicheres Wachstum aufweisen. Bei einem jährlichen Wachstum von beinahe 45 % stieg der Verbrauch von 22 000 auf 546 000 Tonnen. Es war daher ein großer Schock, als im Jahre 1974 dieses Wachstum ein plötzliches Ende nahm. Die Ölkrise, eine Flaute in der Wirtschaft und Überkapazitäten waren die Ursachen.

Eine Entwicklung in dieser Periode ist von Interesse. In der Mitte der sechziger Jahre brachte I.C.I. ein interessantes Produkt auf den Markt, ein texturiertes und stabilisiertes Gerarn, das sie Crimplene® nannten. Dieses Gerarn war für Damenkleider geschaffen worden. Die ganze garnerzeugende Welt beeilte sich, dieses Gerarn zu imitieren und zu verbessern mit dem Resultat, daß in dem Jahrzehnt, in welchem Polyesterseide ein Wachstum von 1600 % aufwies, texturiertes und stabilisiertes Polyestergerarn einen erstaunlichen Zuwachs von 2800 % verzeichnete. Allerdings übersahen die Garnerzeuger und die Textilindustrie die Gleichförmigkeit des Materials; alle Garne wurden mit 5 den-Einzelfäden für die Texturierung hergestellt, das heißt 150 f 32, und alle unsere Kunden machten daraus Rundstrickware. Aus der Flaute von 1974-1975 haben wir gelernt, daß unsere Kunden Abwechslung wollen.

Es war auch nicht schwierig herauszufinden, was diesen Kunden gefiel. Sie wollten ein anderes Aussehen, einen weicheren Griff, natürlichere ästhetische Aspekte und einen behaglicheren Stoff, aber dennoch die guten Eigenschaften und den niedrigen Preis von Polyester. Eine neue Dimension für Polyester wurde dringend gebraucht.

Zu Ende der sechziger Jahre leiteten wir eine Forschungsstudie ein, um festzustellen, welche Faser diesen Ansprüchen genügen würde. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Gruppe von Erzeugnissen entwickelt, die von uns im Jahre 1974 eingeführt wurden. Es handelt sich um Garne mit einem Titer für Einzelfäden von ungefähr 1,5 anstatt 5,0 den, woraus wir beispielsweise 150 f 96-Garne anstatt der üblichen 150 f 32-Garne herstellten. Stoffe aus diesem Gerarn sind äußerst weich und angenehm im Griff, weshalb diese Garne das Warenzeichen Golden-Touch-Polyester bekamen.

Mit diesem 150 f 96-Garn entwickelte einer unserer Kunden, Spring City Knitting Mills, ein Material für Herrenunterwäsche, in welchem Golden-Touch-Polyester und 20 % Baumwolle enthalten ist. 1976 lancierte einer der größten amerikanischen Detaillere, nämlich Sears, Roebuck and Co., Kleidungsstücke aus diesem Material mit hervorragendem Erfolg. Obwohl diese Unterwäsche zu einem höheren Preis verkauft wurde, entwickelte sie sich bald zu einem der Hauptprodukte unter den Unterwäscheartikel von Sears, und zwar unter dem Sears-Warenzeichen Golden-Comfort (Abb. 1).

® Eingetragenes Warenzeichen der American Enka Co.



Abb. 1: Golden-Comfort-Inserat von Sears

Seitdem diese Kleidungsstücke auf den Markt kamen, ist das Verkaufsvolumen jedes Jahr höher geworden, was natürlich bedeutet, daß bis heute viele Leute diese Ware zum zweiten Mal gekauft haben, weil die Wäsche behaglich ist. Das ist zwar äußerst interessant, wir wollten aber diese Feststellung mit Versuchen untermauern und herausfinden, ob es möglich ist, dies durch physikalische Messungen zu erklären.

**Versuche und Prüfungstests**

Zuerst wollten wir uns darüber klar werden, ob diese Unterhemden wirklich *behaglich* sind — eine Aussage, die nicht definiert werden soll, sondern für diesen Vortrag als Wärmeempfinden, das man hat, wenn man sich in einer warmen Situation behaglich fühlt, erklärt werden soll. Im Zustand der Ruhe wird fast jeder Stoff als behaglich empfunden, wenn er nur etwas porös ist. Unbehagen kommt zustande, wenn der Stoffwechsel des Körpers mehr Wärme erzeugt, als abgeführt werden kann, und das Individuum wahrnimmt, daß ihm heiß wird. So stellten wir also eine sehr einfache Frage: Werden diese Hemden, die bei Normalgebrauch als behaglich empfunden werden, immer noch als behaglich gelten, wenn eine Person so energisch Sport betreibt, daß sie stark schwitzt? Das Ziel der Frage war also einschränkend, da die Reaktion der Sears-Kunden bereits den Unterhemden aus

Mischgarn mit feinen Einzelfäden gegenüber denen aus Baumwolle in einer *normalen* Situation den Vorzug gegeben hatten.

Im Mai und Juni 1978 wurde ein Tragetest im Rahmen eines Kurses für Leibesübungen durchgeführt. Nach 20 Minuten anstrengenden Leibesübungen folgte eine Pause von 5 Minuten und dann folgten weitere 20 Minuten Leibesübungen. Während der Übungen schwitzen die Teilnehmer stark. Jeder Testteilnehmer erhielt zwei Unterhemden für die zwei Übungsperioden, sodaß ein gepaarter Vergleich erhalten wurde. Der Entwurf des Experiments folgte dem Beispiel von H. H. David<sup>1</sup> (Tab. 1).

Tabelle 1: Anordnung des Experiments

Teilnehmer	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 12
P 1	1,2	1,3	1,4	2,3	4,3
P 2	2,1				
P 3	1,3				
P 12	4,3				

Unterhemden 1 - 4; balancierte komplette Blockanordnung; Gepaarter Vergleich - 6 Paare; einmal repliziert in umgekehrter Reihenfolge

Vier verschiedene Arten von Testhemden wurden benutzt, wobei die Anordnung des Experiments sicherstellte, daß jede Art während der Laufzeit des Experiments mindestens 20mal mit den anderen verglichen wurde und ungefähr 60mal während der einmonatigen Prüfungszeit getragen wurde. Jedesmal, nachdem ein Hemd getragen wurde, ging es in unser Labor zurück, wurde einem Standardwaschvorgang unterworfen (Waschmittel Marke *All plus*, Bleichmittel *Clorox*) und demselben Testteilnehmer wieder ausgehändigt. Gleich nach jeder Leibesübungsperiode bekamen die Teilnehmer einen kurzen Fragebogen ausgehändigt:

*Tragetestfragebogen*

Name: .....

Datum: .....

Bitte eine Antwort ankreuzen:

Hemd 1 Hemd 2

1. Welches Unterhemd ziehen Sie für diese Art von Tätigkeit vor?
2. Welches Hemd halten Sie für mehr absorbierend?
3. Haben Sie ein Desodoriermittel benutzt?
4. Welches Hemd war behaglicher?
5. In welchem Hemd haben Sie mehr geschwitzt?

worin sie ihre Ansichten bezüglich der an diesem Tag getragenen Hemden zum Ausdruck brachten. Die einzige ungewöhnliche Frage war eventuell die Frage Nr. 3, die beinahe als nachträglicher Einfall eingeschoben wurde, die aber interessante Ergebnisse brachte.

Die Tabelle 2 zeigt die Fasergehalte der vier Arten von Hemden, die von uns verglichen wurden. Wir haben bei dem vierten Hemd 3 den- anstatt 5 den-

**Tabelle 2: Fasergehalt der Hemden im Tragetest**

1. 100 % Baumwolle	24s CC-kardierte Baumwolle	} ge- zwirnt
2. 80/20-Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	1 Faden 150/96-Polyester 60 CC-kardierte Baumwolle	
3. 100 % Golden-Touch-Polyester	1 Faden 150/96-Polyester	
4. 100 % Polyester mit 3 den-Einzelfäden	2 Fäden 70/24-Polyester, gezwirnt	

Garn gewählt, weil wir sicher waren, daß in diesem Turnkurs 5 den-Einzelfäden nicht akzeptabel wären, während 3 den-Fäden noch annehmbar erschienen, was in der Tat auch der Fall war. Diese Hemden wurden von der Firma Spring City auf einer Wildman Einfach-Jersey-Maschine in 20er-Teilung und, abgesehen von den Unterschieden im Garn, so weit wie möglich in der gleichen Konstruktion hergestellt (Tab. 3).

**Tabelle 3: Konstruktion des Hemdenmaterials**

Unterhemd	Maschenreihen/ Stäbchen per cm	Gewicht g/m <sup>2</sup>	Dicke cm
Baumwolle	13 x 11	122	0,0074
Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	15 x 11	136	0,0079
Golden-Touch-Polyester	19 x 12	129	0,0083
Polyester mit 3 den-Einzelfäden	15 x 12	105	0,0074

Alle von Spring City Knitting Mills auf einer Wildman-Einfach-Jersey-Maschine in 20er-Teilung gemacht

Im Grunde genommen waren alle Konstruktionen gleich, bloß das Material aus 100 % Polyester mit 3 den-Einzelfäden, welches aus 140 und nicht aus 150 den-Garn gemacht war, war etwas leichter und hatte auch eine offenere Struktur, während das Hemd aus dem Mischgarn etwas schwerer war, da das gezwirnte Garn ein Gewicht von zirka 240 den besaß.

Vor der Durchführung des Tests waren wir uns des Resultats ziemlich sicher. Wir erwarteten, daß man das Hemd aus Polyester mit 3 den per Einzelfäden ablehnen und das aus 100 % Baumwollgarn bevorzugen werde und hofften, daß das Hemd aus Golden-Touch-Polyester/Baumwollmischgarn in der Nähe des aus Baumwolle eingestuft werden würde und daß das Hemd aus 100 % Golden-Touch-Garn in der Nähe des aus Polyester mit 3 den-Einzelfäden liegen würde.

Die Testergebnisse waren *beinahe* wie vorhergesagt. Die Bewertung der Hemden war ungefähr gleich nach den Fragen 1, 2 und 4, was man auch erwarten konnte, da sie auf verschiedene Weise nach dem Gleichen fragen. Bei Frage 5 lag die Sache anders; die Befragten bewerteten alle Hemden gleich, was anzeigt, daß die Testteilnehmer in allen Hemden stark schwitzten. Zusammenfassend wurde den in Tabelle 4 angeführten Hemden der Vorzug gegeben.

**Tabelle 4: Zusammenfassende Einstufung der Bevorzungen**

Art des Hemdes	Anzahl der bevorzugten Hemden	
	Testhemd gegenüber allen anderen	
Baumwolle	110	16
80/20-Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	65	59
Golden-Touch-Polyester	61	67
Polyester mit 3 den-Einzelfäden	14	109

Wenn man sich die Unterlagen für diese Zahlen näher ansieht, so findet man, daß dem Baumwollhemd der Vorzug gegeben wurde, wogegen das Hemd aus Polyester mit 3 den-Einzelfäden abgelehnt wurde.

Was uns jedoch sehr interessierte, war die gute Aufnahme der beiden Stoffe, die Golden-Touch-Polyester enthielten, und die fast gleiche Beurteilung der 80/20-Golden-Touch-Polyester / Baumwolle-Mischung bzw. des 100 % Golden-Touch-Polyester-Materials. In einem direkten Vergleich dieser beiden Hemden zogen 55 % die Mischung vor, während 45 % das 100 % Golden-Touch-Polyester-Hemd wählten. Anscheinend trug die Baumwolle weniger zur Behaglichkeit des Hemdes aus Mischgarn bei, als wir erwartet hatten, während die Herabsetzung des Einzelfadentiters von 3,0 auf 1,5 den eine entscheidende Verbesserung der besagten *Behaglichkeit* mit sich brachte.

Aus dem Test ging auch hervor, daß ungefähr die Hälfte der Teilnehmer ein Desodoriermittel oder Antitranspiriermittel während des Tests benutzten. Es war bemerkenswert, daß diejenigen, die kein Antitranspiriermittel benutzten, die 80/20-Mischung in einem meßbar größerem Ausmaß bevorzugten als diejenigen, die es benutzen. Die relative Bevorzugung der beiden anderen Stoffe blieb unverändert (Tab. 5).

**Tabelle 5: Bevorzugte Wahl von Desodoriermittelbenutzern gegenüber denjenigen, die ein solches Mittel nicht benutzen**

Art des Hemdes	Bevorzugte Wahl Teilnehmer	
	mit Desodoriermittel	ohne Desodoriermittel
Baumwolle	60	50
Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	29	39
Golden-Touch-Polyester	31	31
Polyester mit 3 den-Einzelfäden	8	6

Wir haben eine Anzahl von Stoffeigenschaften in Betracht gezogen, die in Situationen, wo man stark transpiert, von Wichtigkeit sind. Die vier, welche uns am wichtigsten erschienen, waren:

- Flüssigkeitsaufnahme,
- Luftdurchlässigkeit,
- Oberflächenglätte und
- Dochteffekt des Materials.

Unter Flüssigkeitsaufnahme verstehen wir die Fähigkeit des Stoffes, eine Flüssigkeit innerhalb der Faser zu absorbieren, nicht nur jene Flüssigkeit, die auf der Oberfläche der Faser oder in den Kapillarräumen haftet. Sie wird in Gramm/Gramm oder in Prozenten des Trockengewichtes ausgedrückt.

Die Tabelle 6 gibt die Flüssigkeitsaufnahme unserer Testmaterialien wieder, wobei die Fähigkeit der Baumwolle, Feuchtigkeit von der Haut aufzusaugen, klar ersichtlich ist. Sie gibt jedoch keinen Aufschluß bezüglich des geringen Unterschiedes im Wohlbehagen zwischen Mischgarn und 100 %-Golden-Touch-Polyester auf der einen Seite und zwischen Golden-Touch-Polyester und normalem Polyestergarn mit 3 den-Einzelfäden auf der anderen Seite.

**Tabelle 6: Flüssigkeitsaufnahme (Sekundärquellung)**

Stoff	% des absorbierten Wasser
Baumwolle	29,4
Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	9,8
Golden-Touch-Polyester	2,4
Polyester mit 3 den-Einzelfäden	1,9

fest, daß man sich vielleicht nicht immer klar darüber ist, daß die offenen Stellen besonders groß sein müssen, um ohne Wind einen wesentlichen Beitrag zum Atmungseffekt (des Stoffes) zu leisten. Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen diese Stoffe im durchfallenden Licht, woraus hervorgeht, daß die offenen Stellen nicht besonders groß sind.

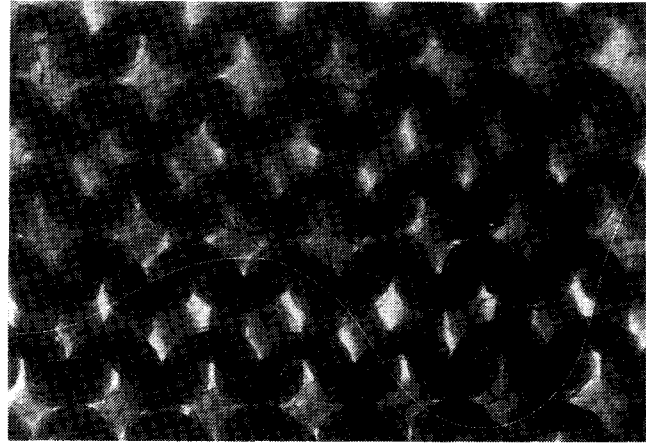


Abb. 3: Stoff aus 80 20-Golden-Touch-Polyester/Baumwolle (i. d. L.)

Weiters wurde die Luftdurchlässigkeit gemessen, da auch sie für die Behaglichkeit von Gewirken wichtig ist (Tab. 7).

Die Werte haben die umgekehrte Reihenfolge, als nach dem Testergebnis zu erwarten wäre, sodaß offensichtlich die größere Durchlässigkeit des leichteren Materials aus Garn mit 3 den-Einzelfäden von anderen Faktoren überlagert wird. Hollies<sup>2</sup> stellte schon

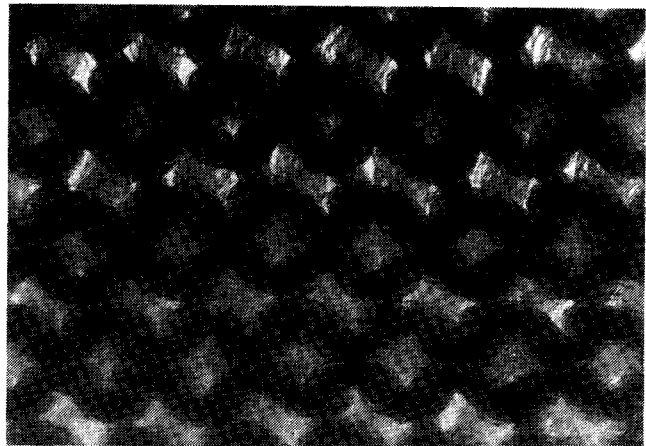


Abb. 4: Stoff aus Golden-Touch-Polyester (i. d. L.)

**Tabelle 7: Luftdurchlässigkeit (A.S.T.M. D-737)**

Stoff	Durchlässigkeit m <sup>3</sup> /min
Baumwolle	7,4
Golden-Touch-Polyester/Baumwolle	10,7
Golden-Touch-Polyester	10,4
Polyester mit 3 den-Einzelfäden	13,4

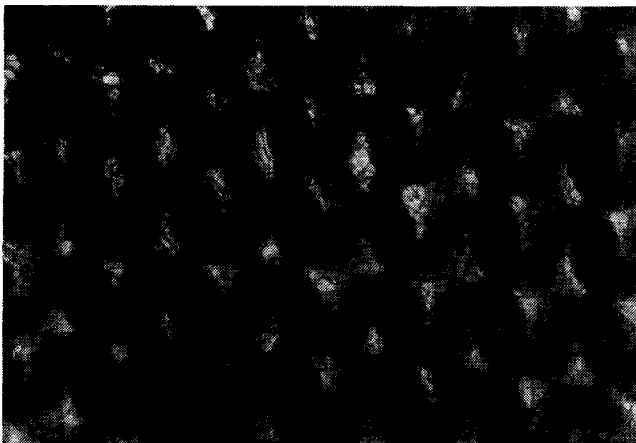


Abb. 2: Baumwollstoff im durchfallenden Licht (i. d. L.)

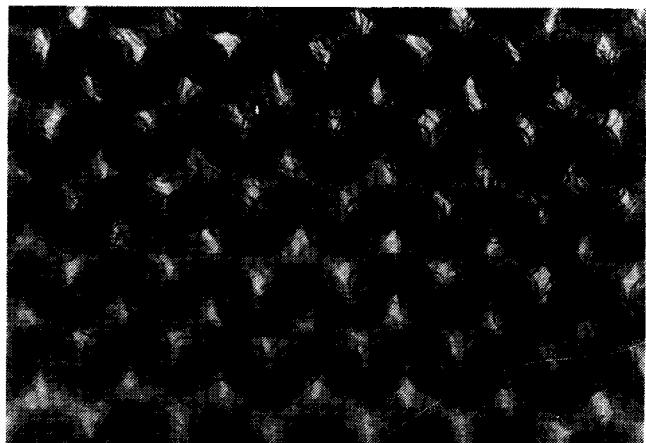


Abb. 5: Polyester mit 3 den-Einzelfäden (i. d. L.)

Die Luftdurchlässigkeit ist vor allem eine Funktion der Stoffstruktur und hat, wenn überhaupt, nur sehr wenig mit der chemischen Natur der Fasern zu tun. Ich glaube, daß man sie daher in dieser Untersuchung vernachlässigen kann.

Die Oberflächenglätte spielt in der Empfindung des Wohlbehagens bestimmt eine Rolle. Die Abbildungen 6 bis 9 zeigen diese Stoffe zu einer Kante gefaltet, aufgenommen mit einem transversierenden Elektronenmikroskop, während die Abbildungen 10 bis 13 die Oberfläche der gleichen Stoffe zeigen, aufgenommen mit einem transversierenden Stereoelektronenmikroskop.

Es ist klar ersichtlich, daß die Oberflächenrauheit oder Haarigkeit sehr unterschiedlich ist, was bedeutet, daß

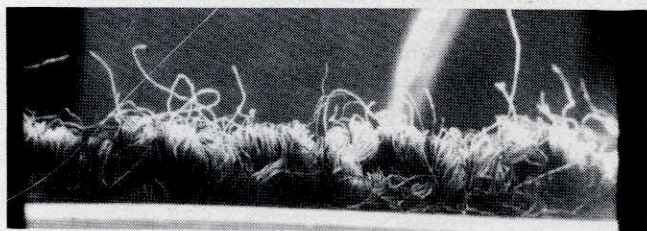


Abb. 6: Die Oberfläche von Baumwolle (Elektronenmikroskop)

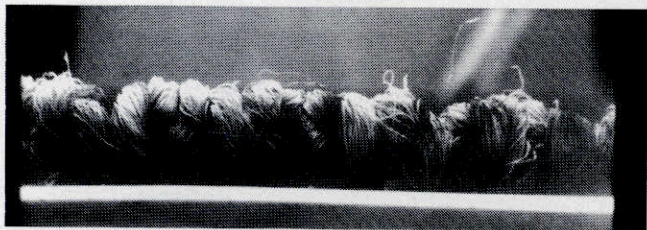


Abb. 7: Die Oberfläche von 80/20-Golden-Touch-Polyester/Baumwolle (Elektronenmikroskop)

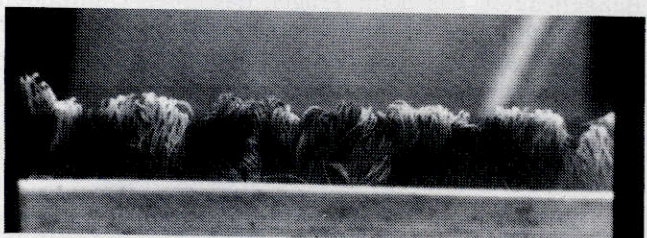


Abb. 8: Die Oberfläche von Golden-Touch-Polyester (Elektronenmikroskop)



Abb. 9: Die Oberfläche von Polyester mit 3 den-Einzel-fäden (Elektronenmikroskop)



Abb. 10: Die Oberfläche von Baumwolle (transversierendes Stereoelektronenmikroskop)



Abb. 11: Die Oberfläche von 80/20-Golden-Touch-Polyester/Baumwolle (transversierendes Stereoelektronenmikroskop)

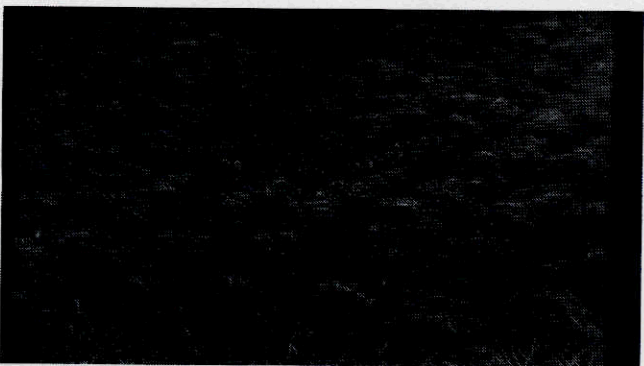


Abb. 12: Die Oberfläche von Golden-Touch-Polyester (transversierendes Stereoelektronenmikroskop)

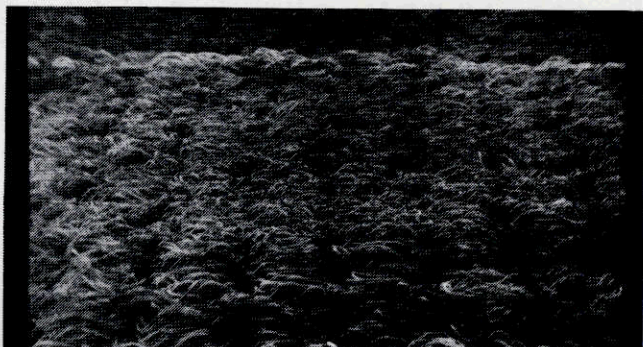


Abb. 13: Die Oberfläche von Polyester mit 3 den-Einzel-fäden (transversierendes Stereoelektronenmikroskop)

dies auch für die Menge des Stoffes in direktem Kontakt mit der Haut zutrifft. Leach<sup>4</sup> hat darauf hingewiesen, daß für den Gebrauch bei warmem Wetter die Kleidungsstücke behaglicher sind, die von der Haut ferngehalten werden, was bei Textilien aus Fasergarnen zutrifft. Hollies<sup>5</sup> hat am Beispiel von Baumwollhemden bewiesen, daß das Behaglichkeitsgefühl in einer warmen Umgebung eher erhalten bleibt, wenn der feuchte Stoff nicht zu sehr mit der Haut in Berührung kommt. Diese Erfahrungen beeinflussen also auch die Einstufung der Hemden durch die Versuchspersonen beim Tragetest.

Wir sind der Ansicht, daß der Dochteffekt die wichtigste Eigenschaft für das Gefühl des Wohlbehagens ist. Es werden auch etliche Polyestergerne in den USA mit einer Ausrüstung versehen, die den Dochteffekt verbessert; die bekannteste ist die Visa-Ausrüstung von Milliken & Co. Die Überlegungen gehen dahin, daß Stoffe mit einem größeren Dochteffekt imstande sind, die Feuchtigkeit vom Körper schneller und besser abzutransportieren, sodaß eine Verdunstung stattfinden kann, was vor allem bei übermäßigem Schwitzen von Bedeutung ist.

man die erhaltenen Resultate vorhersagen, da der Baumwollstoff erst mit beinahe 30% Wasser in jeder Längeneinheit gesättigt werden muß, bevor der Dochteffekt in der nächsten Längeneinheit auftritt.

Werden die Laboruntersuchungen des Dochteffektes mit trockenen Stoffen begonnen, so stehen eigentlich zwei Phänomene miteinander im Wettstreit, nämlich die Absorption und der Kapillartransport. Unter Bedingungen, wo man stark transpiriert, sollte aber die Geschwindigkeit des Dochteffektes mehr sagen, wenn die Fasern mit Wasser gequollen sind. Der Test wurde daher unter entsprechenden Bedingungen wiederholt, das heißt, die Muster wurden benetzt und zentrifugiert, um anhaftendes Wasser und das Wasser in den Kapillarräumen zu entfernen, und dann dem Test in der Annahme unterworfen, daß wir unter diesen Bedingungen nur die Geschwindigkeit des Kapillaraufstiegeffektes messen würden, ohne Beeinträchtigung von seiten des Absorptionseffektes. Wie die Abbildung 15 zeigt, erzielten wir ganz andere Ergebnisse.

Obwohl der Geschwindigkeitsunterschied für das 100%-Golden-Touch-Polyester und das Gefühl der

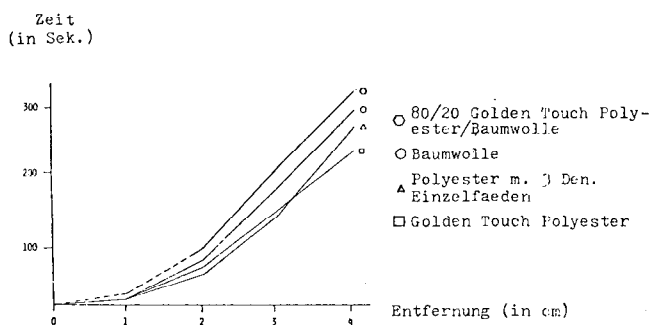


Abb. 14: Die Geschwindigkeit des Dochteffektes mit trockenen Gewirken

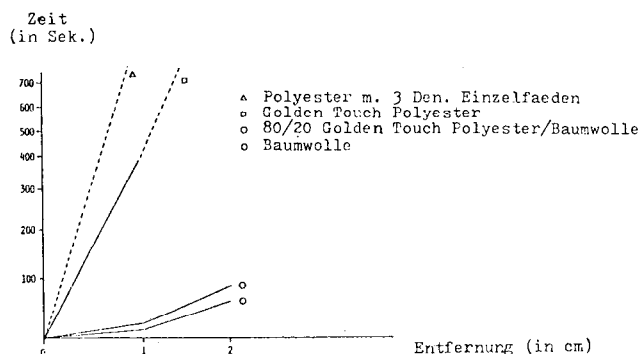


Abb. 15: Die Geschwindigkeit des Dochteffektes mit nassen Gewirken

Wir haben einen einfachen Test benutzt, um die Dochtwirkung dieser vier Gewirke festzustellen: Ein Streifen des zu prüfenden Stoffes wird in gefärbtes Wasser eingetaucht, und es wird die Zeit bestimmt, welche das Wasser benötigt, um eine vorbestimmte Höhe zu erreichen. Die Resultate werden grafisch in Abbildung 14 gezeigt. Das Diagramm zeigt Durchschnittswerte für die Absauggeschwindigkeiten in Längs- und Querrichtung der Stoffe. Die Zahlen zeigen, daß bei 1 Zoll (2,54 cm) Höhe der Dochteffekt bei allen Gewirken sehr schnell und fast gleich ist; erst bei 4 Zoll werden die Unterschiede deutlich. Überraschenderweise, zumindest was die Theorie anlangt, weist das Material aus 100% Baumwolle die langsamste Dochtwirkung auf und die 80/20-Mischung die nächstlangsamste, was etwas verwirrend ist. Auch Hollies<sup>3</sup> stellte fest, daß in direkten Laborvergleichen gefunden wurde, daß Gewirke aus 100% Baumwolle unter leicht schweißeregenden Bedingungen behaglicher empfunden werden als ihre Gegenstücke aus 100% Polyester. Verschiedene Versuche in unseren Laboratorien, die darauf ausgerichtet waren, Wiederholung oder Dochteffekt mit Behaglichkeit in einen Bezug zu bringen, waren erfolglos.

Wird die Sekundärquellung mit einbezogen, so könnte

Behaglichkeit, das beim Tragen desselben empfunden wird, noch immer nicht übereinstimmen, so sehen wir doch, daß unter diesen Bedingungen die Dochteffektgeschwindigkeit im feuchten Zustand mehr über das Gefühl des Wohlbehagens aussagt.

Abschließend möchte ich daraus einige Schlüsse ziehen: zwei solide und zwei etwas hypothetische.

Die Herabsetzung des Polyestereinzelfadentiters von 5 oder 3 auf 1,5 den in der texturierten und stabilisierten Seide resultiert nicht nur in einer Verbesserung der ästhetischen Aspekte, sondern ist auch verantwortlich für eine beachtliche Verbesserung des Tragekomforts von Kleidungsstücken aus Polyester sowohl bei normalem Gebrauch in Situationen der Ruhe als auch bei heftiger physischer Anstrengung.

Sowohl die ästhetischen Aspekte des Polyesters als auch das Gefühl des Wohlbehagens werden durch den Zusatz einer kleinen Menge von Baumwolle weiter verbessert. Obwohl es in diese Versuche nicht direkt einbezogen wurde, ist der Griff eines solchen Stoffes wesentlich angenehmer, vermutlich wegen der Gefühlsempfindung, die sich aus der haarigeren Oberfläche ergibt.

Anscheinend wird das Gefühl des Wohlbehagens beim

Tragen von Kleidungsstücken unter anstrengenden Bedingungen durch die Gegenwart eines Antitranspiriermittels beeinflusst. Wir haben diesen Effekt nicht weiter studiert, aber er wäre wohl eine eingehendere Untersuchung wert. Außerdem scheint das Gefühl des Wohlbehagens, wenn diese Kleidungsstücke direkt auf der stark transpirierenden Haut getragen werden, in direkter Beziehung zu ihrer Fähigkeit zu stehen, eine Dochtwirkung auszuüben. Der Test ermöglicht jedoch eine genauere Vorhersage, wenn er mit Stoffen ausgeführt wird, die bereits mit Wasser gequollen wurden, sodaß die Absorption durch Quellen die Messung des Kapillartransportes nicht beeinträchtigt. Die Gegenwart von Baumwolle fördert zweifellos die Fähigkeit, Feuchtigkeit zu transportieren, aber die zusätzlichen Kapillarräume, die in einem Bündel von 1,5 den-Einzelfäden, verglichen mit einem solchen aus 3 den-Einzelfäden, vorhanden sind, haben gleichfalls einen beachtlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Dochteffektes.

Es wurde eine Polyesterseide mit besserem Komfort und besseren ästhetischen Aspekten angestrebt, und durch Reduzierung des Einzelfadentiters, zusammen mit der Kombinierung dieses Produktes mit einer kleinen Menge gesponnener Fasern, wurde dafür eine erfolgreiche Lösung angeboten.

#### Literatur:

- 1) H. A. David: "The Method of Paired Comparisons" (Die Methode gepaarter Vergleiche); Griffin's Statistical Monographs and Courses, S. 111
- 2) N. R. S. Hollies: "The Schlieren Method Applied to Air Mixing in Clothing Spacer Systems" (Anwendung der Schlierenmethode auf Luftmischung in Kleidungszwischenraumsystemen); Clothing Branch Report No. 23, Textile Clothing and Footwear Division, Quartermaster Research & Development Center, Natick, Massachusetts, Juni 1961
- 3) N. R. S. Hollies und P. L. Hall: "Comfort Acceptable in Knit Structures" (Akzeptables Behaglichkeitsniveau in Wirk- und Strickwaren)
- 4) L. L. Leach: "Fibres, Fabrics and Body Comfort" (Fasern, Stoffe und körperliches Wohlbehagen); Can. Text. J. 74, 59—65 (1957)
- 5) N. R. S. Hollies: "Investigation of the Factors Influencing Comfort in Cotton Shirts" (Untersuchung der Faktoren, die das Behaglichkeitsgefühl beim Tragen von Baumwollhemden beeinflussen); abschließender Bericht, Contr. No. 12-14-100-7183(72), Southern Utilization Research and Development Division, U.S. Department of Agriculture, New Orleans, Louisiana, Mai 1965

#### Diskussion:

**Köb:** Dieser Vortrag hat uns wieder zu den Problemen der Bekleidungsphysiologie geführt, über die wir hier schon ausgiebig diskutiert haben. Detaillierte Erkenntnisse auf diesem Gebiet ermöglichen es uns, Einsatzgebiete zu erobern, die vorerst nur unzureichend betreut werden konnten.

**van Krimpten:** Ist dieses Material Golden-Touch/Baumwolle (80/20) nicht sehr teuer? Denn auch die Baumwolle, die verwendet wurde, scheint eine sehr teure Sorte zu sein.

**Godehn:** Es ist eine gekämmte Baumwolle und keine kardierte; ein sehr feines Garn (90 den), daher ist sie natürlich teuer, das stimmt schon. Bei Sears wurden die Artikel zu einem hohen Einführungspreis angeboten, waren aber trotzdem rascher als die regulären Bekleidungsartikel verkauft. Zum Unterschied von Europa ist Baumwolle in den USA sehr, sehr teuer, aber die Zugabe von nur 20 Prozent einer teuren Baumwolle zu einem relativ billigen Polyester erhöht die Kosten nicht sehr.

**van Krimpten:** Der Baumwollpreis wird aber in diesem Fall doch stark von der Verarbeitung bestimmt.

**Godehn:** Das Kämmen, das Spinnen und das Fachen ist bei der Baumwolle in diesem Fall nicht billig, da haben Sie recht; es ist ein sehr teures Garn.

**van Krimpten:** Sie haben Materialien mit verschiedenen Gewichten getestet, was ich vom physiologischen Standpunkt aus nicht für ganz realistisch halte, wesentlich erscheint mir dagegen die Prüfung der Luftdurchlässigkeit. Vor einiger Zeit stieß ich auf eine Arbeit, in der berichtet wurde, daß es einen Unterschied gäbe zwischen der Luftpermeabilität und der Wasserdampfpermeabilität. Haben Sie hierzu einige Messungen durchgeführt?

**Godehn:** Nein, solche Messungen haben wir nicht durchgeführt. Unsere Arbeiten sind noch lange nicht abgeschlossen, sie sind erst im heurigen Jahr begonnen worden, und erst im Juni, als es richtig warm wurde, wurden die Trageversuche gemacht. Wir hatten daher nicht genügend Zeit, um die umfangreichen Versuche, wie wir sie gerne durchgeführt hätten, abzuschließen. Ich möchte allerdings unterstreichen, daß bei gestrickten Strukturen die Luftpermeabilität ohne Wind nur dann sehr wichtig ist, wenn die Maschen groß sind. Bei unseren Untersuchungen waren aber diese Zwischenräume nicht sehr groß, sodaß es nicht zu einem Durchblasen des Windes durch das Material kam. Die Wasserdampfpermeabilität würde sicher sehr wichtig sein, wir haben sie allerdings nicht gemessen.

**Däfler:** Sie sagten, daß Sie Ihre Materialien mit einem Produkt der Firma Milliken behandelten, das die Benetzbarkeit beeinflusst und in den USA geläufig ist. Haben Sie auch versucht, Ihre Materialien mit richtigen Laugen zu behandeln, wie sie bei der Merzerisierung eingesetzt werden, oder mit kationischen Substanzen, um die Oberfläche des Polyesters teilweise zu entfernen und dadurch den Griff des Materials zu beeinflussen?

**Godehn:** Das wird aber eine lange Antwort: Wir sind sehr bemüht, den Komfort von Polyester zu verbessern. Wir haben uns den Millikenprozeß angeschaut und dabei festgestellt, daß dieser den Feuchtetransport stark beeinflusst. Wir haben aber auch Polyester mit Laugen behandelt; auch diese Behandlung beeinflusst den Feuchtetransport. Was wir aber noch nicht gemacht haben, ist ein Trageversuch, der uns die tatsächliche Auswirkung dieser Behandlung auf das Wohlbefinden einer Person veranschaulicht. Wir wissen, daß wir den Feuchtetransport beeinflussen können, ob aber dadurch das Bekleidungsstück komfortabler wird, können wir nicht beweisen.

Unsere nächsten Versuche werden darauf abzielen, Golden-Touch, diesen feintitigen Polyester, roh, so wie er hier vorliegt, mit verschiedenem behandeltem Polyester zu vergleichen, um festzustellen, ob da noch eine zusätzliche Verbesserung erzielt werden kann. Das haben wir bisher noch nicht gemacht.

**Morvay:** Werden spezielle Waschvorschriften für diese Polyesterbekleidung gegeben?

**Godehn:** Diese Bekleidungsstücke wurden mit einem normalen Waschmittel mit Chlorbleiche gewaschen und gespült. Bei der Entwicklung der Bekleidungsstücke dachten wir, daß es notwendig sein werde, Antistatika und Weich-

macher nach dem Waschen aufzubringen, und das taten wir auch. Was passierte aber: Die Antistatika wirkten als Substantivfarbstoffe für die Baumwolle und machten sie gelb. So mußten wir von neuem beginnen, denn es war unmöglich, ein gelbes Hemd aus Golden-Touch/Baumwolle mit einem weißen Polyesterhemd zu vergleichen.

Dabei hatten wir schon einige Erfahrungen. Vor einigen Jahren führten wir nämlich Trageversuche bei Strumpfhosen durch. Die Ergebnisse, die den Sitz und den Komfort je nach Größe beurteilen sollten, waren lange Zeit unerklärbar. Endlich stellten wir fest, daß die Trägerinnen weder den Komfort oder den Sitz der Strumpfhose beurteilten, sondern einzig und allein die Farbe. Daher beschlossen wir, daß alles in einer Farbe sein müßte und

haben daher nichts anderes gemacht, als diese Materialien mit einem einfachen Waschmittel mit Chlorbleiche normal zu waschen.

**Morvay:** Bei welcher Temperatur?

**Godehn:** Nach amerikanischer Gepflogenheit wird heute bei 40° C gewaschen.

**Köb:** Die 1,5 den-Filamente sind sicher empfindlicher beim Tragen und Waschen als beispielsweise 3,0 den-Fäden. Gibt es dadurch keine Probleme beim Tragen?

**Godehn:** Das feintitrige Polyesterfilament führt natürlich zu einem weicheren Stoff. Es ist ein teures Garn, und ich würde es niemals für Arbeitsbekleidung empfehlen. Es wird vor allem zu Luxusartikeln verarbeitet, wo Ästhetik einen größeren Wert spielt als Dauerhaftigkeit.

## Eignung verschiedener Prüfverfahren für texturierte Filamentgarne zum Nachweis von Texturierungsunterschieden

Dr. W. Stein

Institut für textile Meßtechnik, Mönchengladbach

Zur Produktionskontrolle in der Texturierung werden — neben dem Strick- und Anfärbetest — in großem Umfang Kräuselkontraktionsprüfverfahren eingesetzt. Die verschiedenen in der Praxis üblichen Methoden arbeiten sämtlich mit Garnsträngen, unterscheiden sich im übrigen aber hinsichtlich der Prüfbedingungen. Während diese Verfahren nur einen Mittelwert der Kräuselung für die im Strang enthaltene Garnlänge liefern, läßt sich mit der Kräuselkraftmessung am laufenden Faden auch eine Aussage über die Ungleichmäßigkeit der Kräuselung erzielen. Eine andere Methode zur Charakterisierung der Kräuseligenschaften ist die Messung des Bauschvolumens. Weiterhin werden zur Kontrolle texturierter Garne Schrumpfbzw. Schrumpfkraftmessungen und statische Zugversuche eingesetzt.

Wieweit sich die genannten Prüfmethode zum Nachweis unterschiedlicher Texturierbedingungen bzw. auch von Texturierfehlern eignen, wurde durch parallele Anwendung auf entsprechende Versuchsgarne ermittelt. Bei diesen Garnmaterialien handelte es sich um Polyester- und Polyamidgarne, die mit stufenweise variierten Texturierbedingungen hergestellt worden waren. Es zeigt sich, daß die einzelnen Texturierparameter, wie Drehung, Fixiertemperatur oder Voreilung, sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Meßergebnisse besitzen. Zwischen den Kräuselkontraktionsprüfverfahren bestehen deutliche Unterschiede hinsichtlich der Absolutwerte und der Ansprechempfindlichkeit auf veränderte Garneigenschaften. Allgemeingültige Umrechnungsfaktoren für die Ergebnisse der verschiedenen Verfahren können nicht angegeben werden.

Beside the knitting and dyeing test, crimp contraction tests are widely used through out the texturing industry. The various methods employed worldwide use yarn skeins, differ however with respect to the testing conditions. Though these tests give only a mean crimp value for the total yarn length contained in the skein, informations about the crimp evenness over the yarn length can be obtained with the continuous crimp force measurement "on the running thread". Measuring the bulk volume is another method of assessing the crimp properties of a textured yarn. Furthermore, shrinkage and shrinkage force tests as well as tensile tests are used for quality control purposes in the texturing mill.

In order to find out, to which extent such test methods are suitable to detect changes in the processing conditions of textured yarns, they were applied to special test yarns. These are polyester and polyamide yarns made under stepwisely varied texturing conditions. It is shown that factors like yarn twist, setting temperature, overfeed etc. influence the measuring results in a different way. There are also clear differences between the results of the crimp contraction tests with respect to the absolute value and the sensitivity to changed yarn properties. No general factors for converting the results of one test method to those of another can be given.

Charakteristische Merkmale eines texturierten Garns sind sein hohes Bauschvolumen, das ihm einen faser-garnähnlichen Charakter verleiht, sowie eine mehr oder weniger ausgeprägte Längselastizität. Hinsichtlich dieser Garneigenschaften bestehen weitreichende Variationsmöglichkeiten einerseits durch Anwendung verschiedener Texturierverfahren und andererseits durch die bei den einzelnen Verfahren möglichen Veränderungen der Herstellungsparameter, z. B. der Drehung oder der Fixiertemperatur beim Falschdraht-texturieren<sup>1-2</sup>. Solche Veränderungen können auch ungewollt infolge fehlerhafter Maschinenfunktionen und unzureichender Kontrollen eintreten und sind dann die Ursache entsprechender Garnfehler.

Vor allem bei den in ihrer Struktur relativ lockeren Maschenwaren hängen die für die Beurteilung der Ware maßgebenden Eigenschaften, wie Flächengewicht, Volumen, Griff, Biegesteifigkeit, elastisches Verhalten und besonders die Gleichmäßigkeit des Warenbildes, wesentlich von den texturierbedingten Eigenschaften des eingesetzten Garnmaterials ab.

An Prüfverfahren für texturierte Filamentgarne sind daher folgende Anforderungen zu stellen:

1. Die Abweichungen der Garnherstellungsbedingungen müssen in den Prüfergebnissen mit genügender Deutlichkeit zum Ausdruck kommen.
2. Aus den Meßergebnissen sollte eine Voraussage auf die Eigenschaften der aus dem Garn herzustellenden Flächengebilde möglich sein.
3. Die Prüfung fehlerhafter Garne bzw. die aus einer fehlerhaften Ware herauspräparierten Garnabschnitte sollten Hinweise auf die Fehlerursache liefern.

Aus der Literatur und aus der Praxis sind zahlreiche Verfahren bekannt, die sich für die drei genannten Anwendungsbereiche mehr oder weniger gut eignen. Es existiert jedoch kein universelles, allen Anforderungen genügendes Verfahren.

Für die Produktionskontrolle in der Texturierung gilt im wesentlichen die unter 1. genannte Aufgabenstellung. Hier werden — neben dem Strick- und Anfärbetest — in großem Umfang *Kräuselkontraktionsprüfverfahren* eingesetzt. Die verschiedenen in der Praxis üblichen Methoden arbeiten sämtlich mit Garnsträngen, unterscheiden sich im übrigen aber hinsichtlich der Prüfbedingungen<sup>3-16</sup>. Während diese Verfahren nur einen Mittelwert der Kräuselung für die im Strang enthaltene Garnlänge liefern, vermittelt die *Kräuselkontraktionskraftmessung* am laufenden Faden auch eine Aussage über die Ungleichmäßigkeit der Kräuselung<sup>17-19</sup>.

Wieweit sich Prüfmethode zum Nachweis von Unterschieden in den Texturierbedingungen und damit auch von Texturierfehlern eignen, läßt sich durch die Anwendung dieser Methoden auf Garne feststellen, die sich in ihren Herstellungsbedingungen in definierter Weise voneinander unterscheiden. Als Testgarne dieser Art wurden im Rahmen der hier behandelten Untersuchungen Polyester(PES)-Setgarne sowie Polyamid 6(PA 6)-HE-Garne mit abgestuften Texturierdrehungen, Fixiertemperaturen und Voreilungen hergestellt. Die Garne wurden folgenden Prüfverfahren unterworfen:



**1. Kräuselkontraktionsprüfung nach DIN 53 840**

Dieses in Abbildung 1 schematisch wiedergegebene Prüfverfahren gliedert sich in folgende Schritte:

- Herstellen eines Garnstranges mit einem Gesamttiter von ca. 2500 dtex,
- Heißluftentwicklung der Garnkräuselung,
- Entwicklungstemperatur: 120° C (PES, PA),
- Zustand des Garnstranges während der Wärmebehandlung: frei hängend,
- Entwicklungsdauer: 10 Minuten,
- Messen der Stranglängen  $l_g$ ,  $l_z$ ,  $l_f$  und  $l_b$  unter den in Abbildung 1 angegebenen Bedingungen,
- Errechnung der Einkräuselung, Kennkräuselung und Kräuselbeständigkeit.

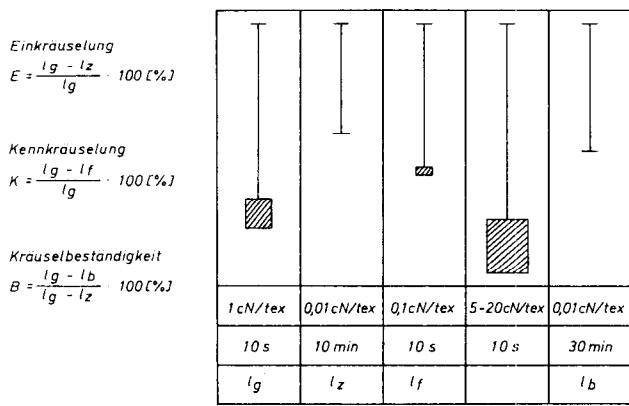


Abb. 1: Kräuselkontraktionsprüfung texturierter Filamentgarne nach DIN 53 840

Variationsmöglichkeiten bestehen bei diesem Verfahren u. a. hinsichtlich der Entwicklungsbedingungen. So kann die Heißluftentwicklung bei höheren oder niedrigeren Temperaturen und auch mit zusätzlicher Belastung des Garnstranges durchgeführt werden.

Alle im folgenden beschriebenen Untersuchungen nach dem DIN-Verfahren wurden mit einem automatischen Kräuselkontraktionsprüfgerät Texturmat (Textechno, Mönchengladbach), durchgeführt.

**2. Andere Kräuselkontraktionsprüfverfahren**

Neben dem Verfahren nach DIN 53840 wurden weitere mit Garnsträngen arbeitende Prüfverfahren eingesetzt. Diese sind nachfolgend unter Verzicht auf Detailangaben kurz erläutert.

**2.1 Kräuselkontraktionsprüfung nach Heberlein**

Der wesentliche Unterschied gegenüber der DIN-Methode 53840 besteht darin, daß die Kräuselentwicklung des Garnstranges in heißem Wasser (PES: 95° C, PA: 70° C) erfolgt. Die Messung der Stranglängen unter verschiedenen Belastungen zur Ermittlung der Kräuselkontraktion (KK) wird, anschließend an die Entwicklungsbehandlung, zunächst an dem noch nassen (gestreckte Länge), dann an dem getrockneten Garnstrang (kontrahierte Länge) vorgenommen. Weitere Kräuselkennwerte sind bei diesem Verfahren der Elastic-Pull (EP) und die Kräuselbeständigkeit (KB).

**2.2 HATRA-Test**

Bei der Prüfung von PES wird der Garnstrang zunächst einer Vorentwicklung in 80° C warmem Wasser unterzogen. Anschließend erfolgt die Messung der Stranglängen unter großer und kleiner Belastung in einem mit Wasser von Raumtemperatur gefüllten Behälter. Daraus errechnet sich die sogenannte Pre-Bulked Crimp Rigidity (CR). Bei PA entfällt die Vorentwicklung.

**2.3 Tube-Test**

Der Garnstrang wird in ein enges Glasrohr eingezogen, unter vorgegebener Belastung auf konstante Länge geschnitten und in dieser Form in kochendes Wasser eingegeben. Der als Retraction (R) bezeichnete Meßwert ergibt sich aus der Bestimmung der kontrahierten Stranglänge.

**2.4 Kräuelschrumpfungprüfung der Firma Hoechst AG**

Bei diesem Verfahren wird die kontrahierte Länge des Garnstranges unter entsprechend geringer Belastung vor und nach einer Heißluftbehandlung bei 130° C ermittelt. Aus den gemessenen Längen errechnet sich der Kräuelschrumpfung ( $S_{130}$ ).

**3. Prüfung am laufenden Faden**

Zur Ermittlung der Kräueleigenschaften über die Fadenlänge wurde ein Dynafil<sup>17-19</sup> eingesetzt (Abb. 2). Bei diesem Gerät wird der Faden im entkräuselten Zustand, d. h. unter einer Zugkraft von z. B. 2 cN/tex, einer von 2 Galetten gebildeten Meß-

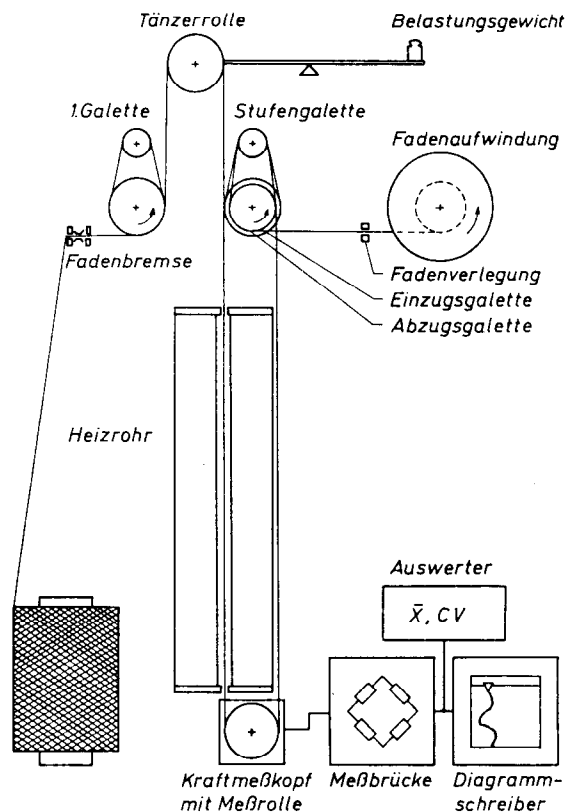


Abb. 2: Prüfung am laufenden Faden (Prinzip Dynafil)

strecke zugeliefert. In der Meßstrecke erfährt der Faden eine durch den Durchmesserunterschied der Galetten vorgegebene Verkürzung bei gleichzeitiger Erwärmung. Als Maß für die Kräuseleigenschaften des Garns dient die thermisch ausgelöste Kontraktionskraft (KKK), die über eine Meßrolle auf einen Kraftaufnehmer wirkt und von einem Diagrammschreiber aufgezeichnet wird. Mit Hilfe eines on-line angeschlossenen, programmierten elektronischen Tischrechners besteht die Möglichkeit, Mittelwert und Variationskoeffizienten der Meßgröße über einen vorgegebenden Zeitraum auszuwerten.

Übliche Versuchsbedingungen sind:

- Heizrohrtemperatur: 120 °C,
- vorgegebene Verkürzung des Fadens in der Meßzone: 5 ‰,
- Prüfgeschwindigkeit: 50 m/min.

Mit höheren Heizrohrtemperaturen können auch entsprechend höhere Prüfgeschwindigkeiten (max. 500 m/min) angewandt werden.

Neben der Kräuselkontraktionskraftprüfung eignet sich der Dynafil für Schrumpfkraftprüfungen, die Aussagen über die u. a. von den Texturierungsbedingungen abhängige Faserstruktur, nicht dagegen über die Garnkräuselung, liefern. Der wesentliche Unterschied zur Kräuselkontraktionskraftprüfung besteht in der höheren Heizrohrtemperatur von z. B. 240 °C (PES), durch die ein Substanzschrumpf des Fadens ausgelöst wird.

Als Beispiel einer Kräuselkontraktionskraftprüfung am laufenden Faden gibt die Abbildung 3 zwei Diagramme von PA 6.6-HE-Garnen, 78 dtex, wieder. Die Texturierung dieser aus einer größeren Zahl von Spulen herausgegriffenen Garne erfolgte ab Streckcop auf einer Texturiermaschine mit Scheibenfriktionsaggregaten. Während das untere Diagramm sehr gleichmäßige Kräuseleigenschaften widerspiegelt, weisen die starken, zum Teil periodischen Kräuselkontraktionskraftschwankungen des oberen Diagramms auf entsprechende texturierungsbedingte Garnfehler hin, die im übrigen auch im Testgestrick sichtbare Streifen verursachten.

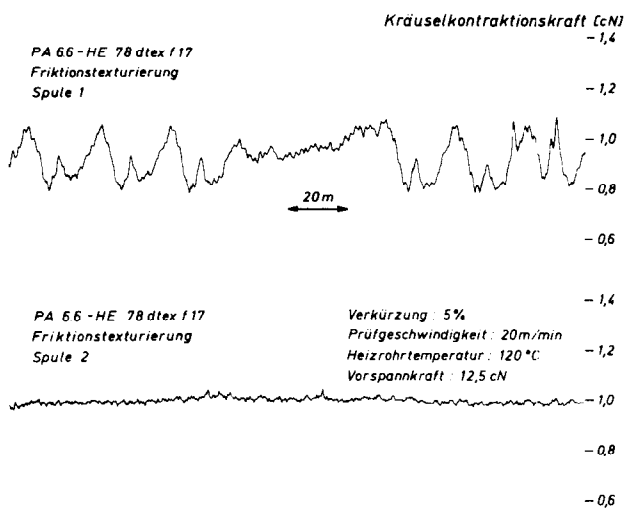


Abb. 3: Kräuselkontraktionskraftprüfung friktionstexturierter Polyamidgarne

#### 4. Durchgeführte Untersuchungen

##### Versuchsreihe 1

Für eine erste Versuchsreihe standen drei PES-Set-Garnserien zur Verfügung, die teils konventionell ab Streckcop texturiert, teils ab Spinnspule simultan-strecktexturiert waren. Die Spinnengeschwindigkeiten der unverstreckten bzw. der vororientierten Rohgarne für die Strecktexturierung lagen bei 1000 m/min bzw. 3000 m/min. Der theoretische Endtiter betrug in allen Fällen 167 dtex.

Bei der Texturierung der drei verschiedenen Rohgarne wurden die Texturierdrehung, die Heizertemperaturen in Zone 1 und Zone 2 sowie die Voreilung in Zone 2 in jeweils 3 Stufen variiert.

Stellvertretend für die beiden übrigen Garnmaterialien werden hier nur die Ergebnisse der ab vororientiertem Spinngut texturierten Garne vorgestellt.

Bei den Kräuselkontraktionsprüfungen nach DIN 53840 wurde die Kräuselentwicklung mit verschiedenen Temperaturen (120 und 160 °C) und Strangbelastungen (0,01 cN/tex) durchgeführt.

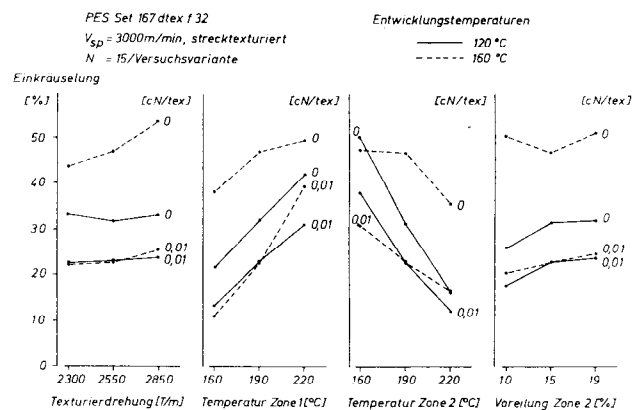


Abb. 4: Einkräuselung nach DIN 53 840, gemessen nach unterschiedlichen Entwicklungsbehandlungen in Abhängigkeit von den Texturierungsbedingungen der Garne

Die Abbildung 4 zeigt die Einkräuselungswerte zu den einzelnen Verfahren in Abhängigkeit von den vier Texturierungsvariablen.

Bei allen Entwicklungsbedingungen ist ein mehr oder weniger starker Anstieg der Einkräuselung und ein ebensolcher Abfall mit zunehmenden Temperaturen in Zone 1 und Zone 2 festzustellen. Auf die Veränderung der Texturierdrehung reagiert vor allem die Einkräuselung nach spannungsloser Entwicklung bei 160 °C, während andere Prüfbedingungen nur eine geringe oder keine Korrelation zwischen Meßwert und Texturierdrehung ergeben. Ein Anstieg der Voreilung in der Nachfixierzone bewirkt bei den meisten Verfahren eine leichte Zunahme der Einkräuselung.

Die Abbildung 5 bringt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der übrigen hier eingesetzten Kräuselkontraktionsprüfverfahren. Daraus lassen sich weitgehend übereinstimmende Tendenzen, auch gegenüber dem Verfahren nach DIN 53840, erkennen. Schwächere Abhängigkeiten von der Texturierungs-temperatur

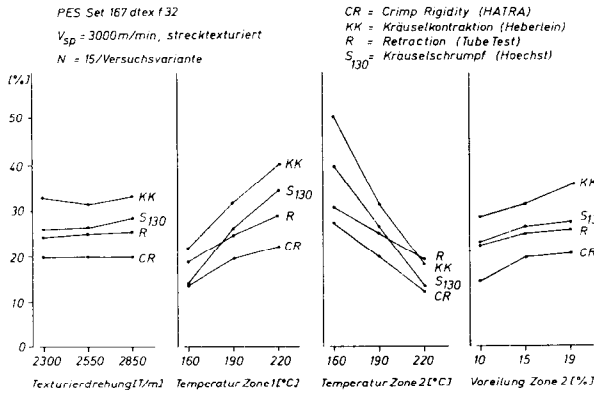


Abb. 5: Ergebnisse verschiedener Kräuselkontraktionsprüfverfahren in Abhängigkeit von den Texturierungsbedingungen

ratur in Zone 1 und Zone 2 zeigen die Meßwerte des Tube-Tests und des HATRA-Verfahrens. Kein Verfahren spricht nennenswert auf die nicht unerhebliche Veränderung der Texturierdrehung an.

Die Abbildung 6 zeigt die Mittelwerte der am laufenden Faden aufgenommenen Kräuselkontraktions- und Schrumpfkraftdiagramme. Wie ein Vergleich mit der vorhergehenden Abbildung erkennen läßt, reagiert die Kräuselkontraktionskraft (KKK) auf Veränderungen der vier Texturierparameter im wesentlichen wie die anderen Kräuselkontraktionsprüfverfahren. Insbesondere besteht nur eine geringe Abhängigkeit von der Texturierdrehung.

Demgegenüber führt eine Erhöhung der Drehung und die damit verbundene Zugbeanspruchung des Fadens in der Texturierzzone zu einem entsprechenden Anstieg der Schrumpfkraft (SK).

Ansteigende Temperaturen in Zone 1 und Zone 2 bewirken einen zunehmenden Ausgleich innerer Spannungen beim Texturieren und Reduzieren dadurch den im Garn verbleibenden Restschumpf bzw. die mit dem Dynafil gemessene Schrumpfkraft. Veränderungen der Voreilung in Zone 2 haben dagegen keinen Einfluß auf die Schrumpfkraft.

Zur Ermittlung der Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der einzelnen Prüfverfahren einerseits und den Texturierungsbedingungen andererseits wurden Regressionsrechnungen angestellt. Da bei allen drei

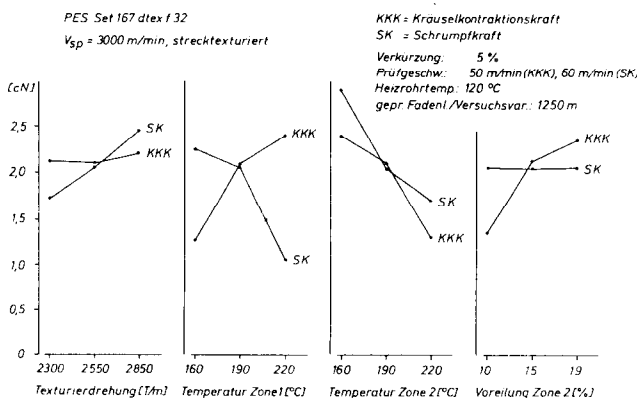


Abb. 6: Kräuselkontraktions- und Schrumpfkraft in Abhängigkeit von den Texturierungsbedingungen

Garnmaterialien ähnliche Tendenzen in den Abhängigkeiten der Meßwerte von den Prozeßparametern zu beobachten waren, wurden die Resultate der Regressionsrechnungen gemittelt. Die in Abbildung 7 graphisch dargestellten Werte zeigen an, welche absoluten Änderungen des Prüfergebnisses in % (Kräuselkontraktion) bzw. cN (Kräuselkontraktionskraft, Schrumpfkraft) eintreten, wenn der jeweilige Texturierparameter eine relative Änderung von 1 % erfährt. Daraus läßt sich ersehen, daß die Verfahren auf die einzelnen Texturierparameter unterschiedlich ansprechen, d. h., keines der Verfahren ist hinsichtlich aller vier Einflußgrößen optimal. Welcher Prüfmethode für eine Qualitätskontrolle im Tex-

		T/m	Temp.1	Temp.2	Voreil.2
DIN	E 120/0	—	▨	▩	▨
	E 120/0,01	—	▨	▩	▨
	K 120/0,01	—	▨	▩	▨
	B 120/0,01	▨	▨	▩	▨
	E 160/0	▨	▨	▩	▨
Heberlein	KK	—	▨	▩	▨
	EP	—	▨	▩	▨
	KB	—	—	—	—
Hoechst	S <sub>130</sub>	▨	▨	▩	▨
HATRA	CR	—	▨	▩	▨
Tube Test	R	—	▨	▩	▨
Dynafil	KKK	▨	▨	▩	▨
	SK	▨	▨	▩	▨

▨ = 1%    ▩ = 0,5 mN    ohne Symbol: kleiner als 0,05 % bzw. 0,05 mN

Abb. 7: Absolute Änderungen der Meßwerte, bezogen auf eine relative Änderung der Texturierungsvariablen um 1 Prozent

turierbetrieb der Vorzug zu geben ist, sollte daher von der Art der Fehler bestimmt sein, die üblicherweise auftreten, und die nachgewiesen werden müssen. Zum Beispiel geht aus dieser Tabelle die Einkräuselung nach DIN 53840 nach einer Kräuselentwicklung mit 160 °C, ohne Belastung, als das Verfahren hervor, mit dem sich Drehungsunterschiede am besten aufzeigen lassen. Speziell mit der Einflußgröße „Texturierdrehung“ befaßte sich im übrigen eine zweite Versuchsreihe, auf die später noch einzugehen ist. Zunächst die Ergebnisse der kontinuierlichen Garnprüfverfahren. Hier reagiert die Schrumpfkraft

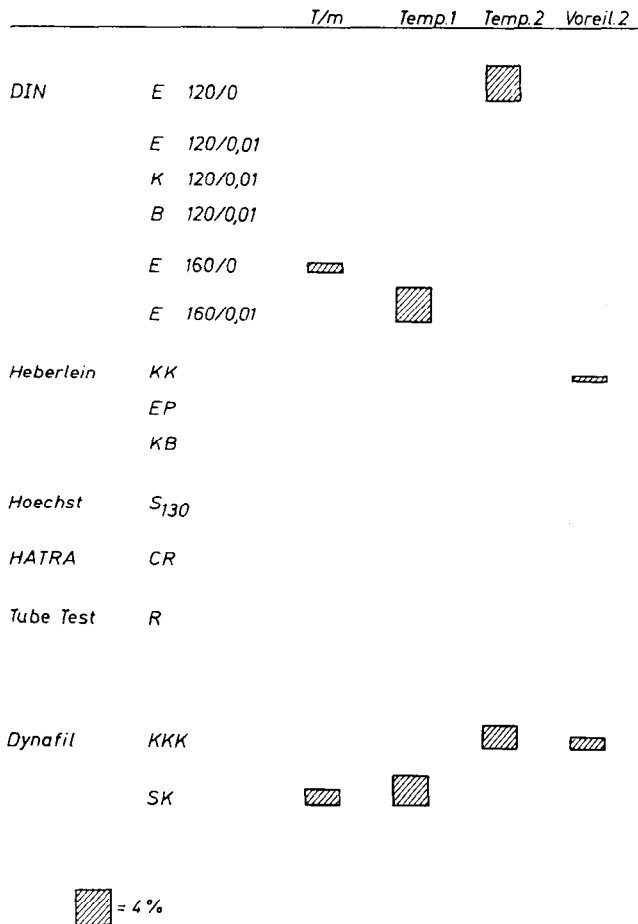


Abb. 8: Relative Änderung der Meßwerte, bezogen auf eine relative Änderung der Texturierungsvariablen um 1 Prozent

stärker auf Veränderungen der Garndrehung und der Temperatur in Zone 1, während nur die Kräuselkontraktionskraft einen Einfluß von Änderungen der Voreilung zeigt. Beide Verfahren liefern Korrelationen in etwa gleicher Größe für die Temperatur in Zone 2.

Wegen der unterschiedlichen Dimensionen ist ein direkter Vergleich der Ergebnisse aus den Kräuselkontraktionsprüfungen an Garnsträngen und den Prüfungen am laufenden Faden nicht möglich. Berechnet man dagegen die *relativen* Änderungen der Prüfergebnisse, wieder bezogen auf eine *relative* Änderung der Texturierungsvariablen um 1%, so erhält man das in Abbildung 8 wiedergegebene Bild. Darin sind nur die jeweils am stärksten auf die Texturierungsparameter reagierenden Verfahren der beiden Arten einander gegenübergestellt. Dies veranschaulicht, daß die kontinuierlichen Prüfverfahren in ihrer Ansprechempfindlichkeit nur wenig unter, zum Teil aber deutlich über den Kräuselkontraktionsprüfverfahren für Garnstränge liegen. Eine gleiche Aussage kann im übrigen auch für die nachstehend beschriebenen Versuchsreihen getroffen werden. Dieses Ergebnis ist insofern bemerkenswert, als die Verweilzeit eines Fadenelementes im Heizrohr bei der Prüfung am laufenden Faden unter den hier vorliegenden Prüfbedingungen in der Größenordnung von nur 1 s liegt, während die Zeiten der Kräuselentwicklungsbehand-

lung bei den Strangprüfverfahren zwischen 30 s (Tube-Test) und mehr als 30 min (HATRA-Test) betragen.

Versuchsreihe 2

Für eine spezielle Untersuchung der Nachweisbarkeit kleiner Veränderungen der Texturierung standen zwei PES-Versuchsgarnreihen zur Verfügung, deren Texturierung im Bereich zwischen 2800 und 3060 und zwischen 3420 und 3740 in Abständen von etwa 2% variiert worden war. Bei der Gruppe der höheren Drehungswerte lag die Verstreckung höher (1:2,55 zu 1:2,465), während die übrigen Texturiermaschineneinstellungen sowie das Rohgarn in beiden Fällen gleich waren.

In Abbildung 9 sind zunächst wieder die nach unterschiedlichen Entwicklungsbehandlungen gemessenen DIN-Einkräuselungswerte über der Drehung aufgetragen. Die Entwicklungstemperatur wurde hier bis 200°C gesteigert. Die stärkste Abhängigkeit der Einkräuselung von der Drehung wird bei den höchsten Temperaturen erreicht. Allerdings zeigt sich ein sehr deutlicher Unterschied zwischen den beiden Garngruppen: Bei dem mit niedriger Verstreckung und niedrigeren Drehungswerten texturierten Material ist der Einfluß der Drehung auf die Kräuselkennwerte vergleichsweise gering.

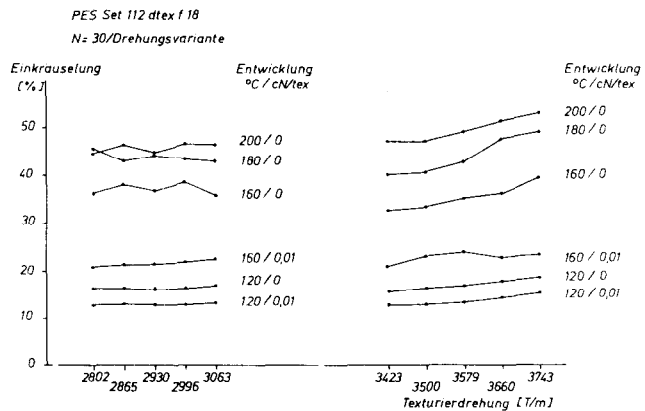


Abb. 9: Einkräuselung nach DIN 53 840 in Abhängigkeit von der Texturierung

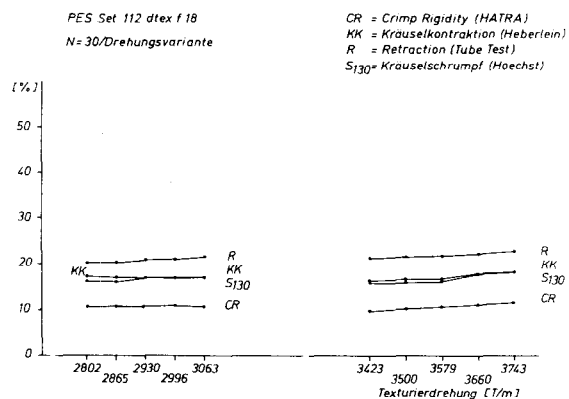


Abb. 10: Ergebnisse verschiedener Kräuselkontraktionsprüfverfahren in Abhängigkeit von der Texturierung

Dies gilt ebenso für die anderen hier einbezogenen Kräuselkontraktionsprüfverfahren, die im übrigen auch in der Gruppe der Garne mit höherer Drehungen nur einen geringen Drehungseinfluß erkennen lassen (Abb. 10).

Wesentlich deutlicher ist wiederum die Abhängigkeit der am laufenden Faden gemessenen Kräuselkontraktionskraft von der Garndrehung (Abb. 11). Auch hier zeigt sich ein stärkerer Drehungseinfluß bei den höheren Garndrehungen.

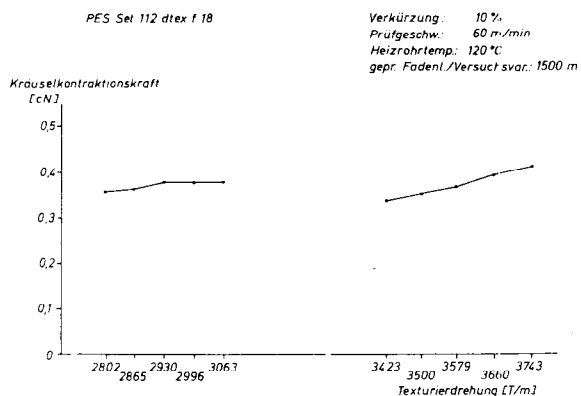


Abb. 11: Kräuselkontraktionskraft in Abhängigkeit von der Texturierdrehung

Die Korrelationen zwischen den Prüfergebnissen und den Texturierbedingungen wurden nur für die Materialien mit höherer Drehung berechnet (Abb. 12). Danach ist unter den Kräuselkontraktionsprüfverfahren die Einkräuselung nach spannungsloser Entwicklung bei hoher Temperatur am besten zum Nachweis von Drehungsunterschieden geeignet. Dies bestätigt das entsprechende Ergebnis der PES-Garne aus der Versuchsreihe 1.

Versuchsreihe 3

Bei der Herstellung der PA 6 HE-Garne für diese Versuchsreihe waren die Texturierdrehung (bei konstanter Spindeltourenzah), die Spindeltourenzah (bei konstanter Texturierdrehung, d.h. entsprechend veränderter Lieferung), die Heizertemperatur und die Voreilung variiert worden.

Die Prüfung dieser Garne nach DIN 53840 erfolgte mit Entwicklungstemperaturen von 120 und 150 °C (Abb. 13). Bei der Beurteilung des Drehungseinflusses ist zu berücksichtigen, daß die Veränderung der Drehung bei konstanter Spindeltourenzah durch eine entsprechende Veränderung der Lieferung erzielt wurde, sodaß als weitere Einflußgröße die Verweilzeit hinzukommt, die in diesem Fall gleichgerichtete Effekte wie die Drehung ergeben sollte. Trotzdem ist die Abhängigkeit der Einkräuselungswerte von der Drehung relativ gering.

T/m		
DIN	E 120/0	
	E 120/0,01	
	K 120/0,01	
	B 120/0,01	
	E 160/0	
	E 160/0,01	
	E 180/0	
	E 200/0	
Heberlein	KK	
Hoechst	S130	
HATRA	CR	
Tube Test	R	
Dynafil	KKK	

= 1%    = 0,1 mN

Abb. 12: Absolute Änderungen der Meßwerte, bezogen auf eine relative Änderung der Texturiervariablen um 1 Prozent

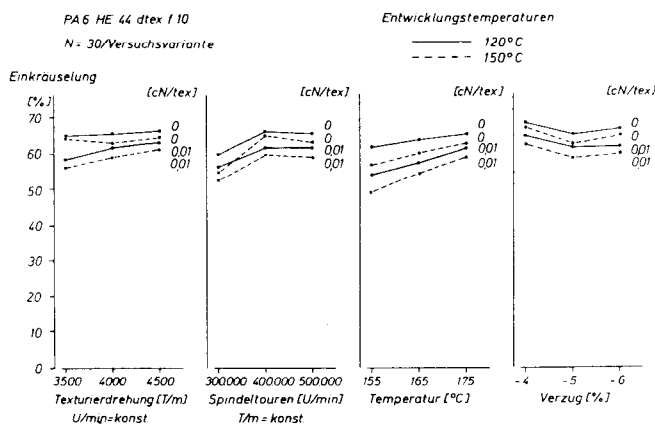


Abb. 13: Einkräuselung nach DIN 53 840 in Abhängigkeit von den Texturierbedingungen

Mit steigender Spindeltourenzah und konstanter Texturierdrehung entsteht, obwohl damit eine Erhöhung der Fadengeschwindigkeit bzw. eine Abnahme der Verweilzeit verbunden ist, ebenfalls ein Anstieg der Einkräuselung. Es muß deshalb angenommen werden, daß infolge der höheren Spindeltourenzah eine zunehmende Ballonbildung im Heizrohr eintritt, die einen verbesserten Wärmeübergang und damit eine intensivere Fixierung bewirkt.

Zwischen den Einkräuselungswerten und der Heizertemperatur besteht eine deutliche Korrelation. Mit zunehmendem Verzug fallen die Werte leicht ab.

Die übrigen Kräuselkontraktionsprüfverfahren (Abb. 14) und die Kräuselkontraktionskraft (Abb. 15) ergeben im wesentlichen ähnliche Tendenzen wie die Einkräuselung. Die stärkste Veränderung zeigen der

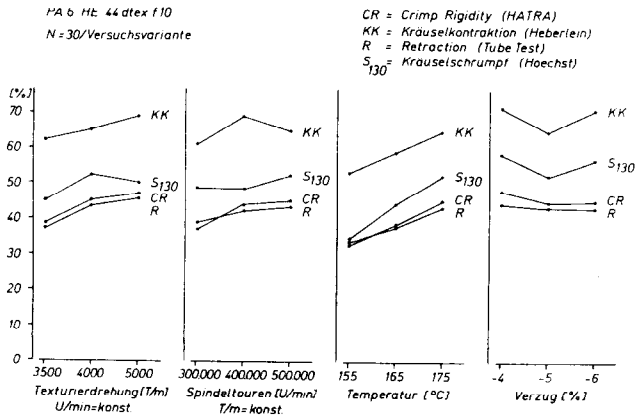


Abb. 14: Ergebnisse verschiedener Kräuselkontraktionsprüfverfahren in Abhängigkeit von den Texturierungsbedingungen

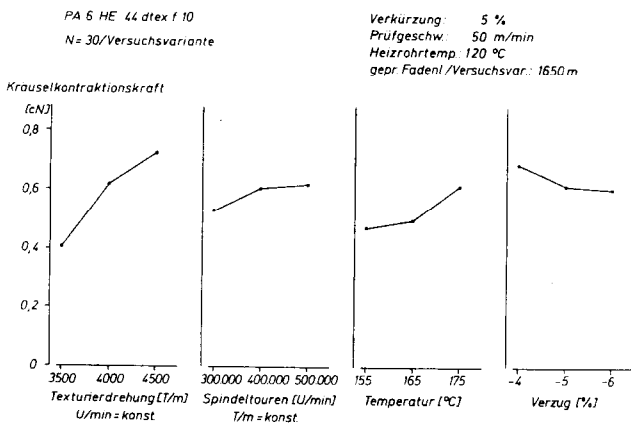


Abb. 15: Kräuselkontraktionskraft in Abhängigkeit von den Texturierungsbedingungen

Kräuselschrumpf S<sub>130</sub> und die Kräuselkontraktion nach Heberlein in Abhängigkeit von der Texturier-temperatur.

Die mittlere absolute Änderung des Meßwertes bei einer Änderung der Texturierungsvariablen um 1 % geht aus der Abbildung 16 hervor. Anders als bei den PES-Garnen schneiden hier Tube-Test und HATRA-Verfahren unter den Kräuselkontraktionsprüfmethoden hinsichtlich der Drehung am besten ab. Der Einfluß der Spindeltourenzahls äußert sich bei der Mehrzahl der Verfahren in ähnlicher Weise.

Die höchsten Werte in bezug auf die Fixiertemperatur liefern der Kräuselschrumpf, die Kräuselkontraktion sowie die Einkräuselung nach der Entwicklung mit Belastung und hoher Temperatur.

Der Einfluß des Verzuges auf die Kräuselkennwerte bleibt demgegenüber gering, wobei zu berücksichtigen ist, daß in den Auswertungen auf eine relative Änderung der Texturierungsvariablen von 1 Prozent bezogen wird, der Schritt von -5 auf -6 Prozent Verzug aber bereits eine relative Änderung von 20 Prozent bedeutet. Am besten schneiden hier die Kräuselkontraktionsprüfung nach DIN 53840 mit der Kräuselentwicklung unter Belastung sowie der HATRA-Test ab.

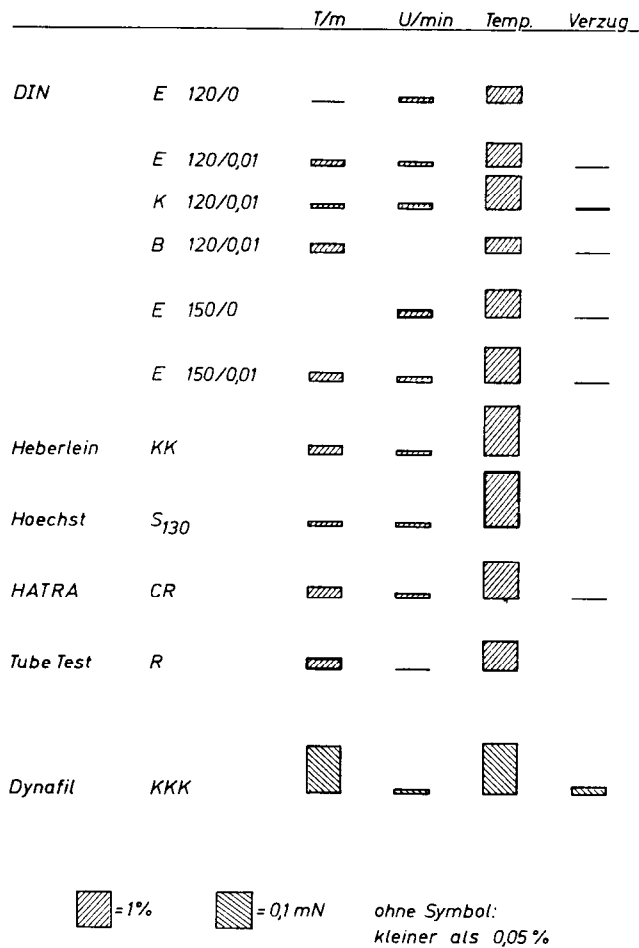


Abb. 16: Absolute Änderungen der Meßwerte, bezogen auf eine relative Änderung der Texturierungsvariablen um 1 Prozent

Schlussfolgerungen

Welches Fazit ist nun aus den bisher vorgetragenen Ergebnissen zu ziehen? Wie schon erwähnt, existiert kein Prüfverfahren, das durchgehend für alle Materialien und Texturierungsparameter gleich optimal zum Nachweis von Änderungen der Texturierungsbedingungen geeignet wäre. Verhältnismäßig universell erscheint das Verfahren der Kräuselkontraktionsprüfung nach DIN 53840, sofern mit höheren Entwicklungstemperaturen, als von der Norm vorgeschrieben, gearbeitet wird. Bei PES ist eine spannungslose Entwicklung, bei PA 6 dagegen eine Entwicklung unter geringer Belastung zweckmäßiger. Es soll in diesem Zusammenhang nicht verschwiegen werden, daß speziell bei HE-Garnen und hohen Entwicklungstemperaturen die spannungslose Kräuselentwicklung größere experimentelle Schwierigkeiten bereitet und zu einer höheren Meßwertstreuung führt. Für PA eignen sich weiterhin die Kräuselkontraktionsprüfung nach Heberlein, der Kräuselschrumpf nach Hoechst und der HATRA-Test. Die beiden ersteren sind auch für PES zu empfehlen. Die am laufenden Faden gemessenen Werte sprechen auf Veränderungen der Texturierungsbedingungen, ähnlich wie die Kräuselkontraktionsprüfverfahren, zum Teil besser als diese (Texturierdrehung) an.

Weiterhin haben die Untersuchungen ergeben, daß

festen Gesetzmäßigkeiten zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Prüfverfahren nicht bestehen. Dies bedeutet, daß keine universell gültigen Umrechnungsbeziehungen angegeben werden können, die es erlauben würden, aus den Ergebnissen eines Prüfverfahrens für ein gegebenes Garn die eines anderen Verfahrens abzuleiten.

Im Rahmen eines Vergleichs der verschiedenen Prüfverfahren sind — neben der bisher betrachteten Aussagekraft der jeweiligen Ergebnisse — auch Faktoren wie der Zeitbedarf je Einzelmessung, der apparative und personelle Aufwand und die Fehlermöglichkeiten zu bewerten.

Bei den Strangprüfverfahren entstehen Meßfehler durch schlechte Strangvorbereitung, ungenau eingehaltene Randbedingungen bei der Kräuselentwicklung (Temperatur, Zeit), unsachgemäßes Aufbringen der Belastungsgewichte und fehlerhafte Ablesung bei der Längenmessung sowie Rechenfehler bei der Ermittlung der Kräuselkennwerte. Diese Fehlerinflüsse betreffen die einzelnen Verfahren in unterschiedlicher Weise. Insbesondere entfallen alle Meß- und Auswertefehler, wenn für die Prüfung ein automatisches Prüfgerät wie der Texturmat mit Auswertanlage eingesetzt wird. Bei einem solchen Gerät liegt die Zeit für die Strangherstellung, die Überführung der Stränge in das Magazin, die Kräuselentwicklung sowie die Einleitung der Prüfung — je nach Garnfeinheit und Übung des Bedienungspersonals — bei ca. 1,3 - 2 Minuten pro Garnstrang. Dabei wird vorausgesetzt, daß die prüfende Person während der Dauer der Kräuselentwicklung von 10 Minuten und während der eigentlichen Messung, die das Gerät selbsttätig durchführt, mit anderen Aufgaben beschäftigt ist bzw. weitere Prüfungen vorbereitet, so daß keine Totzeiten entstehen.

Bei der Prüfung am laufenden Faden ergeben sich Fehlermöglichkeiten aus falscher Einstellung oder ungenügender Konstanz der Zugkraft im zulaufenden Faden, aus Ungenauigkeiten der Temperatur im Heizrohr, der Fadengeschwindigkeitseinstellung und der Kraftmessung, aus dem Schlupf des Fadens an den Lieferwerken sowie durch eine ungenaue Auswertung des Fadenzugkraftdiagramms. In der Konzeption des im Institut für textile Meßtechnik mitentwickelten Dynafils wurde diesen Gesichtspunkten bestmöglich Rechnung getragen, z. B. durch die sehr präzise elektronische Regelung der Prüfgeschwindigkeit, die hohe Konstanz der Heizrohrtemperatur oder durch die exakte Einstellbarkeit der Vorspannkraft mittels gewichtsbelasteter Tänzerrolle. Auswertefehler lassen sich durch den Einsatz einer automatischen Auswertanlage ausschalten. Die Prüfzeit hängt hier zwangsläufig von der pro Garnkörper überprüften Fadenlänge ab. Bei den üblicherweise angewendeten Fadengeschwindigkeiten im Bereich zwischen 50 und 100 m/min dürfte eine Versuchsdauer von 1 min im allgemeinen ausreichen. Dazu kommen weitere 0,5 - 1 min für das Abstoppen des Gerätes, das Anknöten der nächsten Spule und das Wiederanlaufen. Der Zeitaufwand ist damit praktisch identisch mit dem des automatischen Kräuselkontraktionsprüfgerätes für einen Garnstrang.

Der wesentliche Vorteil der Prüfung am laufenden Faden gegenüber der Strangprüfmethode liegt zweifellos in der Aufzeichnung und gegebenenfalls in der zahlenmäßigen Erfassung der Garnungleichmäßigkeit,

während die Kräuselkontraktionsprüfung nur einen Mittelwert für die gesamte im Strang enthaltene Fadenlänge liefert. Ein weiteres Argument für das erstere Verfahren besteht darin, daß — neben der Beurteilung der Kräusleigenschaften — mit der Schrumpfkraftprüfung am laufenden Faden auch Aussagen über den Strukturzustand und die damit verbundenen färberischen Eigenschaften des Materials zu erhalten sind, was im übrigen nicht nur auf texturierte Garne beschränkt zu sehen ist, sondern für alle Arten von thermoplastischen Filamentgarnen gilt.

Die Entscheidung, welchem Verfahren — Strangprüfung oder Prüfung am laufenden Faden — der Vorzug zu geben ist, muß unter sorgfältiger Abwägung der vorliegenden Aufgabenstellungen und der personellen Voraussetzungen getroffen werden. Bei Routinekontrollen laufender Produktionen in Texturierbetrieben dürfte nach wie vor die Kräuselkontraktionsprüfung zweckmäßiger sein, wobei die Automatisierung von Messung und Auswertung auch den Einsatz ungelerner Hilfskräfte erlaubt.

Die Prüfung am laufenden Faden empfiehlt sich überall dort, wo eine weitergehende Charakterisierung der Garneigenschaften erforderlich ist, so etwa bei Grundsatzzuntersuchungen über den Einfluß von Rohgareigenschaften und Spinnpräparationen auf den Texturierprozeß als Beurteilungsgrundlage für eine Optimierung von Prozeßparametern und Maschinenelementen, beispielsweise von Drallorganen der Frikationstexturiermaschinen, oder zum Nachweis einer erhöhten Garnungleichmäßigkeit in der Produktionskontrolle. In Frage kommen also z. B. Forschungsabteilungen oder anwendungstechnische Abteilungen von Chemiefaserwerken, Entwicklungsabteilungen von Texturiermaschinenherstellern oder Forschungsinstitute. Dabei wird davon ausgegangen, daß an solchen Stellen auch das für die richtige Wahl der jeweils zweckmäßigen Prüfbedingungen und das für die Deutung der Meßergebnisse erforderliche *Know-how* vorhanden ist und ein entsprechend ausgebildetes Bedienungspersonal zur Verfügung steht.

#### Literatur

- 1) I. Kerényi: Einfluß der technologischen Parameter auf die Eigenschaften von falschdrahttexturierten Polyamid-6-Seiden; Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften
- 2) W. A. Usenko; Dtsch. Textiltech. **22**, S. 212 (1972)
- 3) W. Stein, K. Wallas; Chemiefasern / Text. Ind. **23/75**, S. 707 (1973)
- 4) W. Morawek; Chemiefasern **16**, S. 958 (1966)
- 5) J. Lünenschloß; Melliand Textilber. **52**, S. 760 (1971)
- 6) D. Stockmann; Chemiefasern **21**, S. 617 (1971)
- 7) Heberlein & Co; Standardvorschriften für Garne Marke Helanca (Ausgabe 1956)
- 8) S. Fitton, P. Stacey; J. Text. Inst. **51**, T 435 (1960)
- 9) J. Lünenschloß, K. Lerch, B. Schuler; Text. Prax. **21**, S. 276 (1966)
- 10) Monsanto & Co; Textured Yarn Technology, Vol. 1
- 11) D. Jehle; Zeitschr. ges. Text. Ind. **72**, S. 852 (1970)
- 12) Heberlein & Co; Tech. Inform. 009 M, Juni 1967
- 13) K. Geitel; Dtsch. Textiltech. **20**, S. 454 (1970)

- 14) H. Scherzberg; Melliand Textilber. **98**, S. 147, 260, 369, 745, 906, 1062, 1237 (1967)
- 15) W. Stein, H. v. d. Weyden; Chemiefasern/Text. Ind. **25/77**, S. 1126 — 1132 (1975)
- 16) W. Stein; Fiber Producer **5**, S. 11 (1977)
- 17) W. Stein; Melliand Textilber. **55**, S. 123—126 (1974)
- 18) W. Stein, K. Wallas; Melliand Textilber. **57**, S. 97—103 (1976)
- 19) W. Stein, K. Wallas; Melliand Textilber. **58**, S. 609—616 (1977)

#### Diskussion

**Krässig:** Danke für Ihr umfassendes Referat über die Meßmethoden, die uns zur Charakterisierung texturierter Endlosgarne zur Verfügung stehen. Sie haben nicht nur die Möglichkeiten, kontinuierliche Messungen am laufenden Faden durchzuführen, aufgezeigt, sondern auch Zusam-

menhänge zwischen den Produktionsfaktoren und den Charakteristika, die aus solchen Messungen erhalten werden, erörtert.

**van Krimpten:** Was ist der Unterschied zwischen der Schrumpfkraftmessung und der Kräuselkontraktionskraftmessung am Endlosfaden? Das habe ich nicht ganz verstanden.

**Stein:** Bei beiden Messungen wird der Faden durch eine Galette zugeführt und durch die andere wieder abgezogen. Zwischen den Galetten erfährt der Faden eine konstante Verkürzung, die i. a. 5% beträgt. Der Unterschied der zwei Meßverfahren liegt in der Temperatur am Heizrohr. Bei der Kräuselkontraktionskraftprüfung ist die Heizrohrtemperatur 120°C. Bei dieser Temperatur wird zwar die Kräuselung entwickelt, sie führt aber zu keinem nennenswerten Substanzschrumpf. Bei der Schrumpfkraftprüfung ist die Heizrohrtemperatur wesentlich höher, z. B. bei Polyester 240°C. Der Faden schrumpft dann sehr stark, wodurch die Kräuselung völlig glattgezogen wird. Die Schrumpfkraftmessung liefert daher nicht Informationen über die Kräuselleigenschaften des Fadens, sondern über die molekulare Struktur und damit die thermomechanische Vorgeschichte des Materials.



## Einige Probleme bei der Herstellung von texturierten Textilfilamentgarnen

Prof. Dr. A. S. Tschegolja, Dr. B. V. Savinov

In diesem Referat sollen einige Probleme bei der Produktion texturierter Textilfilamentgarne in der Sowjetunion besprochen werden, sodaß diesem Referat eher ein informativer Charakter zukommt.

In this paper several problems occurring during the production of textured textile filament yarns in the Soviet-union will be discussed what gives this paper a rather informative character.

### Einleitung

Gegenwärtig produziert die sowjetische Chemiefaserindustrie jährlich etwa 1 Mio. t Fasern, wovon 19000 t auf texturierte Polyamidgarne und 3000 t auf texturierte Polyestergarne entfallen. Es bleibt daher noch ein beträchtlicher Bedarf an solchen Garnen in der UdSSR, sodaß nach meiner Meinung die Produktion von texturierten Garnen bis 1985 auf ca. 60000 bis 70000 t erhöht werden müßte.

Maßgebend für die ständige Nachfrage nach solchen Garnen und insbesondere nach texturierten Polyester-garnen sind in erster Linie die guten Gebrauchseigenschaften der Garne, wie Bauschigkeit, Form-, Licht- und Alterungsbeständigkeit, ebenso wie die Möglichkeiten der koloristischen Gestaltung. Hinzu kommt noch, daß bei der Verarbeitung texturierter Filamente in Mischungen mit Naturfasern und Chemiefasern aus Zellulose die Hygieneigenschaften der Gewebe und Gewirke verbessert werden.

In der UdSSR stellt man texturierte Garne gegenwärtig nach dem klassischen Falschdrahtverfahren her. Bei der Ausweitung der Produktionskapazitäten tritt daher besonders die Wahl wirtschaftlicher Verfahren und modernster Maschinen in den Vordergrund. Viele Fachkollegen vertreten die Meinung, man müsse neue Betriebe mit Anlagen ausstatten, auf denen alle wichtigen Verfahrensstufen, wie das Erspinnen der Fäden, Verstreckung, Zwirnen, die Thermobehandlung, die Texturierung und das Aufspulen, zusammengelegt sind. Solche Anlagen und die entsprechenden Verfahren werden nur zum Teil in den RGW-Ländern entwickelt und gebaut, zum Teil müssen wir sie offensichtlich dazukaufen.

### Technische Probleme

Bei der Produktion von vororientierten Polyester- und Polyamidgarnen hat sich das Schnellspinnverfahren durchgesetzt, bei dem man mit Spinnengeschwindigkeiten von 3500 bis 5000 m/min arbeitet.

Wenn man die Spinnengeschwindigkeit innerhalb bestimmter Grenzen erhöht, steigert man die Maschinenleistung, man verbessert die Form und den Aufbau der Spulen sowie die Alterungsbeständigkeit der Gar-

ne. Erhöht man noch dazu das Spulengewicht bis auf 24 kg, dann wird auch die Automatisierung des Spinnprozesses und der Weiterverarbeitung sinnvoll<sup>1</sup>.

Von erheblichem Interesse ist die Wahl des optimalen Spinnverfahrens bei der Herstellung texturierter Garne. Der Vergleich des Galetten-spinnverfahrens mit dem galettenlosen Verfahren (Tab. 1) hat nämlich gezeigt, daß das galettenlose Spinnen hinsichtlich der erforderlichen Investitionen, des Stromverbrauches und der Manipulation beim Fadenanlegen (falls das Fadenumlegen nicht automatisiert ist) Vorteile gegenüber dem Galettenverfahren hat.

Tabelle 1: Vergleich zwischen dem Galetten-spinnverfahren und dem galettenlosen Verfahren

	Schnellspinnverfahren	
	mit Galetten	ohne Galetten
Investitionen	100 %	geringer
Stromverbrauch	100 %	niedriger
Fadenauflegen (nicht automatisiert)	normal	einfacher, bequemer, geringerer Zeitaufwand
Titer-schwankungen: beim Umlegen	normal	Schwankungen innerhalb des Wickels möglich
beim Aufspulen	Einfluß der ungleichmäßigen Schlupf-werte gering	möglich infolge des ungleichmäßigen Spinnspulen-schlupfes
Einstellung der erforderlichen Fadenspannung	möglich	bei bestimmten Geschwindigkeiten nicht möglich
Abfallmengen	100 %	wegen des nach der Umlegung bis zum Erreichen der Soll-geschwindigkeit erforderlichen Fadenlaufes größer

Was nun die Titergleichmäßigkeit und die Verringerung der Abfälle betrifft, so sind vom Galetten-spinnverfahren wahrscheinlich bessere Ergebnisse zu erwarten.

Außerdem scheint die Gefahr, daß untere Fadenlagen auf der Spule hinsichtlich ihrer Eigenschaften von der Hauptmasse des Garns abweichen könnten, beim Galettenverfahren geringer zu sein.

Hochwertige texturierte Garne können mit den Schnellspinnmaschinen der Firma Barmag und den FK-6-Maschinen derselben Firma sowohl nach den Verfahren mit Galetten als auch ohne Galetten erhalten werden. Bei mittleren Spinnengeschwindigkeiten (bis 4500 m/min) kann man sich daher bedenkenlos dem galettenlosen Verfahren zuwenden. Bei weiterer Erhöhung der Spinn-geschwindigkeit treten beim galettenlosen Spinnen erhebliche Schwierigkeiten auf, deren Ursachen dem Fachmann hinlänglich bekannt sind.

Eine andere wichtige Frage ist die zunehmende Verwendung von Magazingattern. Beim Anknüpfen über die Fadenreserve werden, selbst wenn der Knoten sehr kompakt ist, die Eigenschaften des texturierter Garns im Knotenbereich nicht nur wegen der Ungleichmäßigkeit des Spinnfadens verändert, sondern auch

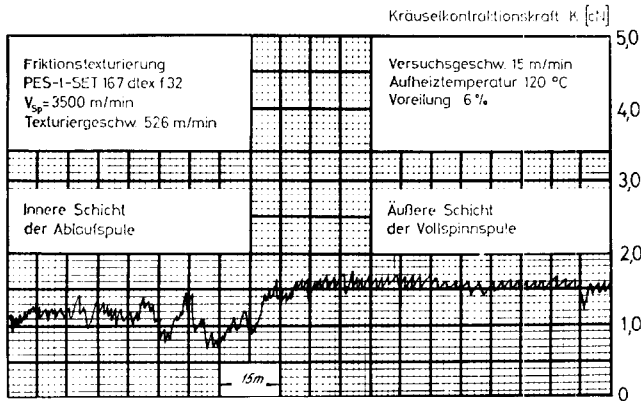


Abb. 1: Auswertung der Kräuselkontraktionskraft K der Texturseide im Knotenbereich beim Einsatz der Fadenreserve

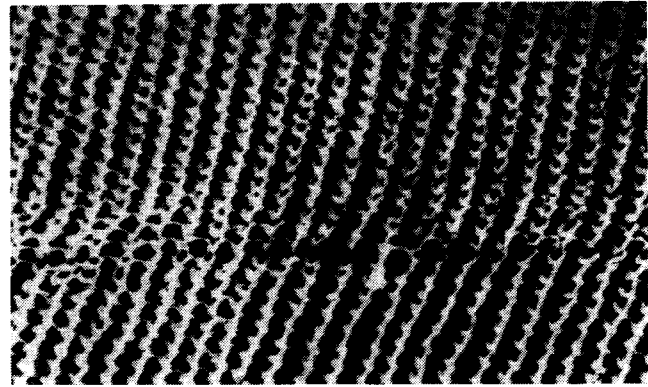


Abb. 3: Durchsichtigkeit des Strumpfschlaches aus der texturierten Seide 167 dtex f32 mit dem Knoten der Fadenreserve (Ausgangsseite,  $V_{sp} = 3500$  m/min)

wegen der Verdichtung der Garndrehung vor dem Knoten, die, während das Garn über Reibungsflächen zum Zwirnaggregat läuft sowie während der nichtstationären Texturierung, stattfindet.

Das führt, wie man der Abbildung 1 entnehmen kann, zu einer sich über eine Länge von mehreren Metern erstreckenden Veränderung der Kräuselkontraktionskraft, die mit einem CC-Tester 2080 der Firma Rothschild gemessen wurde. Es wurden bei diesen Messungen teilorientierte, mit 3500 und 3000 m/min ersponnene Filamente untersucht.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen gefärbte Strumpfschläuche aus Garnen, an denen die Messungen der Kräuselkontraktionskräfte vorgenommen wurden. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen dieselben Schläuche im reflektierten Licht. Zweifellos muß der oben erwähnte Umstand infolge der unterschiedlichen Farbtiefe und der ungleichen Garndrehung zu mehr oder weniger gut sichtbaren Fehlern in flachen Textilgebilden führen.

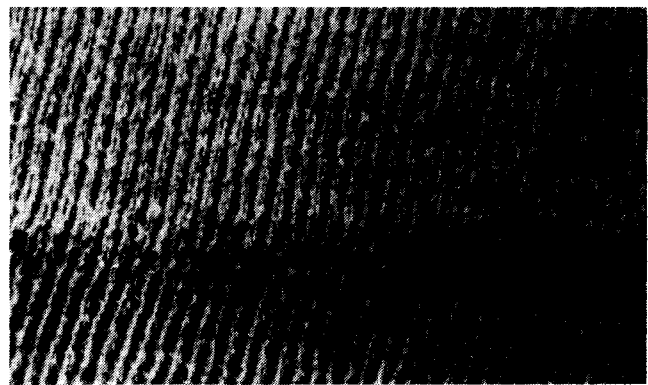


Abb. 4: Aufnahme der Oberfläche des Strumpfschlaches aus der texturierten Seide 167 dtex f34 mit dem Knoten der Fadenreserve (Ausgangsseite,  $V_{sp} = 3000$  m/min)

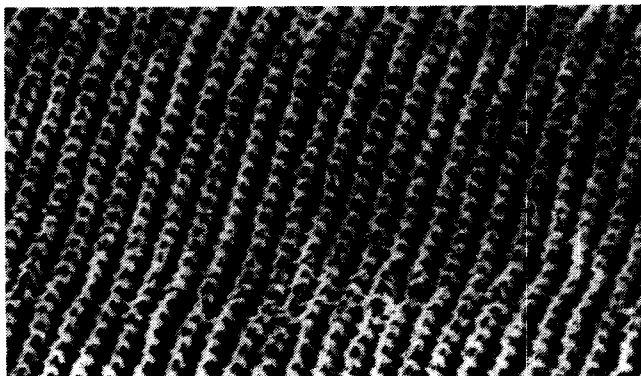


Abb. 2: Durchsichtigkeit des Strumpfschlaches aus der texturierten Seide 167 dtex f34 mit dem Knoten der Fadenreserve (Ausgangsseite,  $V_{sp} = 3000$  m/min)

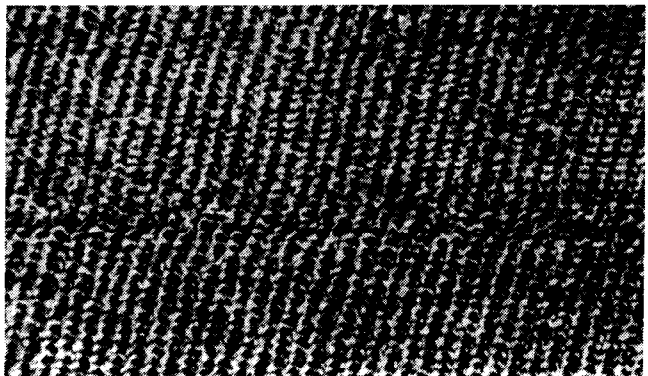


Abb. 5: Aufnahme der Oberfläche des Strumpfschlaches aus der texturierten Seide 167 dtex f32 mit dem Knoten der Fadenreserve (Ausgangsseite,  $V_{sp} = 3500$  m/min)

Es hätte erwartet werden können, daß sich die aus höheren Spinnengeschwindigkeiten resultierende Festigkeitszunahme und die niedrigere Dehnung der Garne beim Arbeiten über die Fadenreserve günstig auf die

Kräuseleigenschaften der Garne auswirken würden. Unsere Versuche haben aber ergeben, daß dieser positive Einfluß bis zu Geschwindigkeiten von 5500 m/min geringer ist, als man es sich wünscht.

Die Weiterentwicklung des Schnellspinnverfahrens ist auf die Beherrschung höherer Spinnengeschwindigkeiten von etwa 6000 m/min ausgerichtet, die die Herstellung von Garnen mit einer Dehnung von 40 bis 50 % und mit besserer Gleichmäßigkeit ermöglichen würden<sup>2</sup>. Bei entsprechender Wahl der Spinnparameter, der Eigenschaften und der Zusammensetzung der Polymeren ist es möglich, Garne zu erhalten, deren mechanische Eigenschaften den von Webereien und Wirkereien an sie gestellten Anforderungen entsprechen. Da aber die Anlagenkosten sowie die Betriebs- und Energiekosten dabei sehr stark ansteigen, ist mit einer raschen industriellen Verwirklichung dieser Entwicklungen kaum zu rechnen.

Es gibt guten Grund zur Annahme, daß sich hohe Geschwindigkeiten in nächster Zukunft in großtechnischem Maßstab nicht durchsetzen werden können. Außerdem ist aus Arbeiten von W. J. Morris<sup>3</sup> bekannt, daß die beim Texturieren zum Aufheizen des Garns erforderlichen Zeiten umso länger werden, je mehr sich die Garneigenschaften jenen der vollverstreckten Filamente nähern, was die Leistung vorhandener Texturiermaschinen beeinträchtigen kann.

Um die Garnqualität zu verbessern und den Nutzeffekt üblicher Texturiermaschinen zu erhöhen, haben Fachleute der UdSSR und der DDR gemeinsam eine Anlage für 4- und 8fädiges Spinnen entwickelt. Diese Anlage umfaßt Apparaturen für die kontinuierliche Caprolactampolymerisation, für die Vakuumentomerisierung der Polyamidschmelze sowie die Spinn-Reck-Windemaschine SRW 24, auf der die Fadenbildung, die Präparation, das Verstrecken und das Aufspulen der Filamente erfolgt (Abb. 6). Das direkte Verspinnen der Schmelze zu mehrfädigen Filamenten mit einer integrierten Verstreckung derselben macht den Betrieb solcher Anlagen sehr wirtschaft-

lich. Außerdem ist die Anlage hinsichtlich der Herstellung verschiedener Aufmachungseinheiten sehr flexibel<sup>4</sup>.

Die mechanischen Eigenschaften der auf der SRW-Maschine erhaltenen glatten und texturierten Garne sind in der Tabelle 2 gezeigt. Es muß hier noch darauf hingewiesen werden, daß in diesem Verfahren noch weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Garngleichmäßigkeit und zur Erhöhung der Garnfestigkeit stecken.

**Tabelle 2: Textile Eigenschaften der auf der SRW-Maschine erhaltenen glatten Multifilamente und der daraus hergestellten texturierten Filamentgarne**

Kennwert	Polyamidmultifilamente, hergestellt auf der SRW-Maschine 67 dtex und 100 dtex	Texturierte Garne, hergestellt aus den auf der SRW-Maschine erhaltenen Polyamidmultifilamenten, 67 dtex x 2 100 dtex x 2	
Rel. Reißkraft, p/dtex	≥ 4,2	≥ 3,6	≥ 3,4
Reißdehnung, %	40,0 ± 4,0	27,0	27,0
Variationskoeffizient der Dehnung, %	≤ 10,0		
Abweichungen des Titers vom Nennwert, %	± 2,0	± 2,5	± 2,5
Variationskoeffizient des Titers, %	2,0		
Schrumpfung nach Heißbehandlung, %	13,5 ± 1,0	≥ 25,0	≥ 15,0
Präparationsmittelgehalt, %	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 2,0
Weißgrad, %	≤ 78,0		
Abweichung des Weißgehaltes, %	± 3,5		

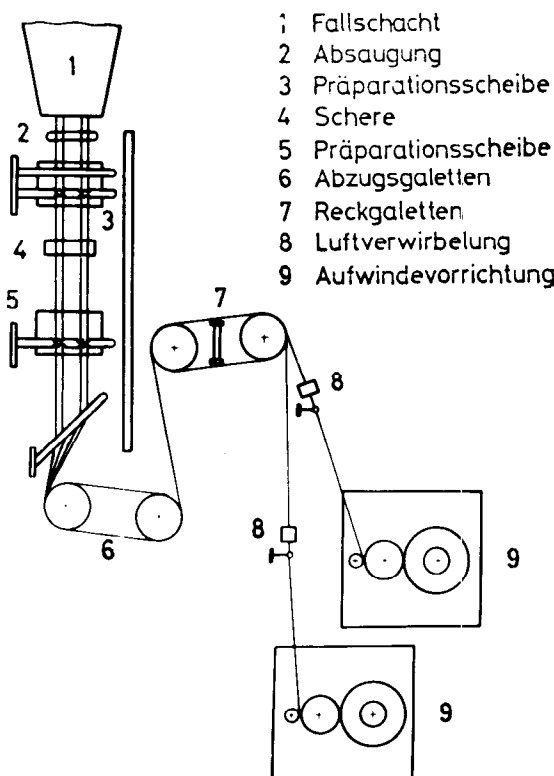


Abb. 6: Spinn-Reck-Winde-Maschine für Feinseide

Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die orientierende Verstreckung unmittelbar an frischgesponnenen Fäden vorgenommen wird, während man nach dem klassischen Verfahren Fäden mit einer stabilen kristallinen Struktur verstreckt, die sich beim unvermeidlichen Lagern der feuchten, unverstreckten Filamente bei Temperaturen oberhalb ihrer Einfriertemperatur ausbildet. Das führt, wie man der Tabelle 3 entnehmen kann, bereits in der ersten Reckstufe zu erheblichen Unterschieden in der Struktur der erhaltenen Filamente.

**Tabelle 3: Struktur der nach dem klassischen bzw. integrierten Verfahren erhaltenen Fäden**

Herstellungsverfahren	klassisch	integriert
Langperiode, Å	110	70
Desorientierungswinkel der Kristallite, Grad C	6	8
Typ des Kristallitgitters	defekte α-Form	γ-Form

Ferner ist diesen Angaben zu entnehmen, daß die nach dem klassischen Verfahren erhaltenen Filamente die defekte  $\alpha$ -Form des Kristallgitters besitzen, während für die nach dem integrierten Verfahren erhaltenen Fäden die für das nachfolgende Verstrecken günstigere  $\gamma$ -Form typisch ist.

Große Aufmerksamkeit wird heute der Texturierung teilorientierter Filamente geschenkt. Für die Wahl der optimalen Art der Texturierung ist eine ganze Reihe von Faktoren entscheidend. Einerseits sind es die Eigenheiten des Polymeren und seiner Verarbeitung, andererseits die Eigenschaften der herzustellenden Garne und deren Kräuselungscharakteristika.

**Das Falschdrahtverfahren**

Mit 1 Mio. U/min scheint die Falschdrahtspindel die Grenze ihrer Möglichkeiten erreicht zu haben. Dennoch bleiben die Entwicklung und der Betrieb von Maschinen, deren Spindeln mit Geschwindigkeiten von 1,2 bis 1,5 Mio. U/min arbeiten, wie z. B. die Maschine der Firma Murat, die mit einer pneumatisch-elektronischen Steuerung und einer Synchronisierung der Spindelgeschwindigkeiten versehen ist, nach wie vor interessant<sup>5</sup>.

Eine weitere Erhöhung der Geschwindigkeiten ist beim Falschdrahttexturieren anscheinend nur bei Friktionsaggregaten sinnvoll. Ein ernsthaftes Hindernis, das sich einer stärkeren Erhöhung der Geschwindigkeiten in den Weg stellt, ist die Notwendigkeit, die Heizzone und demnach auch die Maschinenabmessungen bedeutend zu vergrößern. Nun haben aber die am Shirley Institut durchgeführten Untersuchungen<sup>3</sup> gezeigt, daß die Fixiergeschwindigkeit nahezu verdoppelt werden kann, wenn man bei der Simultantexturierung statt vollverstreckter vororientierte Polyesterfäden verarbeitet.

Es können dafür mehrere Ursachen angeführt werden, wie z. B. das Freiwerden innerer Energie (infolge der Umkristallisation und der gemeinsamen Wirkung der Garndrehung und -reckung) sowie die kürzere Dauer der Umwandlung der Polymerstruktur im Garn.

Betrachtet man die Texturierung teilorientierter Fäden im ganzen, dann sind einige wichtige Vorteile dieser Verfahrensweise hervorzuheben, wie z. B.

- hohe Bauschigkeit der Garne bei gleichmäßigerer Zwirnung,
- gleichmäßige und tiefe Anfärbung der Garne bei geringerem Farbstoffverbrauch (Abb. 7),
- Verwendung von Spinnspulen,
- Verringerung der Produktionsfläche und des Stromverbrauches,
- Senkung des Lärmpegels usw.

Die Friktionstexturierung hat aber auch eine ganze Reihe von Problemen mit sich gebracht<sup>6-10</sup>, von denen folgende zu erwähnen wären:

- erhöhte Empfindlichkeit des Verfahrens gegenüber Störungen, die von der Spinnpräparation, von der Qualität des Spinnfadens, von Schwankungen der Fadenspannung und von der Maschineneinstellung herrühren,
- Schwierigkeiten bei der Wahl der erforderlichen Drehung, die vom Reckverhältnis, von der Präparation, von Friktionseigenschaften des Fadens und der Scheiben, von der Anzahl und Geometrie der Scheiben und anderem abhängt,
- Verlängerung der Heiz- und Kühlzone,
- erhöhte Anforderungen an das Scheibenmaterial,
- die Notwendigkeit, neue thermostabile Präparationsmittel zu schaffen.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, daß die Herstellung hochwertiger Garne beim Friktionsverfahren von der optimalen Übereinstimmung vieler Faktoren abhängt. Die meisten dieser Schwierigkeiten sind aber im wesentlichen überwunden.

Man hat soeben in der UdSSR eine nach dem Sequentialverfahren arbeitende Anlage zur Herstellung von Polyamidgarnen für die Strumpferzeugung in Betrieb genommen. Für 1980 ist die Errichtung einer großen Anlage zur Herstellung von texturierten Polyester-garnen nach dem Schnellspinn-Strecktexturier-Verfahren geplant.

Die mechanischen Eigenschaften dieser Garne zeigt die Tabelle 4.

Versuchsergebnisse, über die wir heute verfügen, lassen uns hoffen, daß in einigen Jahren Industrieanlagen in Betrieb gehen werden, auf denen die Herstellung einiger Typen texturierter Garne mit Geschwindigkeiten von 1000 m/min möglich sein wird.

Es wird aber auch die Meinung vertreten, wonach die breite Anwendung solcher Anlagen wegen der hohen Kosten, wegen der Schwierigkeiten, denen man bei der Automatisierung der kontinuierlichen Kontrolle der Einzelfadenqualität auf der Strecktexturiermaschine begegnet, sowie wegen der steigenden Anforderungen an die Eigenschaften der Polymeren und der Präparationsmittel angezweifelt wird<sup>11</sup>.

Die Erhöhung der Texturiergeschwindigkeit wirft aber noch ein anderes Problem auf, nämlich das der Herstellung weicher, gleichmäßig gewickelter Garnkörper, die sich für das Färben auf perforierten Hül-sen in Hochtemperaturfärbeanlagen eignen.

Um dieses Problem zu lösen, muß man die Texturiergeschwindigkeit auf 250 bis 450 m/min reduzieren, um dadurch Garnkörper niedriger oder mittlerer Härte zu erhalten, oder aber das Umspulen des Garns von harten Spulen auf weiche als zusätzliche Stufe vorsehen.

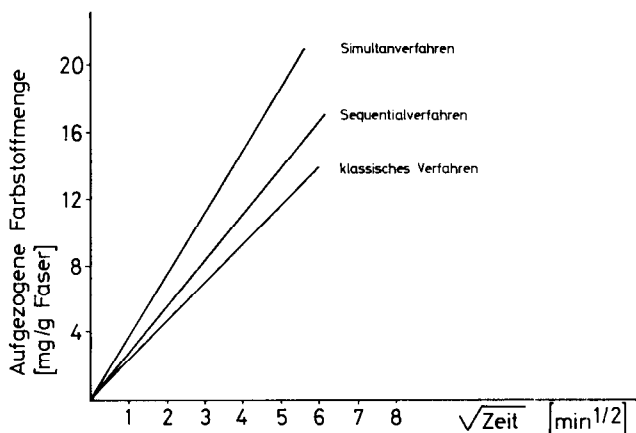


Abb. 7: Farbaufziehgeschwindigkeit der nach 3 Verfahren hergestellten texturierten PES-t-SET-Garne; Samaronblau HBL; 120° C

**Tabelle 4: Textile Eigenschaften sowie Kräuseleigenschaften der nach dem Friktionsverfahren texturierten rohweißen Polyamid- (Sequentialverfahren) und Polyestergerne (Simultanverfahren)**

Kennwerte	Polyamidfilamentgarne			Polyesterfilamentgarne	
	16,7 - 33,0 dtex	16,7 - 33,0 dtex	84,0 dtex	110,0 dtex	167,0 dtex
Rel. Reißkraft, p/dtex	3,6	3,6	4,05 ± 0,45	4,1 ± 0,45	4,1 ± 0,45
Variationskoeffizient der Reißkraft, %			7,0	7,0	7,0
Reißdehnung, %	35 ± 5	35 ± 5	35 ± 5	32 ± 4	32 ± 4
Variationskoeffizient der Dehnung, %			10,0	10,0	10,0
Abweichung des Titers vom Nennwert, %	± 3,0	± 2,5			
Variationskoeffizient des Titers, %			1,7	1,5	1,5
Kräuseldehnung, %	300	300			
Kräuselbeständigkeit, %	65	65			
Kochschrumpf, %			3,0 ± 1	3,0 ± 1	3,0 ± 1

Beide Varianten sind mit unerwünschten ökonomischen Folgen verbunden. Aus diesem Grund schlug Dr. S a v i n o v vor, das Doppeldrahtverfahren zu benutzen, dabei von harten Spulen auszugehen und das gezwirnte Rohgarn zu weichen Garnkörpern aufzuwickeln. Das Schema dieses Verfahrens ist in der Abbildung 8 gezeigt. Es weist einige wesentliche Vorteile auf:

- Die Aufspulgeschwindigkeit bietet die Möglichkeit, gleichmäßig und weich gewickelte Garnkörper herzustellen.
- Die Leistung der Texturiermaschine wird nicht verringert.
- Alle eventuellen Fadenbrüche werden beim Umspulen der gefärbten weichen Wickel beseitigt und auf die Stirnseite der Cone gebracht.
- Die Ablagerung der Oligomeren auf der Zwirnmachine wird verringert.
- Durch Umspulen haben nahezu sämtliche Spulen das volle Gewicht.
- Die Fadenbruchhäufigkeit beim Umspulen wird dank der besseren Ablaufeigenschaften des gezwirnten, weich gewickelten, gefärbten Garns reduziert.

Die mechanischen Eigenschaften des nach dem besprochenen Schema erhaltenen gefärbten Polyestergerne, 167 dtex/32 x 2, sind in der Tabelle 5 aufgezeigt.

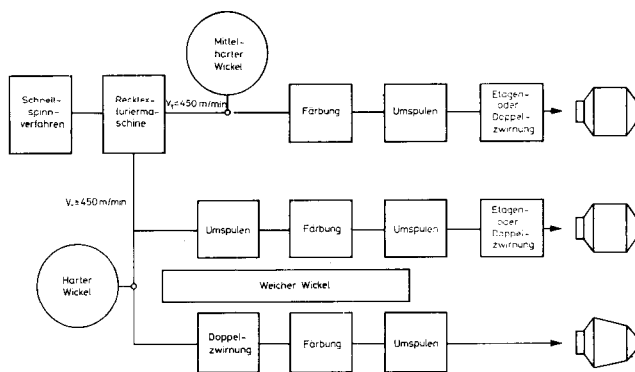


Abb. 8: Schema der Herstellung gefärbter und gezwirnter texturierter Multifilamentgarne

Die Verarbeitung dieses Garns hat ergeben, daß das Garn in den inneren Lagen des gefärbten Wickels, der auf der Federhülse aufliegt, eine geringfügige veränderte Struktur aufweist, was auf die beim Färben infolge einer Spannung stattfindende Veränderung des Garnquerschnittes zurückgeführt wird.

Diese Garndeformation tritt bei der Verarbeitung des Garns zu strukturierten bzw. mehrfarbigen Stücken praktisch nicht in Erscheinung.

**Tabelle 5: Textile Eigenschaften sowie Kräuseleigenschaften der ungezwirnten, gezwirnten und gefärbten Polyamidfilamentgarne 167 dtex / 32 x 2 (Simultanverfahren)**

Kennwerte	Texturierte Filamentgarne 167 dtex/32 x 2, Type HE			Texturierte Filamentgarne 167 dtex/32 x 2, Type SET		
	ungezwirnt	gezwirnt	gefärbt und umgespult	ungezwirnt	gezwirnt	gefärbt und umgespult
Titer, dtex	340	336	350	330	341	352
Rel. Reißkraft, p/dtex	3,71	3,34	3,20	3,07	3,24	3,14
Reißdehnung, %	15,4	16,8	22,2	18,9	19,1	22,6
Kontraktion, %	64,0	35,4	5,6	20,0	18,6	4,5
Kräuselbeständigkeit, %	67,5	65,0	64,0	63,0	61,0	59,0

### Andere Verfahren zur Herstellung voluminöser Garne

Garne mit einer zickzackförmigen bzw. komplizierten, unregelmäßigen Kräuselung stellt man nach dem Stauchkräuselverfahren her, das gegenwärtig weniger verbreitet als das Falschdrahtkräuseln ist.

Einige Entwicklungen im Bereich der mechanischen und der aerodynamischen Stauchkräuselung, die ein konstantes Verhältnis der Stauch- und der Abzugsgeschwindigkeit und ebenso einen konstanten Druck in der Stauchkammer gewährleisten, lassen die Hoffnung auf einen breiten industriellen Einsatz dieses Verfahrens zu<sup>12</sup>.

Anhand von Werbeinformationen könnte man als Beispiele solcher Stauchkräuselmaschinen den Super-Speed-Crimper der Firma Georg Sahn (BRD) und die Fiber-M der Firma Heathcoat (GB) nennen, die mit Geschwindigkeiten bis zu 4000 m/min arbeiten. Es wird mitgeteilt, daß auf diesen Maschinen sowohl Garne für den Teppich- als auch für den Bekleidungssektor produziert werden können.

Neue Möglichkeiten für das Stauchkräuselverfahren ergeben sich auch aus der Verarbeitung vororientierter Garne mit nachfolgender Verstreckung derselben.

An unsere Untersuchungen knüpfen wir große Hoffnungen auf das aerodynamische Texturieren mit Geschwindigkeiten um 1000 m/min.

Als Ausgangsmaterial kann man dabei eine große Anzahl verschiedener Garne einsetzen, darunter vororientierte, thermoplastische und nichtthermoplastische Garne. Dieses Verfahren kann durch Kombination verschiedener Faserarten das Assortiment textiler Garne bedeutend bereichern.

Dieses Referat, das keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sollte einen Überblick über den Stand der Entwicklung der Texturierverfahren in der UdSSR geben und einige Probleme aufzeigen, an deren Lösung sowjetische Fachleute arbeiten.

### Literatur:

- 1) G. Schubert; Chemiefasern/Text. Ind. **28/80** (2), 122 - 128 (1978)
- 2) N. Simidzu; Kasen Geppo (3), 42 - 51 (1977)

- 3) W. J. Morris; Lenzinger Ber. **44**, 60 - 67 (1978)
- 4) W. Sattler, H. Dawczynski, P. Bartel, W. Weiß; Preprints II Internat. Symposium on Man-Made Fibres, Kalinin 1977, Part II S. 150 - 167
- 5) J. Lünenschloß; Melliand Textilber. **59** (2), 110 (1978)
- 6) H. Weinsdörfer; Melliand Textilber. **59** (2), 111 (1978)
- 7) H. Weigert; Chemiefasern/Text. Ind. **28/80** (4), 336 - 345 (1978)
- 8) H. H. Sturhahn; Chemiefasern/Text. Ind. **28/80** (4), 346 - 352 (1978)
- 9) G. C. Dupeuble; L'Ind. Text. N 1070, 443 - 445 (1978)
- 10) P. Däfler; Chemiefasern/Text. Ind. **28/80** (4), (1978)
- 11) K. Grennwood; Text. Asia **7** (12), 48 - 52 (1976)
- 12) V. Sahn; Melliand Textilber. **59** (3), 214 - 215 (1978)

### Diskussion

**Riggert:** Seit ungefähr 20 Jahren beschäftigt man sich damit Polyamid 6 kontinuierlich zu polymerisieren, zu extrahieren und dann direkt zu verspinnen. Sie gehen nun einen Schritt weiter und schließen auch einen Streckprozeß daran. Das Endmonomerisieren wird, ich nehme an, auch in ihrem Prozeß in einem Vakuumbereich durchgeführt. Diese Vakuumstufe ist meistens als Dünnschichtverdampfer angelegt. Das Problem dabei ist, daß zwar vorwiegend Monomeren aus der Schmelze entfernt werden, daß aber die Oligomeren in der Schmelze verbleiben. Nach meiner Erfahrung erreicht man im Garn einen wasserlöslichen Extraktanteil, bei Kochtemperatur gemessen, in der Größenordnung von 3%. Für feine Filamente ist dieser Anteil für die Weiterverarbeitung in der Regel zu hoch. Es ergeben sich Ablagerungen an den Stellen, die mit dem Faden in Berührung kommen, beispielsweise an Fadenführern, die die Reibungsverhältnisse beeinflussen. Wie hoch liegt bei Ihnen der wasserlösliche Extraktanteil?

**Tschegolja:** Sie haben recht, daß bei der Dünnschichtverdampfung große Mengen von Oligomeren gebildet werden. Wir beherrschen aber heute eine Variante des Prozesses, nach der der wasserlösliche Anteil nicht mehr als 2% beträgt. Selbstverständlich führt das bei feineren Fäden zu Problemen, wenn es sich aber um gröbere Fäden handelt, wie in unserem Fall, dann verläuft dieser Prozeß ohne Schwierigkeiten.

## Modifizierung von Textilien aus Polyesterfasern mit Niedertemperaturplasma

Dipl.-Ing. Witold Rakowski, Doz. Dr. Marian Okoniewski; Textilinstitut Lodz, VR Polen

Die Behandlung von Textilien aus Polyesterfasern mit NTP kann man heute als umweltfreundliche und energiesparende Alternative zu einigen bestehenden additiven Ausrüstungsverfahren betrachten.

Als Plasma bezeichnet man eine hochreaktive Mischung von Ionen, Elektronen und angeregten Gasmolekülen, die am einfachsten durch Glimmentladung bei einem Druck von  $\leq 100$  Torr erzeugt werden kann. Für die Modifizierung von thermoplastischen Polymeren ist die Anwendung von NTP mit relativ hoher Elektronenenergie bei niedriger Gastemperatur besonders interessant. Die Einwirkungstiefe von NTP ist auf die Faseroberfläche begrenzt.

Die durch Plasmaeinwirkung verursachten Veränderungen der Polyesterfasern sind von der Gasart und dem Gasdruck, von der spezifischen Energiedichte und Behandlungszeit sowie von der Art der Energiezuführung abhängig.

Die Behandlung von Geweben aus texturierten Polyesterfasern mit Luftplasma während einer Zeit von 5 - 30 s bei einer Stromdichte von 0,5 - 2,0 mA/cm<sup>2</sup> und einem Gasdruck von 1 Torr bringt wesentliche Veränderungen der Gewebeeigenschaften. Diese Behandlung reduziert die Tropfeneindringungszeit von  $\geq 300$  s auf  $\leq 1$  s und erhöht die Saughöhe von  $\leq 20$  mm auf  $\geq 200$  mm; gleichzeitig ist die Schmutzauswaschbarkeit mit den Effekten vergleichbar, die durch eine additive SR-Ausrüstung zu erreichen sind. Diese Effekte sind waschbeständig.

Ganz andere Effekte, z. B. Hydrophobierung, Oleophobierung oder auch Adhäsionsverbesserung, kann man durch die Einwirkung von Plasma erreichen, das durch Mischen von inerten Gasen mit ausgewählten Beimischungen, z. B. Halogene, erzeugt wird.

Das NTP von inerten Gasen ist auch für die Initiierung der Gasphasenpfpfropfung von ausgewählten Vinylmonomeren geeignet. Diese Verfahrensweise wurde beim SAC-Plasma-Grafting-Process bis zum Produktionsmaßstab entwickelt.

Ein Vergleich zwischen der Plasmabehandlung und dem SAC-Verfahren hinsichtlich der erzielbaren Effekte, der Waschbeständigkeit und Kosten wird auch gegeben.

The treatment of textiles, made from textured polyester yarns, with low-temperature plasma, could be considered as an environmentally and energetically attractive alternative to certain additive finishing treatments at present. Plasma is a highly reactive and highly energetic mixture of ions, electrons and gas molecules that can be created relatively simply by glow discharge in gases at a pressure  $\leq 100$  Torr. The application of the plasma to modify temperature sensitive polymers is restricted to the low-temperature plasma characterized by high kinetic energy of electrons, low kinetic energy of neutral gas molecules and consequently low temperature of the gaseous mixture.

The penetration of cold plasma is limited to the polymer surface.

The changes in the surface properties of polyester fibers treated with low temperature plasma are dependent on the gas type and pressure, specific energy density, exposure time and mode of the energy dissipation.

The treatment of woven fabrics made from textured polyester yarns with air plasma during 5 - 30 seconds at an air pressure of 1 Torr and current density of 0,5 - 2,0

mA/cm<sup>2</sup> leads to very considerable changes in the fabric properties. The wetting time is reduced by this treatment from  $\geq 300$  s down to  $\leq 1$  s and the wicking-height rises from  $\leq 20$  mm to over 200 mm. This treatment imparts soil release properties also which can be favourably compared with results achieved by an additive soil release finishing.

The properties resulting from a plasma treatment are wash-resistant.

The treatment with cold plasma generated in a mixture of noble gases and other selected substances such as halogenes results in completely different properties e. i. water or oil repellency, improved adhesion to other polymers etc.

The plasma of noble gases can be used to initiate the grafting of selected vinyl compounds to textile fabrics. The SAC Plasma Grafting Process is an example of the commercial application of this method.

A comparison between the SAC-Process and the plasma treatment with regard to the achievable properties, their washfastness and costs will also be given.

### 1. Einleitung

Die ständig wachsende Verwendung von Synthesefasern in Textilerzeugnissen hat dazu geführt, daß nicht nur ihre unbestreitbaren Vorteile, sondern auch viele Nachteile oder Mängel bekannt wurden, welche einen wesentlichen Einfluß auf die Beurteilung dieser Erzeugnisse durch die Verbraucher oder potentiellen Käufer haben.

Es ist anzunehmen, daß in den nächsten 5 bis 10 Jahren die derzeit bekannten klassischen Synthesefasern zum überwiegenden Teil die Rohstoffbasis für die Textilindustrie bilden werden. Diese Tatsachen erklären das Interesse, welches Untersuchungen über die Modifizierung der Eigenschaften von Polyester- und Polyamidfasern sowie der aus diesen Fasern hergestellten Textilerzeugnisse genießen. Klassische Ausrüstungsverfahren mit additiven Veredlungsmitteln (sehr effektiv z. B. als krumpffreie Ausrüstung bei Erzeugnissen aus Cellulosefasern) haben bei Polyamid- oder Polyesterfasern eher eine geringe Wirksamkeit. Als Beispiel kann man hier die permanente antistatische Ausrüstung nennen, die seit mehreren Jahren allgemein bekannt ist, aber trotzdem nur in sehr begrenztem Maßstab durchgeführt wird.

Die lange Lebensdauer der Erzeugnisse aus Synthesefasern stellt hohe Anforderungen an die Beständigkeit der erzielten Gebrauchseigenschaften, besonders hinsichtlich der Haushaltswäsche. Die klassischen Veredlungsmittel verhalten sich in dieser Hinsicht nicht ideal, da sie in der Regel nur gegen 5 bis 20 Wäschen beständig sind, die Mehrheit von Textilerzeugnissen aus Synthesefasern jedoch mindestens hundertmal gewaschen wird.

Das Ziel der Arbeiten über die Modifizierung der Eigenschaften von Textilerzeugnissen aus Synthesefasern war daher, neue Gebrauchseigenschaften, die während der ganzen Benutzungszeit dieser Erzeugnisse erhalten bleiben, zu schaffen.

Zu diesen neuen Eigenschaften der für Bekleidungs-zwecke bestimmten Synthesefasern zählen heute:

- Feuchteaufnahme und Feuchttransport,
- verbesserte Auswaschbarkeit der Fett- und Pigmentansammlungen sowie
- verminderte Anschmutzbarkeit.

Ihre Bedeutung für den Tragekomfort ist aber noch immer umstritten<sup>1</sup>. In den sechziger Jahren herrschte vor allem die Meinung, daß diese Eigenschaften durch eine hydrophile, in Wasser quellende Schicht eines anderen Polymeren an der hydrophoben Faseroberfläche erzielt werden können. Anfang der siebziger Jahre änderte man diese Meinung und vertritt heute die Ansicht, daß viel wichtiger als die Bildung einer hydrophilen, in Wasser quellenden Polymeroberfläche an der Faseroberfläche die Bildung einer ausreichenden Menge von hydrophilen, zur schnellen Reaktion mit Wasser befähigten Gruppen an der Faseroberfläche sei. Die zunehmende Bedeutung, die dem Charakter der Faseroberfläche beigemessen wird, ließ sowohl die Pffropfpolymerisation, durch die eine neue, mit der Fasersubstanz kovalent verbundene Polymerschicht erreicht wird, als auch andere Methoden, die eine Veränderung der Faseroberfläche bewirken, an Interesse gewinnen. Die Pffropfpolymerisation kann man unter anderem mit chemischen bzw. strahlenchemischen Mitteln sowie durch die Einwirkung des Niedertemperaturplasmas, das z. B. durch Glimmentladung in Gasen entsteht, initiieren.

Das Niedertemperaturplasma (NTP) bewirkt aber nicht nur die Initiierung der Pffropfpolymerisation, sondern auch Veränderungen der Eigenschaften der Faseroberfläche ohne polymerisierbare Verbindungen.

## 2. Literaturübersicht

### 2. 1. Niedertemperaturplasma (NTP)

Unter dem Begriff *Plasma* versteht man den Ionisierungszustand eines aus Ionen, Elektronen und elektrisch neutralen Partikeln bestehenden Gases, in dem die Anzahl der positiven und negativen Ladungsträger gleich ist. Einen solchen Gaszustand kann man sowohl durch die Einwirkung sehr hoher Temperaturen als auch durch die Einwirkung eines elektrischen oder magnetischen Feldes erreichen. Für die Modifizierung organischer Polymerer ist das sogenannte Niedertemperaturplasma (kalte Plasma) am wichtigsten, das z. B. in der Säule der Glimmentladung mit einer durchschnittlichen Elektronenenergie im Bereich von 1 bis 10 eV bei einer Elektronendichte von  $10^9$  bis  $10^{12}$  cm<sup>-3</sup> und unterschiedlicher Energie der Elektronen und Gaspartikeln entsteht.

Aus diesem Grund kann man solche Plasmen auch als nichtisotherm bezeichnen. Einer mittleren Energie von 1 eV entspricht eine Temperatur von 7730° K, während gleichzeitig die Temperatur des Entladungsgases im Bereich der Raumtemperatur liegt. Infolge des geringen Energieaustausches bei einem elastischen Zusammenstoß zwischen einem Elektron und einem Atom kann ein energetisches Gleichgewicht erst nach einer großen Anzahl von Stößen hergestellt werden. Die Elektronen sammeln daher durch Beschleunigung im elektrischen Feld hohe Energiebeiträge an, bis ein Gleichgewichtszustand zwischen der Energieaufnahme und der Energieübertragung auf die Atome erreicht wird, sodaß die Elektronentemperatur bei Niederdruckentladungen in der Regel 10 bis 100 mal höher ist als die Temperatur des neutralen Gases.

Vom Standpunkt der Polymermodifizierung ist das Verhältnis zwischen der Elektronentemperatur (als

ein Maß für ihre Energie betrachtet) und der Temperatur des neutralen Gases entscheidend. Infolge der relativ hohen Elektronenenergie sind weitgehende Veränderungen — bis zum Bruch der kovalenten Bindungen (erforderliche Energie: 4 bis 9 eV) der Polymeroberflächen — ohne weiteres möglich, und gleichzeitig ist die thermische Beschädigung des zu modifizierenden Polymeren wegen der niedrigen Temperatur des neutralen Gases ausgeschlossen.

### 2. 2. Erzeugung des Niedertemperaturplasmas (NTP)

Wie oben erwähnt wurde, wird für die Modifizierung der Polymeren meistens das in der Säule der Glimmentladung entstehende Niedertemperaturplasma angewendet. Die Glimmentladung kann man am einfachsten durch das Anlegen einer Spannung in der Größenordnung von mehreren hundert Volt an zwei Elektroden erreichen, die im Gas bei einem Druck unter 100 Torr (133,32 h PA) untergebracht sind. Je nach der Frequenz der angelegten Spannung sind grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Erzeugung der Glimmentladung gegeben, und zwar:

- mit Elektroden im Entladungsraum,
- mit außenliegenden Elektroden.

#### 2. 2. 1. Die Glimmentladung mit Elektroden im Entladungsraum

Für die Gleich- sowie Wechselspannung mit Frequenzen unter 1 MHz ist ein direkter Kontakt zwischen den für die Spannungszuführung verwendeten Elektroden und dem Entladungsgas notwendig. Da die elementaren Ionisationsprozesse, die zum *Durchschlag* des Gases führen können, nur  $10^{-6}$  bis  $10^{-8}$  s dauern, ist der Entladungsvorgang für Gleich- und Wechselspannungen mit Frequenzen unter  $10^6$  Hz (1 MHz) grundsätzlich derselbe, und lediglich die Gasionisation wird durch ein relativ langsam pulsierendes Feld beeinflusst. Unter diesen Bedingungen rekombinieren die in den ionisierten Gasen hervortretenden Elektronen an den Elektroden, der Durchschlagsprozeß wird durch die Beweglichkeit der ionisierten Partikeln, hauptsächlich durch Elektroden bestimmt.

#### 2. 2. 2. Die Glimmentladung mit außenliegenden Elektroden

Bei Frequenzen über  $10^6$  Hz (1 MHz) haben die in dem ionisierten Gas vorhandenen Elektronen keine Zeit, um die Elektroden oder gar die Gefäßwände zu erreichen. Deshalb ist die Gasionisation durch die Elektronenkollisionen bestimmt, und ein direkter Kontakt zwischen den spannungsführenden Elektroden und dem Entladungsgas ist nicht mehr notwendig.

### 2. 3. Anwendungsmöglichkeiten des Niedertemperaturplasmas

Niedertemperaturplasma wurde von vier niederländischen Forschern im Jahre 1796<sup>3</sup> erstmals bei der Polymerisation von Äthylen verwendet. Bis Ende der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts wurden keine grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiet verzeichnet.

Die ursprüngliche Verwendung des NTPs wurde mit der Herstellung von dünnen, dichten (pin-hole free) isolierenden Schichten für elektronische Bausteine verbunden. Die in der Mitte der sechziger Jahre



durchgeführten Grundlagenuntersuchungen über neue Anwendungsmöglichkeiten für das NTP haben ein sehr breites und umfangreiches Gebiet erschlossen. Die wichtigsten Anwendungsbereiche des NTPs werden in zwei Veröffentlichungen<sup>4, 5</sup> der siebziger Jahre ausführlich besprochen.

Diese Anwendungsbereiche kann man folgendermaßen aufgliedern:

- Herstellung halbdurchlässiger (semipermeabler) Membrane<sup>6, 7, 8</sup>,
- Polymere für medizinische Zwecke<sup>9, 10, 14</sup>,
- dünne (pin-hole free) Isolierschichten für elektronische Elemente<sup>11, 12, 13</sup>,
- hochintegrierte optische Bauelemente<sup>15, 16, 17, 18</sup>,
- Polymerisation von Vinylverbindungen zu Polymeren mit spezifischen Eigenschaften sowie anderen Verbindungen (z. B. Benzophenon),
- Behandlung der Polymeroberfläche<sup>19, 20, 21, 22, 23, 24</sup>,
- Initiierung der Pfpfropolymerisation<sup>25, 26</sup>,
- Vorbereitung der Proben zur Analyse<sup>27</sup>.

Durch die Behandlung von Polymeroberflächen mit NTP kann man bestimmte Eigenschaften, z. B. Adhäsion<sup>28</sup> und Benetzbarkeit<sup>29</sup>, positiv ohne negative Beeinträchtigung anderer Eigenschaften beeinflussen.

Am gründlichsten sind die Veränderungen der Adhäsion nach einer NTP-Einwirkung auf Polyäthylen<sup>30</sup>, Polypropylen und Polytetrafluoräthylen<sup>31</sup> erforscht; relativ wenig Information liegt für Polyäthylenterephthalat, Polyamid 6,6 oder Celluloseacetat<sup>32</sup> vor.

## 2. 4. Modifizierung von Textilerzeugnissen mittels NTP

### 2. 4. 1. Veränderungen der Oberflächeneigenschaften

Die meisten der durch die Einwirkung von NTP verursachten Veränderungen sind infolge der geringen Einwirkungstiefe des NTPs auf die Oberfläche von Folien oder Fasern begrenzt. Nur wenige Arbeiten befassen sich mit der Einwirkung von NTP auf Textilerzeugnisse und hier hauptsächlich mit Veränderungen der Oberflächeneigenschaften, wie beispielsweise Adhäsion oder Benetzbarkeit. Polyesterfasern wurden in dieser Hinsicht relativ selten untersucht<sup>33, 34, 39</sup>.

Die Beständigkeit von Wolle gegen Verfilzen läßt sich durch Einwirkung von NTP ganz erheblich verbessern<sup>35, 36, 37</sup>.

Die Einwirkung von Argonplasma verbessert das Wasseraufnahmevermögen von Baumwollfasern<sup>40, 41</sup>.

### 2. 4. 2. Initiierung der Pfpfropolymerisation

NTP kann man auch für die Initiierung der Pfpfropolymerisation, besonders in der Gasphase, anwenden. Die ersten Arbeiten auf diesem Gebiet stammen aus den sechziger und den frühen siebziger Jahren.

Die mit Argonplasma initiierte Polymerisation von Acrylsäure und anderen Monomeren auf Polyestergerewebe in der Gasphase wurde von Byrne und Brown untersucht<sup>53</sup>. In diesen Untersuchungen wurde festgestellt, daß die auf diese Weise gepfropfte Acrylsäure die Beständigkeit der Gewebe gegen Rückvergrauung in der Waschflotte verbessert.

Die größte praktische Bedeutung haben jedoch die Arbeiten von Coleman, Fales, Howe und Mitarbeitern der Surface Activation Corporation, Westbury, New York, USA. In dieser Firma wurde ein Verfahren zum Aufpfropfen von Acrylsäure auf Polyestergerewebe mit Argon-Plasma-Initiierung von der Grundlagenforschung bis zum Produktionsmaßstab entwickelt<sup>42, 43, 44, 45</sup>. Die einzige Produktionsanlage für dieses Verfahren war von 1975 bis 1977 bei der United Piece Dyeworks, Edenton, North Carolina, USA, im Betrieb. Im Jahre 1977 wurde diese Anlage, wahrscheinlich wegen der hohen Betriebskosten und technischen Schwierigkeiten, stillgelegt<sup>1</sup>.

Die nach dem SAC-Verfahren modifizierten Polyestergerewebe zeichnen sich durch ausgezeichnete Benetzbarkeit, hydrophile Oberfläche und sehr gute Schmutzauswaschbarkeit (Soil-Release-Effekt) aus.

Diese neuen Eigenschaften sind auch gegen mehrmaliges Waschen im Haushalt absolut beständig.

NTP kann man auch für die Initiierung der Pfpfropolymerisation nichtflüchtiger Vinylmonomere, wie z. B. fluorhaltige Verbindungen oder Salze der Acrylsäure<sup>38</sup> auf Wolle, verwenden.

Die in den USA durchgeführten Untersuchungen zeigten, daß die Polyvinylalkoholschichte auf Geweben durch die Einwirkung von Sauerstoffplasma zu ökologisch harmlosen Produkten, wie Kohlendioxid und Wasser, abgebaut werden kann<sup>46</sup>.

## 2. 5. Die Arbeitsrichtungen auf dem Gebiet der NTP-Verwendung

Das Interesse für NTP hinsichtlich der Modifizierung von Polymereigenschaften nimmt ständig zu; fast in jedem Heft des Journal of Applied Polymer Science kann man heute eine Veröffentlichung über dieses Thema finden.

In den letzten Jahren kamen einige neue Anwendungsgebiete für NTP hinzu, und zwar:

- Sterilisation von temperaturempfindlichen Erzeugnissen<sup>47, 48</sup>,
- Oberflächenfluorierung von Folien und Fasern durch Glimmentladung in Perfluorverbindungen, z. B. Tetrafluormethan<sup>49, 50, 1</sup>,
- Einführung bestimmter Funktionsgruppen, z. B. -NH<sub>2</sub> in die Polymeroberfläche durch gezielte Zusammenstellung der Gasmischung in der Entladungszone<sup>51, 52</sup>.

## 3. Eigene Arbeiten über die Verwendung von NTP zur Modifizierung von Textilerzeugnissen

### 3. 1. Modifizierung von Flächegebilden

Das Hauptziel aller Untersuchungen über die Modifizierung von textilen Flächegebilden ist zu erforschen, in welchem Maße Eigenschaften von Textilerzeugnissen aus Synthesefasern durch die Einwirkung des NTPs oder der plasmainitiierten Gasphasenpfropfung beeinflusst werden können. Aufgrund von Literaturangaben wurden die Fragen über die verbesserte Fett- und Pigmentschmutzauswaschbarkeit, Benetzbarkeit und Saugfähigkeit vordringlich behandelt. Andere Eigenschaften, wie z. B. Hydrophobie, Oleophobie usw., werden auch untersucht.

3. 2. Laboranlagen zur Modifizierung der Flächengebilde

Die Flächengebilde wurden in einer Laboranlage als eine zwischen zwei parallelen flachen Elektroden aus Niro-Stahl (und gegebenenfalls durch eine nachgeschaltete Pflöpfkammer) kontinuierlich hindurchlaufende Warenbahn von 18 cm Breite der Glimmentladung ausgesetzt (Abb. 1). Mit der verwendeten Pumpenanordnung wurden Vakuumwerte unter  $6,7 \times 10^{-5}$  hPa ( $5 \times 10^{-5}$  Tr) erreicht. Die Elektroden wurden mit Leitungswasser gekühlt; zur kontinuierlichen Temperaturmessung wurde ein Thermoelement angewendet.

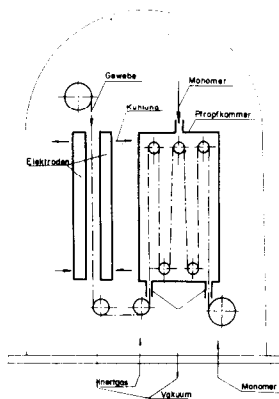


Abb. 1: Laboranlage zur Behandlung der Gewebe mit NTP und Gasphasenpflöpfung (Arbeitsbreite 18 cm).

Anfänglich wurde auch eine Anordnung mit wassergekühlten, 28 cm breiten Elektroden im liegenden Vakuumbehälter verwendet (Abb. 2). Mit dieser Pumpenanordnung wurden hierbei Endvakua unter  $6,7 \times 10^{-2}$  hPa ( $5 \times 10^{-2}$  Tr) erreicht.

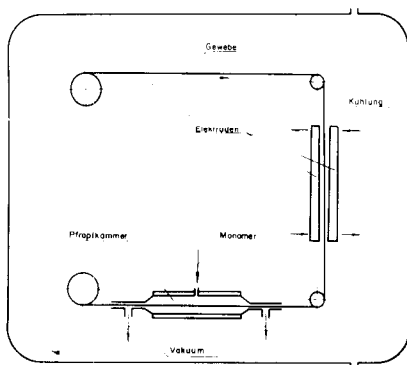


Abb. 2: Laboranlage zur Behandlung der Gewebe mit NTB und Gasphasenpflöpfung (Arbeitsbreite 28 cm).

4. Durch NTP-Einwirkung verursachte Veränderungen der PET-Oberfläche

Die im ersten Teil dieses Vortrages angeführten Arbeiten befassen sich hauptsächlich mit Veränderungen der Polymeren durch die Einwirkung von NTP, die mit HF-Entladungen mit Frequenzen im Bereich von

13,56-27,2 MHz erzeugt wurden; in nur wenigen Arbeiten sind niedrigere Frequenzen erwähnt. Der Mechanismus der Energieübertragung ist, wie schon oben erwähnt, für niedrige (unter 1 MHz) und höhere (über 1 MHz) Frequenzen verschieden. Für die Praxis ist der Vergleich der Einwirkungen von Plasma, das mit Frequenzen unter 1 MHz bzw. über 1 MHz erzeugt wird, am interessantesten.

4. 1. Abhängigkeit der Veränderungen der Benetzbarkeit von PET-Textilerzeugnissen von den NTP-Parametern

Um reproduzierbare und vergleichbare Meßresultate zu erreichen, sind alle in Betracht kommenden Gewebe so lange gereinigt worden, bis die Saughöhe unter 25 mm und die Tropfeindringungszeit (nach AATCC 30/1970 bestimmt) über 300 s lag.

In Vorversuchen wurde festgestellt, daß die hydrophobe PET-Faseroberfläche durch NTP-Einwirkung in eine ausgeprägt hydrophile verwandelt wird.

4. 1. 1. Benetzbarkeit von Geweben aus texturierten Polyestergeräten

Die Gewebe aus texturierten Polyestergeräten (Flächenmasse 100 g/m) wurden durch NTP-Einwirkung modifiziert, wobei solche Parameter, wie Einwirkungszeit, Gasart und -druck, sowie die an die Elektroden zugeführte Stromleistung entsprechend variiert wurden. Diese Untersuchungen wurden für zwei Stromfrequenzen, 13,56 MHz und  $\leq 1$  MHz, ausgeführt.

Für die mit Plasma modifizierten Proben wurde die Saughöhe durch Messung zweier paralleler Proben bestimmt. Die Proben mit guter Saughöhe (über 100 mm) wurden 15 Minuten lang mit destilliertem Wasser im Linitest bei 60° C behandelt, um die Waschbeständigkeit der durch Plasmaeinwirkung erreichte Effekte bestimmen zu können. In späteren Versuchsreihen wurde auch die Wassertropfeindringungszeit nach AATCC 30/1970 bestimmt. Die Meßresultate sind in den Tabellen 1 - 3 angeführt.

Aus den in den Tabellen 1 - 3 zusammengestellten Resultaten können folgende interessante Erkenntnisse abgeleitet werden:

- Die Einwirkung von NTP auf Polyesterfasern verändert die hydrophobe Oberfläche in eine hydrophile, was sich unter anderem in einer Abnahme der Wassertropfeindringungszeit von über 300 s auf unter 1 s und einer Steigerung der Saughöhe von unter 25 mm bis auf über 200 mm zeigt.
- Für die Beurteilung der Oberflächenveränderungen von Polyesterfasern, die durch Plasmaeinwirkung verursacht werden, ist die Messung der Wassertropfeindringungszeit nach einer bestimmten Anzahl von Heißwasserbehandlungen am besten geeignet; die Werte der Saughöhen sind nicht genügend differenziert. Auch die Messungen der Saughöhe und der Wassertropfeindringungszeit direkt nach der Plasmabehandlung ermöglichen keine exakten Rückschlüsse auf die Effektivität der Plasmaparameter.
- Die Beständigkeit der hydrophilen Eigenschaften gegen die Behandlung mit heißem, destilliertem Wasser ist von der Gasart und vom Gasdruck so-

wie von der zugeführten Energie und dem Elektrodenabstand abhängig. Die Frequenz der zur Plasmaerzeugung verwendeten Spannung ist dagegen nur von untergeordneter Bedeutung.

Der Einfluß der Gasart auf die Beständigkeit der Polyesterfasernhydrophilierung ist jedoch nur im be-

grenzten Maße aussagekräftig, weil im Plasma immer ein bestimmter Anteil der Luft, also auch des Sauerstoffes, vorliegt. Dies beruht sowohl auf der Verwendung von technischen Gasen, die immer Sauerstoffspuren enthalten, als auch auf der Verwendung von Laboranlagen, die nicht absolut dicht sind.

**Tabelle 1: Saugfähigkeit und Benetzbarkeit der Gewebe aus texturierten Polyestergarnen nach der Plasmabehandlung**

Behandlungsparameter: Frequenz: 13,56 MHz  
 Gasart und -druck: Luft: 1,6 hPa (1,2 Tr)  
 Elektrodenabstand: 10 mm  
 Elektrodenfläche: 1225 cm<sup>2</sup>

Generatorstrom (mA)		Plasmaeinwirkungszeit (s)	Saughöhe (mm)		Wassertropfeneindringungszeit (s)	
Anodenstrom	Gitterstrom		vor der Wasserbehandlung	nach der Wasserbehandlung	vor der Wasserbehandlung	nach der Wasserbehandlung
270	97	5	140	112	2	172
460	90	5	120	110	3	44
270	97	15	147	87	1	144
460	94	15	146	91	3	38
270	97	30	124	93	3	108
460	92	30	129	108	3	53
270	97	120	126	111	2	67
460	92	120	140	121	1	23
—	—	0	25	20	300	300

**Tabelle 2: Saughöhe und Benetzbarkeit von Geweben aus texturierten Polyestergarnen nach der Plasmabehandlung**

Behandlungsparameter: Frequenz: ≤ 1 MHz  
 Elektrodenabstand: 10 mm

Gasart	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Druck (Tr)	Plasmaeinwirkungszeit (s)	Saughöhe (mm)		Wassertropfeneindringungszeit (s)	
				vor der Wasserbehandlung	nach der 10. Wasserbehandlung	vor der Wasserbehandlung	nach der 10. Wasserbehandlung
Stickstoff	0,41	1,0	30	106	72	6	107
	0,41	1,0	60	177	77	1	45
	0,41	1,0	120	155	77	1	50
	0,41	1,0	240	162	76	1	32
Luft	0,41	1,0	30	138	48	3	134
	0,41	1,0	60	160	83	1	57
	0,41	1,0	120	167	86	1	50
	0,41	1,0	240	172	91	1	26
	0,82	1,0	120	199	85	1	11
	1,64	1,0	120	187	85	1	51
	Kohlendioxid	0,41	0,5	120	179	70	2
0,41		0,5	240	163	64	4	25
0,41		1,0	120	190	80	1	105
0,41		1,0	240	194	100	1	25
0,82		1,0	120	178	109	1	42
0,82		1,0	240	198	112	1	12
0,82		2,0	120	170	172	1	17
0,82		2,0	240	188	86	1	17

Behandlung mit destilliertem Wasser während 15 Min. im Linitest bei 60°C.

**Tabelle 3: Saughöhe und Benetzbarkeit von Geweben aus texturierten Polyestergarnen nach der Plasmabehandlung**

Behandlungsparameter: Gasart und -druck: Luft 1,33 hPa (1 Tr)  
 Plasmaeinwirkungszeit: 240 s  
 Frequenz: ≤ 1 MHz

Elektrodenabstand (mm)	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	vor der Wasserbehandlung	Saughöhe (mm)					Wassertropfeneindringungszeit (s)					
			nach der Wasserbehandlung					nach der Wasserbehandlung					
			10	20	40	50	80	vor der Wasserbehandlung					
								10	20	40	50	80	
10	0,52	201	173	138	98	80	109	≤ 1	11	98	71	136	57
10	1,04	197	171	130	103	95	82	≤ 1	2	4	6	19	21
10	1,46	212	167	151	93	71	—	≤ 1	8	30	27	> 300	—
16	0,52	175	144	112	66	38	—	≤ 1	22	159	196	> 300	—
16	1,04	227	195	132	97	115	84	≤ 1	1	14	33	> 300	—
16	1,35	227	174	112	87	82	86	≤ 1	1	4	7	52	62

4.1.2. Optimierung der Plasmabehandlung für Polyester/Cellulose-Hemdengebe

Die oben angeführten Resultate haben gezeigt, daß die Parameter der Plasmabehandlung weniger die Benetzbarkeit der Textilware beeinflussen, sondern viel mehr die Beständigkeit dieses Effektes gegen eine Behandlung mit Wasser. Es erscheint daher vom praktischen Standpunkt aus interessant, die Anwendungsmöglichkeit der Plasmabehandlung für Polyester/Zellulose-Gewebe, die in sehr großem Umfang als Hemdenstoffe verwendet werden, zu überprüfen.

Die Untersuchungen wurden an einem entschlichteten und gebleichten Polyester/Zellulose-Hemdengebe (67/33) von ca. 60 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht durchgeführt.

Durch eine sorgfältige Spülung mit Wasser wurden die Netzmittelreste beseitigt, wodurch eine Wassertropfeneindringungszeit von über 300 s erreicht wurde. Die Plasmabehandlung wurde in einer Laboranlage mit 18 cm breiten Elektroden durchgeführt. Bei der verwendeten Pumpenanordnung wurden (mit Gewebe im Rezipienten) Endvakua unter  $6,7 \times 10^{-4}$  hPa ( $5 \times 10^{-4}$  Tr) erreicht. Die Leckrate für diese Anlage beträgt  $6,7 \times 10^{-5}$  hPa/s ( $5 \times 10^{-5}$  Tr/s).

Die Meßwerte der Wassertropfeneindringungszeit für Gewebe, die mit dem Plasma von drei Gasen bei verschiedenen Bedingungen in bezug auf den Druck, die Stromdichte und die Einwirkungszeit behandelt wur-

den, sind in den Abbildungen 3 bis 7 gezeigt. Da die Ware beim Überschreiten bestimmter Grenzwerte für die Stromdichte und die Plasmaeinwirkungszeit vergilbt, ist in der Abbildung 7 zusätzlich die Abnahme des Weißgrades angegeben.

Aus den in den Abbildungen 3 bis 7 angeführten Re-

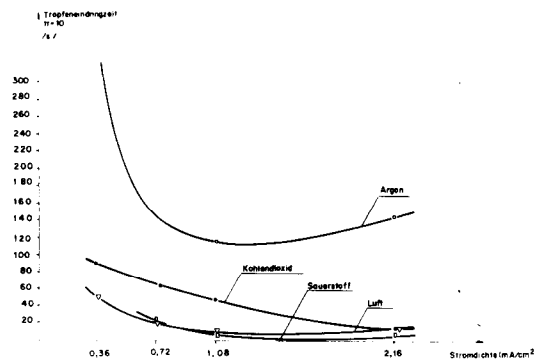


Abb. 3: Beziehung zwischen der Benetzbarkeit des Polyester/Zellulose-Mischgewebes nach der 10ten Heißwasserbehandlung und den Parametern der Plasmabehandlung (Druck 1,33 hPa/1 Tr); Einwirkungszeit 30 s, Frequenz  $\leq 1$  MHz.

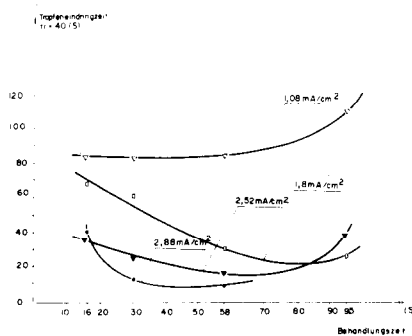


Abb. 4: Einfluß der Stromdichte auf die Benetzbarkeit des Polyester/Zellulose-Mischgewebes nach der 40sten Heißwasserbehandlung (Luftplasmaeinwirkungszeit 30 s, Druck 1,33 hPa; Frequenz  $\leq 1$  MHz).

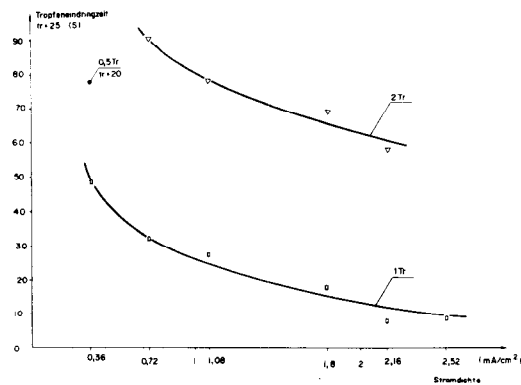


Abb. 5: Beziehungen zwischen dem Luftdruck, der Stromdichte und der Benetzbarkeit der Polyester/Zellulose-Mischgewebe nach der 20sten bzw. 25sten Heißwasserbehandlung (Einwirkungszeit 30 s, Frequenz  $\leq 1$  MHz).

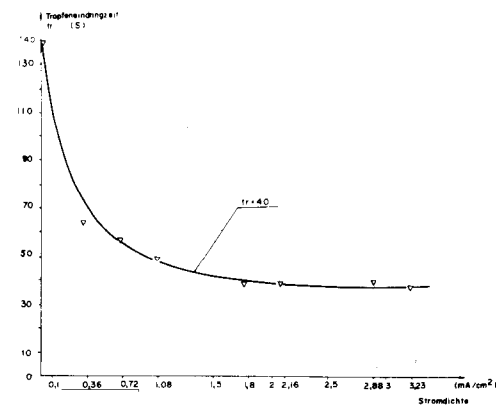


Abb. 6: Abhängigkeit der Wassertropfeneindringungszeit für Polyester/Zellulose-Mischgewebe nach der 40sten Heißwasserbehandlung von Stromdichte und Einwirkungszeit (Druck 1,33 hPa, Frequenz  $\leq 1$  MHz).

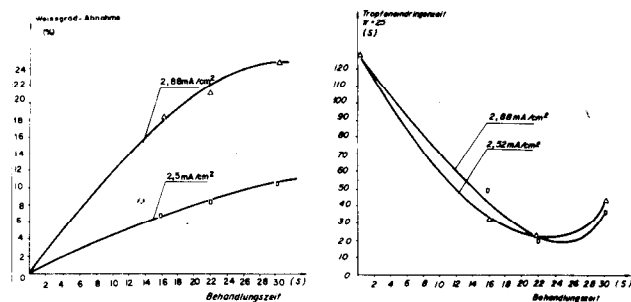


Abb. 7: Die Abhängigkeit der Benetzbarkeit (nach der 25sten Heißwasserbehandlung) und des Weißgrades (direkt nach der Plasmabehandlung) von Stromdichte und Einwirkungszeit des Luftplasmas (Druck 1,33 hPa, Frequenz  $\leq 1$  MHz).

sultaten können folgende Erkenntnisse (die übrigens mit den für Gewebe aus texturierten Polyestergeräten getroffenen Feststellungen weitgehend korrelieren) abgeleitet werden:

- Eine verbesserte, gegen mehrmalige Wasserbehandlung beständige Oberflächenbenetzbarkeit kann man durch Einwirkung des Plasmas solcher Gase erreichen, die entweder Sauerstoff enthalten (z. B. Luft) oder Sauerstoff abspalten können (z. B. Kohlendioxid).
- Die besten Resultate erreicht man eindeutig bei einem Druck von 1,33 hPa (1 Tr); jede Abweichung von diesem Wert verschlechtert die Benetzbarkeit.
- Die Beständigkeit der Benetzbarkeit gegen Wasserbehandlung ist von der Stromdichte und der Behandlungszeit, d. h. von der zugeführten Energie, abhängig.
- Bei einer Stromdichte unter 1,8 mA/cm<sup>2</sup> konnte man keine gegen Wasserbehandlung beständige Benetzbarkeit, unabhängig von der Plasmaeinwirkung, erreichen.
- Stromdichten über 2,52 mA/cm<sup>2</sup> führen zu einer beträchtlichen Gewebevergilbung und bei zu langer Behandlung zu verminderter Benetzbarkeit.

Die hier angeführten Resultate zeigen sehr deutlich, daß die Plasmabehandlung von mindestens vier voneinander unabhängigen Parametern, wie Gasart und Gasdruck, Stromdichte und Behandlungszeit, abhängig ist.

Andere Faktoren, wie z. B. Elektrodenmaterial und Elektrodenabstand, wurden in dieser Versuchsreihe nur am Rande untersucht, aber auch diese Parameter beeinflussen zweifellos die Resultate der Plasmabehandlung.

#### 4. 2. Einfluß der Plasmabehandlung auf die Auswaschbarkeit der Fett- und Pigmentansammlungen

Aus verschiedenen Veröffentlichungen ist bekannt, daß durch die Einwirkung von NTP eine ganz wesentliche Verbesserung der Auswaschbarkeit von Fett- und Pigmentansammlungen bei Textilerzeugnissen aus Synthefasern erreicht werden kann.

Vorversuche haben gezeigt, daß die verbesserte Oberflächenbenetzbarkeit der Polyestergeräten auch immer von einer erhöhten Auswaschbarkeit der Fett- und Pigmentansammlungen begleitet wird. Die Resultate einer orientierenden Versuchsreihe an Geweben aus texturierten Polyestergeräten sind in Tabelle 4 angeführt.

Die aus den hier benutzten Verfahren zur Bestimmung der Schmutzanfälligkeit und Schmutzauswaschbarkeit resultierenden Prüfergebnisse, d. h. niedriger Anschmutzungsgrad, bessere Auswaschbarkeit und kleinerer Restschmutzgehalt, deuten auf die verbesserten Trageigenschaften der Textilerzeugnisse hin.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde einerseits die Abhängigkeit der Schmutzauswaschbarkeit von den Parametern der Plasmabehandlung untersucht, andererseits die Beständigkeit der verbesserten Schmutzauswaschbarkeit gegen Haushaltswäschen geprüft. Die in dieser Versuchsreihe gesammelten Daten sind in den Tabellen 5 - 6 angeführt.

In der Tabelle 7 sind Daten über die Auswaschbarkeit von Fett- und Pigmentverschmutzungen für plasmabehandelte Polyester/Zellulose-Gewebe zusammengefaßt. Es konnten folgende Feststellungen abgeleitet werden:

- Die Auswaschbarkeit bei Fett- und Pigmentverschmutzungen läßt sich durch die Einwirkung von Luftplasma sowohl für Gewebe aus texturierten Polyestergeräten als auch für Polyester/Zellulose-Mischgewebe wesentlich verbessern.
- Die durch Plasmabehandlung erzielbare Verbesserung der Auswaschbarkeit von Fett- und Pigmentverschmutzungen ist von den Parametern der Plasmaeinwirkung, besonders der Behandlungszeit und Stromdichte, abhängig.
- Die durch Plasmaeinwirkung erreichte Verbesserung der Auswaschbarkeit von Fett- und Pigmentverschmutzungen ist weitgehend sowohl gegen Behandlungen mit destilliertem Wasser als auch gegen Waschen mit Detergenzien in Waschmaschinen beständig.

Es wurde auch der Einfluß der Gasart auf die Schmutzauswaschbarkeit geprüft; diese Untersuchungen haben ergeben, daß die verbesserte Schmutzauswaschbarkeit mit der Anwesenheit des Sauerstoffes im Entladungsraum verbunden ist. Die Einwirkung des Stickstoffplasmas verschlechtert die Schmutzauswaschbarkeit, während das Kohlendioxidplasma die Schmutzauswaschbarkeit, ähnlich wie das Luftplasma, verbessert.

**Tabelle 4: Abhängigkeit der Fettpigmentschmutzauswaschbarkeit für Gewebe aus texturierten Polyestergeräten von den Parametern der Luftplasmabehandlung**

Behandlungsparameter: Druck: 1,33 hPa (1 Tr)  
 Frequenz: 13,56 MHz  
 Elektrodenabstand: 10 mm  
 Anodenstrom: 460 mA  
 Elektrodenfläche: 1225 cm<sup>2</sup>

Plasmaeinwirkungszeit (s)	Saughöhe (mm)	Wassertropfeneindringungszeit (s)	Anschmutzungsgrad (%)	Schmutzauswaschbarkeit (%)
0	12	300	66,5	47,8
2	99	100	64,4	50,2
5	136	7	66,1	67,4
15	142	5	66,4	76,4
30	128	2	68,6	72,8
60	130	1	68,5	73,1
120	155	2	63,3	66,8

**Tabelle 5: Einfluß der Luftplasmaparameter auf die Auswaschbarkeit des Fettpigmentschmutzes bei Geweben aus texturierten Polyestergerarnen**

Behandlungsparameter: Frequenz:  $\leq 1$  MHz  
Elektrodenabstand: 16 mm

Druck (Tr)	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Anschmutzungsgrad (%)	Auswaschbarkeit (%)	Restschmutz (%)
—	—	72,1	63,1	26,5
0,2	0,27	62,3	86,5	8,4
0,5	0,39	65,2	88,2	5,9
0,5	0,47	66,1	96,8	2,1
1,0	0,62	64,6	100,0	—
1,0	0,79	61,6	100,0	—
1,0	0,94	59,3	100,0	—
2,0	0,85	68,9	100,0	—
2,0	0,96	65,3	100,0	—
2,0	1,04	65,9	100,0	—
3,0	0,97	67,0	94,9	3,4
4,0	1,12	68,1	100,0	—
20,0	1,07	68,9	61,2	26,7

**Tabelle 6: Einfluß der Luftplasmabehandlung auf die Auswaschbarkeit des Fettpigmentschmutzes bei Geweben aus texturierten Polyestergerarnen**

Behandlungsparameter: Einwirkungszeit: 240 s  
Druck: 1,33 hPa (1 Tr)  
Frequenz: unter  $\leq 1$  MHz

Probe Nr.	Elektrodenabstand (mm)	Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Anschmutzungsgrad (%)		Auswaschbarkeit (%)		Restschmutz (%)	
			a	b	a	b	a	b
—	—	—	68,1	70,7	72,0	63,2	19,6	25,9
811	10	0,52	64,1	68,1	68,5	92,8	96,3	22,9
812	10	1,04	57,5	72,5	92,4	77,5	4,8	16,3
813	10	1,45	58,1	71,7	92,9	70,4	3,9	21,2
814	16	0,52	58,3	71,2	90,7	71,0	5,4	20,9
815	16	1,04	56,5	75,0	95,3	72,5	3,8	20,6
816	16	1,25	60,9	73,0	89,9	76,8	6,1	17,3

a = vor der Behandlung mit destilliertem Wasser

b = nach der Behandlung mit destilliertem Wasser während:  
50 x 15 Min. = 12,5 Std. für die Proben 813 und 814  
80 x 15 Min. = 20 Std. für die Proben 811, 812, 815 und 816

**Tabelle 7: Abhängigkeit der Schmutzauswaschbarkeit für die Polyester/Zellulose-Mischgewebe von den Luftplasmaparametern, bei Beurteilung vor und nach dem Waschen im Haushaltswaschautomaten (Feinwaschprogramm)**

Behandlungsparameter: Druck: 1,33 hPa (1 Tr)  
Frequenz:  $\leq 1$  MHz  
Elektrodenabstand: 16 mm

Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Behandlungszeit (s)	Anschmutzungsgrad (%)				Schmutzauswaschbarkeit (%)			
		vor 1. Wäsche		Differenz zur Probe „0“		nach 1. Wäsche		Differenz zur Probe „0“	
		vor 1.	nach 1.	vor 1.	nach 1.	nach 1.	nach 2.	nach 1.	nach 2.
1,44	95	72,4	77,4	-5,9	-3,3	70,2	76,5	+32,3	+29,0
1,44	73	72,6	77,4	-5,7	-4,2	71,1	75,4	+33,2	+27,0
1,44	58	72,4	76,5	-5,9	-4,9	70,9	75,8	+33,0	+28,3
1,80	95	70,4	76,3	-7,9	-4,4	72,4	80,0	+34,5	+32,5
1,80	73	71,3	76,4	-7,0	-4,4	71,6	78,4	+33,7	+30,9
1,80	58	72,4	78,1	-5,9	-2,6	73,0	77,1	+35,1	+29,6
2,16	95	75,0	73,0	-3,3	-7,7	73,5	73,3	+35,6	+25,8
2,16	73	75,0	74,3	-3,3	-6,4	77,2	80,0	+38,3	+32,5
2,16	58	71,5	75,9	-6,8	-4,8	75,6	76,0	+37,7	+28,5
0	0	78,3	80,7			37,9	47,5		

4. 3. Andere Effekte

Die Oberflächenbenetzbarkeit, Saugfähigkeit und verbesserte Schmutzauswaschbarkeit stellen bei weitem nicht alle Gebrauchseigenschaften dar, die durch die Einwirkung des NTPs erreichbar sind. Einige dieser Möglichkeiten werden kurz angeführt.

4. 3. 1. Wasserdampfsorption und -desorption

Die Geschwindigkeit der Wasserdampfsorption bzw. -desorption bei einer sprunghaften Veränderung der Feuchtigkeit des die Meßprobe durchfließenden Luftstromes, beispielsweise von 33 % auf 95 % und umgekehrt, wird durch die Einwirkung der Luft- oder Inertgasplasma wesentlich gesteigert.

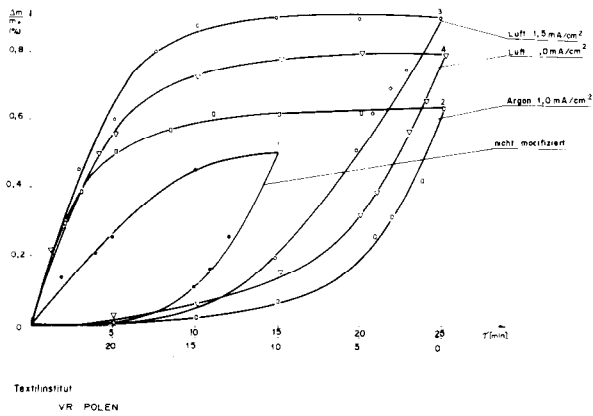
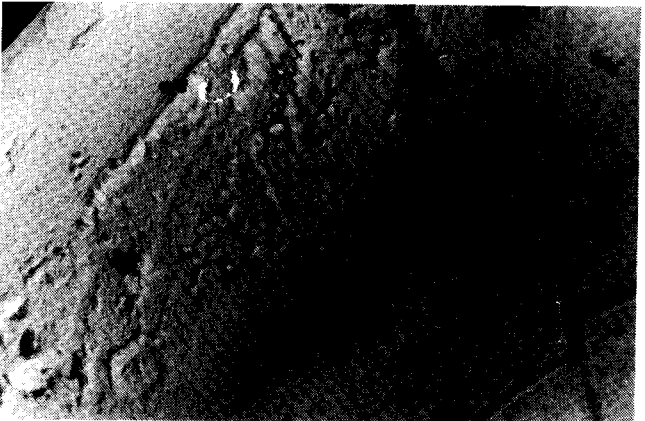
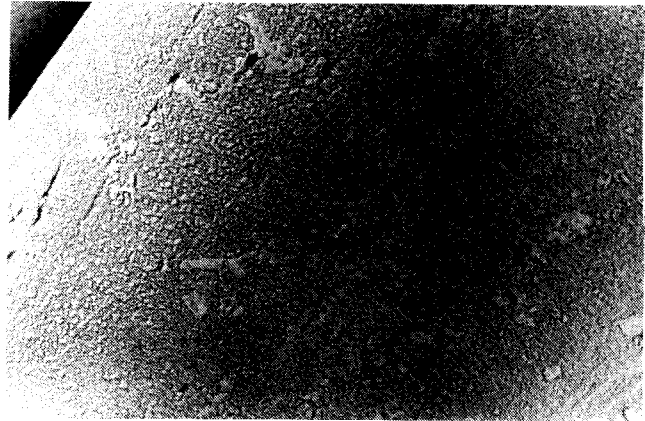
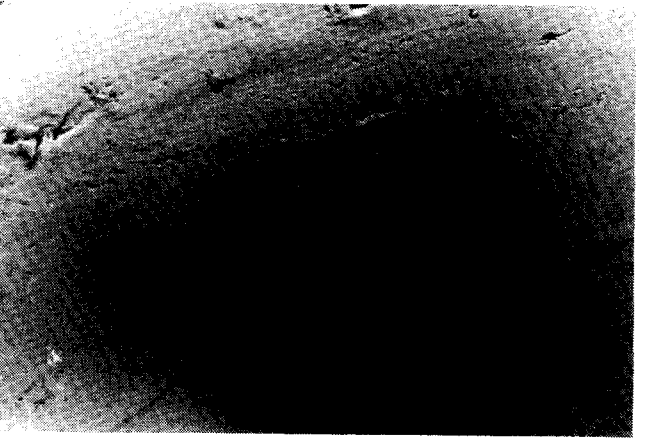
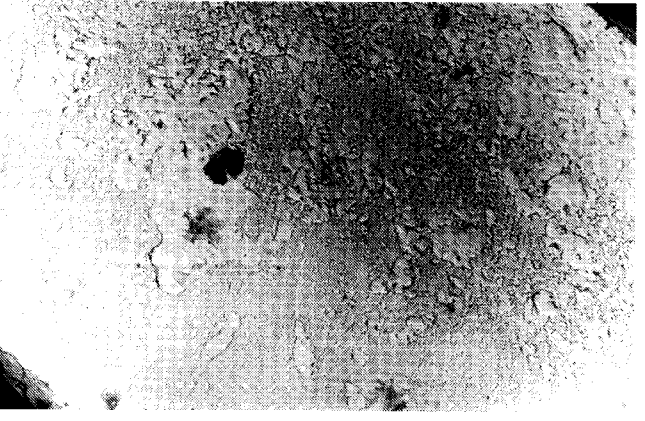


Abb. 8: Die Isothermen der Wasserdampfsorption und -desorption für plasmamodifizierte Gewebe aus texturierten Polyestergeräten.

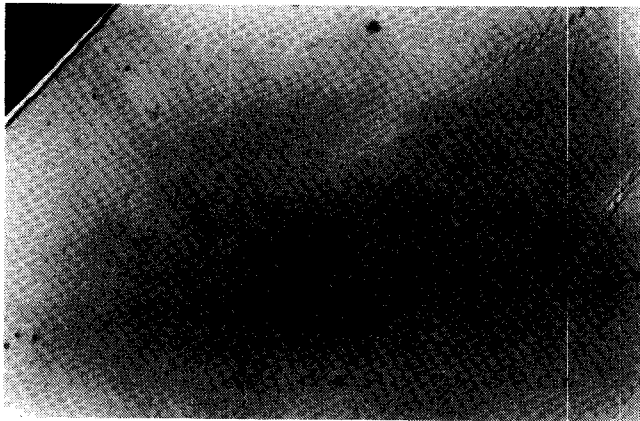
In Abbildung 8 sind diese Veränderungen an Geweben aus texturierten Polyestergeräten, die mit Luft- oder Argonplasma behandelt wurden, dargestellt. Besonders interessant ist die wesentliche Steigerung der Sorptions- und Desorptionsgeschwindigkeit im ersten Zeitabschnitt, was für den Tragekomfort von Bedeutung sein kann.



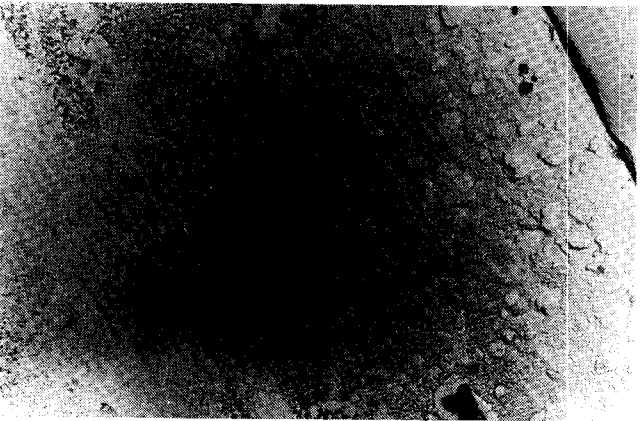
d



f



a



b

Abb. 9: Veränderungen der Polyesterfaseroberfläche durch die Plasmabehandlung: a) unbehandelt; b-f) behandelt mit Plasma von: b-Argon, c-Stickstoff, d-Sauerstoff, e-Kohlendioxid und f-Ammoniak.

#### 4.3.2. Hydrophobierung

Das Zumischen sehr kleiner Mengen bestimmter fluororganischer Verbindungen (z. B. 2 ml/200 Liter) zum Inertgasplasma ergibt eine gute Hydrophobierung (Bundesmann über 100). Dieses Verfahren ist aber im Labormaßstab nur schwer beherrschbar; sogar bei sehr kleinen Abweichungen des Druckes und des Fluorgehaltes erreicht die Entladung den instabilen Zustand. Diese Untersuchungen werden zusätzlich durch eine sehr starke Korrosion der Laboranlagen während der Entladung erschwert; im schlimmsten Fall korrodiert sogar rostfreier Stahl.

Die Fluorverbindungen mit Vinylgruppen (z. B. Tetrafluoräthylen) im Plasma führen sogar zur Oleophobierung der Faseroberfläche.

Die nach diesem Verfahren maximal erreichbare Note liegt bei 100 + +, was bei Beurteilung nach dem 3M-Test als eine befriedigende Note gilt.

#### 4.3.3. Festigkeitseigenschaften

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß die Reißfestigkeit und -dehnung, die Scheuerfestigkeit und die Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit nach der Plasmabehandlung unverändert bleiben.

#### 4.5. Veränderungen der Faseroberfläche durch Plasmabehandlung

Die Einwirkung des NTPs auf Polyesterfasern zeigt im Elektronenmikroskop (TEM-Verfahren) deutliche Veränderungen an der Mikrooberfläche dieser Fasern. Diese sind in erster Linie von dem für die Plasmaerzeugung angewandten Gas abhängig.

Die Plasmen einiger Gase, wie beispielsweise Argon, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid und Luft, führen zur Strukturierung der Oberfläche, während das Ammoniakplasma dagegen zur Glättung der Faseroberfläche führt. Diese Veränderungen sind in der Abbildung 9 dargestellt. Für ein bestimmtes Gasplasma sind die Veränderungen der Faseroberfläche unter anderem durch die Frequenz der zur Plasmaerzeugung verwendeten Spannung bestimmt, was aus den Abbildung 10 a und 10 b für zwei Frequenzen, die im Verhältnis 1 : 2000 stehen, ersichtlich ist.

#### 5. Initiierung der Gasphasenpfropfung mit Niedertemperaturplasma

Das Niedertemperaturplasma der Edelgase ist auch für die Initiierung der Pfropfpolymerisation von Vinylmonomeren in der Gasphase geeignet. Als klassisches Beispiel auf diesem Gebiet kann man hier die Pfropfung der Acrylsäure auf Polyesterfasern, was zu einer hydrophilen Oberfläche dieser Fasern führen kann, erwähnen. Die in den Abbildungen 1 und 2 gezeigten Laboranlagen sind auch für die Untersuchungen dieses Prozesses geeignet; die Resultate dieser Versuche werden hier kurz angeführt.

##### 5.1. Gasphasenpfropfung der Acrylsäure

Die in Abbildung 2 gezeigte Laboranlage, die eine entsprechende Menge von Gewebe aus texturierten Polyestergeräten enthielt, wurde bis zum Druck unter  $5 \times 10^{-2}$  Torr evakuiert und dann 10 Minuten lang mit

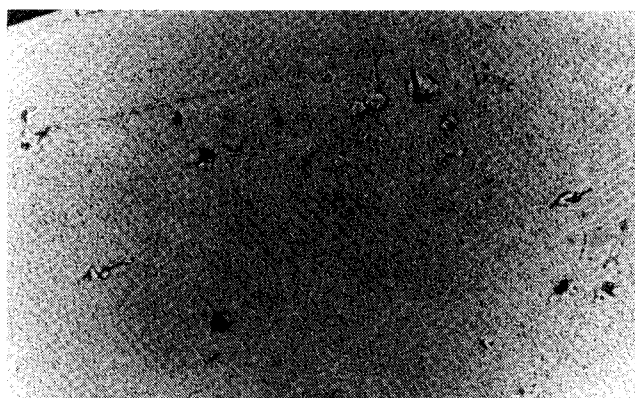


Abb. 10: Oberfläche von Polyesterfasern, die durch Stickstoffplasma bei a) 0,05 kHz und b) 100 kHz behandelt wurden.

Argon durchgespült. Nach dieser Spülung wurde in die Monomerkammer Acrylsäure eingelassen und an die Elektroden wurden Spannungen, welche der in Tabelle 8 genannten Stromdichte entsprechen, angelegt. Die Geschwindigkeit der Gewebebahn wurde so variiert, daß die Plasmabehandlung von 60 bis 240 s dank der semikontinuierlichen Arbeitsweise dauerte; die Verweilzeit der Gewebe in der Pfropfkammer wurde bei 480 s konstant gehalten. Die Resultate der Messung der Wassertropfeneindringungszeit nach mehrmaligen Behandlungen mit destilliertem Wasser sind in der Tabelle 8 zusammengefaßt.

Die Daten aus Tabelle 8 lassen sich nur schwer eindeutig beurteilen. Die früher festgestellten Erkenntnisse über die Bedeutung der Stromdichte und der Plasmaeinwirkungszeit sind allerdings auch hier bestätigt worden. Die Beständigkeit der Effekte gegen eine mehrmalige Behandlung mit destilliertem Wasser soll hier hervorgehoben werden.

##### 5.2. Beurteilung der Gewebe, die nach dem SAC-Plasma-Grafting-Process modifiziert wurden

Gewebe aus texturierten Polyestergeräten mit ca. 100 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht wurden durch Gasphasenpfropfung mit Acrylsäure in dem als SAC-Plasma-Grafting-Process bekannten Verfahren bei der Surface Activation Corporation, USA, behandelt. Die so modifizierten Gewebe wurden dann hinsichtlich folgender Gebrauchseigenschaften untersucht:



- Fett- und Pigmentschmutzauswaschbarkeit,
- Benetzbarkeit,
- Saugfähigkeit,
- Wasserdampfsorption und -desorption.

Es wurde auch die Beständigkeit dieser Effekte gegen mehrmaliges Waschen in Haushaltswaschmaschinen und gegen mehrmalige Behandlung mit destilliertem Wasser geprüft.

In der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Messungen der Saugfähigkeit und der Wassertropfeneindringungszeit nach den jeweiligen Behandlungen mit destilliertem Wasser zusammengefaßt. Die Meßresultate des Anschmutzgrades, der Auswaschbarkeit und des Restschmutzes nach jeweiligem Waschen in den Haushaltswaschmaschinen sind in der Tabelle 10 angeführt.

Die hier angeführten Resultate zeigen eindeutig und unbestritten, daß das SAC-Verfahren Polyestergewebe eine permanente Oberflächenbenetzbarkeit und eine ausgezeichnete Schmutzauswaschbarkeit verleiht. Vom praktischen Standpunkt aus sind die sehr gute Schmutzauswaschbarkeit und die verminderte Schmutzanfälligkeit, die sogar nach 50maliger Haushaltswäsche völlig erhalten bleiben, als besonders wertvoll zu betrachten. Der permanente Charakter dieser Soil-Release-Eigenschaften ist in Tabelle 11 noch einmal überzeugend angeführt.

Die Veränderungen der Wasserdampfsorption und -desorption von nichtmodifizierten und von nach dem SAC-Verfahren modifizierten Polyestergeweben sind in Abbildung 11 gezeigt.

Diese Veränderungen sind kleiner als für plasmamodifizierte Gewebe, was eigentlich nicht zu erwarten war.

**Tabelle 8: Oberflächenbenetzbarkeit von Geweben aus texturierten Polyestergarnen, die durch plasmaintillierte Gasphasenpfpung von Acrylsäure modifiziert wurden**

Prozeßbedingungen: Frequenz:  $\leq 1$  MHz  
 Elektrodenabstand: 10 mm  
 Gasart und -druck: Argon 1,33 hPa (1 Tr)

Stromdichte (mA/cm <sup>2</sup> )	Plasmaeinwirkungszeit (s)	Saughöhe nach den jeweiligen Wäschen (mm)						Wassertropfeneindringungszeit nach den jeweiligen Wäschen (s)				
		0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	50
0,52	240	194	155	100	116	117	76	1	12	31	8	35
1,04	30	171	133	96	103	107	102	2	4	20	25	—
1,04	60	191	136	124	101	116	87	1	9	25	18	18
1,04	240	202	143	131	114	120	111	1	2	18	7	29
0	0	25	20	20	10	—	—	$\geq 300$	$\geq 300$	—	—	—

**Tabelle 9: Saughöhe und Wassertropfeneindringungszeit von Geweben aus texturierten Polyestergarnen, die nach dem SAC-Verfahren modifiziert wurden, nach mehrmaliger Behandlung mit destilliertem Wasser**

Parameter der Behandlung mit destilliertem Wasser: Linitest 60° C, 15 Min.

Probenbezeichnung	Saughöhe nach Wasserbehandlung (mm)						Wassertropfeneindringungszeit nach der Wasserbehandlung (s)					
	0	5	10	15	20	25	0	10	20	30	40	50
nichtmodifiziert	41	47	25	31	45	38	$\geq 300$	$\geq 300$	$\geq 300$	—	—	—
SAC I	36	106	118	118	114	102	$\leq 1$	$\leq 1$	8	6	17	44
nichtmodifiziert	20	25	30	30	40	35	100	130	220	230	250	$\geq 300$
SAC II	85	121	119	115	87	94	3	3	5	5	8	25
SAC III	102	136	124	122	123	120	6	6	11	10	12	120
nichtmodifiziert	24	25	35	35	40	40	100	150	250	$\geq 300$	$\geq 300$	$\geq 300$

**Tabelle 10: Schmutzauswaschbarkeit für SAC-modifizierte Gewebe nach mehrmaligem Waschen im Haushaltswaschautomaten**

Waschbedingungen: 3 g/l Waschmittel  
 Programm 7: Feinwaschprogramm

Anzahl der Waschkörbe	nicht modifiziert			SAC-modifiziert		
	Anschmutzungsgrad (%)	Auswaschbarkeit (%)	Restschmutz (%)	Anschmutzungsgrad (%)	Auswaschbarkeit (%)	Restschmutz (%)
1	78,1	50,4	38,7	63,3	86,8	8,3
10	78,6	52,3	37,3	70,0	84,2	11,0
20	76,3	49,8	38,2	64,6	85,5	9,3
30	82,8	43,8	46,4	68,8	84,0	10,9
40	78,6	44,0	43,8	70,9	80,5	13,8
50	79,6	50,3	39,5	68,8	83,0	11,6

**Tabelle 11: Anschmutzgrad, Schmutzauswaschbarkeit und Restschmutzgehalt von SAC-modifizierten PES-Geweben nach dem 1. und 50. Waschvorgang**

	nichtmodifiziert	SAC-modifiziert	Differenz
Anschmutzgrad (%) vor dem 1. Waschvorgang; nach dem 50. Waschvorgang	78,1/79,6	63,8/68,8	-14,8/-10,8
Schmutzauswaschbarkeit (%) nach dem 1. Waschvorgang; nach dem 50. Waschvorgang	50,4/50,3	86,8/83	+36,4/+32,7
Restschmutz (%) nach dem 1. Waschvorgang; nach dem 50. Waschvorgang	38,7/39,5	8,3/11,6	-30,4/-27,9

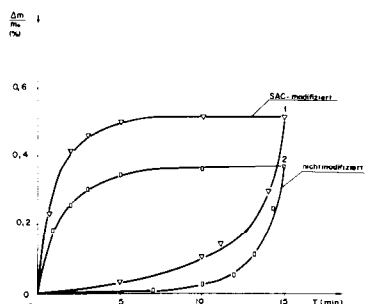


Abb. 11: Die Veränderungen der Wasserdampfsorption und -desorption für die nach dem SAC-Verfahren modifizierten Polyestergewebe.

**6. Vergleich der Veränderungen der Oberflächeneigenschaften bei Geweben aus texturierten Polyestergeräten, die durch Einwirkung des Niedertemperaturplasmas bzw. durch Gasphasenpfropfung verursacht wurden**

Es ist offensichtlich, daß sich die Plasmabehandlung im technischen Maßstab viel einfacher als die Gasphasenpfropfung realisieren läßt, deren technische Realisierbarkeit von der Abdichtung zwischen der Entladungszone und dem mit Monomerdampf gefüllten Raum abhängig ist. Aus diesem Grund ist in den Tabellen 12 und 13 ein Vergleich der Gewebe aus texturierten Polyestergeräten angeführt, die durch die Einwirkung des Luftplasmas und der Gasphasen-

**Tabelle 12: Heißwasserbeständigkeit der Benetzbarkeit von Geweben aus texturierten Polyestergeräten, die im Luftplasma behandelt bzw. mit Acrylsäure gasphasengepfropft wurden oder nach dem SAC-Verfahren modifiziert wurden**

Behandlungsparameter	Saughöhe nach der jeweiligen Wasserbehandlung (mm)						Wassertropfeneindringungszeit nach der jeweiligen Wasserbehandlung					
	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	50	
Luftplasma	0,52 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	194	155	100	116	117	76	≤1	12	31	8	35
	1,04 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	202	143	131	114	120	111	≤1	2	18	7	29
Gasphasenpfropfung mit Acrylsäure	0,52 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	201	178	138	98	105	80	<1	11	98	71	136
	1,04 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	197	171	130	103	110	95	<1	2	2	4	19
Modifiziert nach dem SAC-Verfahren	86	118	114	115	110	110	≤1	≤1	8	6	44	

**Tabelle 13: Vergleich der Schmutzauswaschbarkeit von Polyestergeräten, die durch Luftplasma und nach dem SAC-Verfahren modifiziert wurden, nach mehrmaligem Waschen**

Behandlungsparameter	Anschmutzungsgrad (%)				Auswaschbarkeit (%)				Restschmutz (%)			
	vor dem Waschen	Differenz	nach dem Waschen	Differenz	vor dem Waschen	Differenz	nach dem Waschen	Differenz	vor dem Waschen	Differenz	nach dem Waschen	Differenz
unbehandelt	68,1	—	70,5	—	72,0	—	63,2	—	19,1	—	25,9	—
Luftplasma	0,52 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	11,6	63,4	-7,1	97,5	+25,5	73,0	+9,8	1,5	-17,6	17,1	8,8
	1,04 mA/cm <sup>2</sup> 240 s	11,6	63,3	-7,2	95,7	+23,7	72,9	+9,7	2,4	-16,7	17,1	8,8
nichtmodifiziert	78,1	—	78,6	—	50,4	—	53,3	—	38,7	—	37,3	—
SAC-modifiziert	63,3	-14,6	70,0	-8,6	86,8	+36,4	84,2	+32,1	8,3	-30,4	11,0	26,3

pfropfung in der Laboranlage bzw. der Gasphasenpfropfung nach dem SAC-Verfahren modifiziert wurden.

Die Daten in der Tabelle 12 und 13 zeigen eindeutig, daß die Benetzbarkeit sowohl unmittelbar nach der Modifikation als auch nach der 50sten Behandlung mit destilliertem Wasser für alle drei Modifizierungsarten vergleichbar ist, mit Ausnahme der Gasphasenpfropfung mit einer Stromdichte von 0,52 mA/cm<sup>2</sup>. Hinsichtlich der Schmutzauswaschbarkeit stellt sich die Situation völlig anders dar; hier erreicht man mit dem SAC-Verfahren eindeutig höhere Werte für die Auswaschbarkeit und, was noch wichtiger ist, diese erreichten Eigenschaften sind wesentlich waschbeständiger.

**7. Zusammenhänge zwischen additiver Soil-Release-Ausrüstung und dem SAC-Verfahren**

Es ist seit langem bekannt, daß sogar die beste Technologie nicht im Produktionsmaßstab angewendet wird, wenn die Verfahrenskosten im Vergleich zu anderen klassischen Verfahren wesentlich höher sind. Als Vergleichsprozeß zur Plasmabehandlung oder dem SAC-Verfahren kann man die additive Soil-Release-Ausrüstung mit Kondensaten von Äthylenoxid und Terephthalsäure (z. B. Permalose TG — ICI) oder von Acrylpolymeren (z. B. Casapret SR — Bayer; Migafar SF — Ciba-Geigy) betrachten. Ein Vergleich zwischen dem SAC-Verfahren und der additiven SR-Ausrüstung mit Acrylaten ist in Tabelle 14 dargestellt. Schon diese kurze Gegenüberstellung zeigt eindeutig, daß bei niedrigem Energieverbrauch das SAC-Verfahren um drei Verfahrensstufen kürzer ist. Der Energieverbrauch beim SAC-Verfahren liegt bei 0,015 bis 0,020 kWh/m<sup>2</sup>. Zum Vergleich sei angeführt, daß schon eine einmalige Trocknung der Polyestergewebe von 100 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht mit einem Energieverbrauch von 0,035 bis 0,040 kWh/m<sup>2</sup> verbunden ist. Bei

diesem Vergleich wurde der Energieverbrauch, der zur Herstellung der dazu nötigen zehnfachen (im Vergleich zum SAC-Prozeß) Menge von Polymeren, das für die additive Ausrüstung erforderlich ist, nicht berücksichtigt. Nach Angaben der Surface Activation Corporation, USA, liegen die Behandlungskosten für das SAC-Verfahren unter 0,5 Cents/Quadratyard.

**8. Die Entwicklungschancen der Plasmatechnik in der Textilindustrie**

Die hier angeführten Resultate der Laboruntersuchungen erlaubten es zweifellos, die Behandlung mit Niedertemperaturplasma als neues, bequemes, umweltfreundliches und energiesparendes Verfahren zur Modifizierung der Gebrauchseigenschaften von Textil-erzeugnissen aus Polyesterfasern zu betrachten. Die Entwicklungschancen für diese Verfahren sind jedoch unserer Meinung nach davon abhängig, Wege zu finden, um durch Plasmabehandlung solche Eigenschaften (z. B. Adhäsion) verbessern zu können, die nach anderen Verfahren kaum zu verbessern sind.

Für die Plasmatechnik sprechen u. a. folgende Gründe:

- trockener Prozeßverlauf (dadurch Eliminierung der Trocknung),
- keine Belastung der Umwelt,
- verschiedene Eigenschaften können in einer Anlage modifiziert werden,
- niedrige Betriebskosten sowie geringer Platzbedarf.

Gegen die Plasmatechnik können u. a. folgende Gründe sprechen:

- die Notwendigkeit, eine relativ komplizierte Anlage bauen zu müssen, sowie
- neue, für die Textilindustrie unbekannte Techniken und Hilfsmaterialien (Vakuum, Hochfrequenzen, flüssige Gase usw.) verwenden zu müssen.

**Tabelle 14: Vergleich zwischen SAC-Verfahren und additiver SR-Ausrüstung**

Verfahrensstufen	SAC-Verfahren	Additive SR-Ausrüstung
Herstellung der Ausgangsprodukte	Acrylsäure	Acrylsäure Acrylsäureester
Herstellung der Handelsprodukte	—	Polymerisation, Standardisation, Herstellung des Handelsproduktes
Anwendungsmenge (als 100 %-Produkt)	0,1 - 0,2 %	1 - 2,5 %
Auftrag und Fixierung	aus Gasphase bei Raumtemperatur	Imprägnieren, Trocknen, Fixieren (180 - 200° C, 30 s)

**Literatur:**

- 1) S. M. Suchecki; Text. Ind. 74—82, 121—122, April 1977
- 2) H. Yasuda; J. Makromol. Sci. Chem. A10 (3), H 383—420 (1976)
- 3) A. T. Bell, J. R. Hollahan; Techniques and Applications of Plasma; Chemistry, Wiley Interscience, 1 (1974)
- 4) S. M. Suchecki; Text. Ind. March 1975
- 5) Bondt, Deimann, P. van Trosstwyk; Lauwerenburg Ann. Chim. 21 (48), 58 (1976)
- 6) M. R. Havens, M. E. Biolsi, K. G. Mayhan; J. Vac. Sci. Technol. 13 (2), 575—584
- 7) A. P. Stancell, A. T. Spencer; J. Appl. Polym. Sci. 16, 1505—1514 (1972)
- 8) H. Yasuda, C. E. Lamaze; J. Appl. Polym. Sci. 17, 201—222 (1973)
- 9) A. T. Bell, T. Wydoven, C. C. Johnson; J. Appl. Polym. Sci. 19, 1911—1930 (1975)

- 10) J. R. Hollahan, B. B. Stafford, R. D. Felb, S. T. Payne, *J. Appl. Polym. Sci.* 13, 807—816 (1969)
- 11) F. Y. Chang, M. Shem, A. T. Bell; *J. Appl. Polym. Sci.* 17, 2915 (1973)
- 12) A. M. Mearns; *Thin Solid Films* 3, 201 (1969)
- 13) M. White; *Thin Solid Films* 18, 157 (1973)
- 14) US Pat. 2 932 591
- 15) US Pat. 3 808 113
- 16) J. R. Hollahan, T. Wydownen, C. C. Johnson; *Appl. Opt.* 13, 1844 (1974)
- 17) P. K. Tion, C. Smolinsky, R. J. Martin; *Appl. Opt.* 11, 637/197
- 18) M. J. Vasile, G. Smolinsky; *J. Electrochem. Soc.* 119, 451 (1972)
- 19) L. F. Thompson, G. Smolinsky; *J. Appl. Polym. Sci.* 16, 1179 (1972)
- 20) N. Yasuda, M. O. Bumgarner, H. C. Marsh, N. Morosoff; *J. Polym. Sci. Chem.* 14, 195 (1976)
- 21) R. Liepins, N. Soksoku; *J. Appl. Polym. Sci.* 16, 2633 (1972)
- 22) M. Duval, A. Thcoret, *J. Appl. Polym. Sci.* 17, 527 (1973)
- 23) Hiroshi Kobayashi, A. T. Bell, M. Shen; *J. Appl. Polym. Sci.* 17, 885 (1973)
- 24) L. F. Thompson, K. G. Mayhan; *J. Appl. Polym. Sci.* 16, 2291 (1972) und 16, 2317 (1972)
- 25) H. Yasuda, C. E. Lamaze; *J. Appl. Polym. Sci.* 15, 2277 (1971)
- 26) 17, 1519 (1973), 17, 1533 (1973), 19, 531 (1975)
- 26 a) M. Millard, J. J. Windle, A. E. Pavlath, *J. Polym. Sci.* 17, 2501—2507 (1973)
- 27) A. E. Pavlath, K. S. Lec; *J. Macromol. Sci. Chem.* A10 (3), 619—630 (1976)
- 28) F. R. McTaggart; *Plasma Chemistry in Electrical Discharges*; Elsevier, Amsterdam 1967
- 29) Brit. Pat. 891 469
- 30) K. Rossman; *J. Polym. Sci.* 19, 141 (1956)
- 31) Dorcell H. Reneker, H. Salz; *J. Macromol. Sci. Chem.* A10 (3), 599—608 (1976)
- 32) R. H. Hausen, J. V. Pascale, T. De Benedictis, P. M. Rentzepis; *J. Polym. Sci.* 3, 2205—2214 (1965)
- 33) J. R. Hall, C. A. L. Westerdel, A. T. Devine, M. J. Bodner; *J. Appl. Polym. Sci.* 13, 2085—2096 (1969)
- 34) E. I. Lawton; *J. Polym. Sci. A-1*, 10, 1857—1859 (1972)
- 35) E. I. Lawton; *L. Appl. Polym. Sci.* 18, 1557—1574 (1974)
- 36) C. A. Byrne, K. C. Brown; *J. Soc. Dyers Col.* 86, 113 (1972)
- 37) M. M. Millard, Kay Sue Lee, A. E. Parlath; *Text. Res.* 5, 307—313, 42 (1972)
- 38) A. E. Pavlath, R. F. Slater; *Appl. Polym. Symp.* 18, 11 czesc 1317 (1971)
- 39) US Pat. 3 746 858, 3 632 299
- 40) A. E. Pavlath, *J. Macromol. Sci. Chem.* A10 (3) 619—630 (1976)
- 41) Jpn. Pat. 7 654 671
- 42) H. Z. Jung, T. C. Ward, R. R. Benento; *Text. Res.* 3, 217—223, 47 (1977)
- 43) US Pat. 3 745 104, 3 762 942, 3 767 774, 3 853 600
- 44) S. M. Suchecki, *Text. Ind.* 74—80 December 1972
- 45) S. M. Suchecki, *Text. Ind.* 91—94 March 1975
- 46) J. D. Pales, A. Bradley, R. E. Howe; *Vac. Tech.* 53—58 March 1976
- 47) US Pat. 3 600 122
- 48) *Text. Chem. Color.* 5, 239 (1973)
- 49) US Pat. 3 948 601
- 50) US Pat. 3 740 256
- 51) US Pat. 3 740 525
- 52) US Pat. 3 806 365
- 53) US Pat. 3 951 843

## Diskussion

**Jakobson:** Ich habe schon einige Vorträge über verschiedene Verfahren zur Hydrophilierung von Polyestergeweben gehört. Welches ist nun am wirtschaftlichsten? Ihre Anlage ist sehr kompliziert gebaut. Wie steht es mit der Sicherheit bei der Ausführung des Verfahrens?

**Rakowski:** Nach dem heutigen Stand der Technik ist dieses Verfahren, den Polyestergeweben eine verbesserte Schmutzauswaschbarkeit zu verleihen, das billigste. Es verbessert aber nicht die Hydrophilie, hat also mit der Herstellung eines baumwollähnlichen Polyestergewebes nichts zu tun. Die Anlage erfordert Arbeiten unter Vakuum und hoher Spannung, ist aber so sicher wie etwa ein Dampfkessel.

**Bobeth:** Wir haben uns schon mehrmals über diese ökonomischen Probleme unterhalten. Man kommt dann aber schließlich zu der Frage: Was ist hier wirklich billiger und nützlicher? Ist die gute Auswaschbarkeit und die geringe Anschmutzung tatsächlich so wichtig, zumal es doch so viele gute Waschmittel gibt? Diese Probleme reichen in die Zukunft, und in 10 oder 20 Jahren zeigen sich vielleicht neue Aspekte. Ich glaube aber auch nicht, daß sie diese Forschungsergebnisse jetzt in die Praxis überführen wollen.

**Rakowski:** Die Entwicklungschancen dieses Verfahrens hängen von den noch nicht erforschten Möglichkeiten dieser Technik ab. Diese müßten solche Eigenschaften verbessern können, die nach anderen Verfahren kaum zu verbessern sind.

**Herlinger:** Sie haben es sich bei Ihrer Entwicklungsarbeit insofern schwer gemacht, als Sie für Ihre Pfropfreaktionen einen Faserstoff mit der kürzesten Radikallebensdauer ausgewählt haben. Nach dem heutigen Stand der Technik wird in großen Anlagen die Betastrahlenpfropfung und die Betastrahlenbehandlung praktiziert, welche aber das Problem der Wirtschaftlichkeit aufwerfen. So eine Anlage erfordert eine Investition von 1,5 Millionen DM und würde bei ihrer Auslastung für ganz Europa reichen.

**Rakowski:** So eine Maschine war in den Vereinigten Staaten in Betrieb. Sie hatte eine Leistung von zig-Millionen Meter pro Jahr.

**Herlinger:** Es ist aber trotzdem interessant, den Weg über Radikalreaktionen weiter zu verfolgen, denn er ist vom energetischen Standpunkt aus gesehen bestimmt der wirtschaftlichste.

**Rakowski:** Wir haben die Kosten für dieses Verfahren abgeschätzt und kamen zu dem Ergebnis, daß sie für die gesamte Behandlung im Bereich von 2-3% des Warenwertes liegen.

## Der Einfluß der Produktionsgeschwindigkeit auf Herstellung und Eigenschaften von texturierten Polyester Garnen

Prof. Dr.-Ing. Joachim Lünenschloß und  
Dr.-Ing. Klaus Fischer,  
Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen

Mit steigenden Prozeßgeschwindigkeiten treten unter Umständen beim Simultanstrecktexturieren Texturierfehler, wie z. B. Flusen und Filamentbrüche, auf. Mit zunehmender Spinnengeschwindigkeit der Vorlagegarne verschiebt sich das Auftreten dieser Fehler zu höheren Texturierungsgeschwindigkeiten.

Es wird versucht, die Ursache solcher Texturierfehler aufzuzeigen und der Frage nachzugehen, ob für das Texturieren mit höheren Geschwindigkeiten auch schneller gesponnene Vorlagegarne benötigt werden.

Hohe Texturierungsgeschwindigkeiten bringen auch erhebliche Probleme in der Wärmebehandlung der Filamentgarne mit sich. Es werden für verschiedene Texturierungsgeschwindigkeiten Aufheiz- und Abkühlkurven sowie die örtliche und zeitliche Temperaturverteilung aufgezeigt.

By increasing the speed, of simultaneous draw-texturing faults such as slubs and filament breaks may under circumstances occur. With increasing spinning speeds of the feeding material, there is a shifting of these faults toward higher texturing speeds.

Efforts will be taken to show the causes for such texturing faults and further the question will be discussed whether there is a necessity of using high-speed spun feeder material for the texturing at higher speeds.

High texturing speeds create problems regarding the thermal treatment of the filament yarns also. Heating-up and cooling-down curves at various texturing speeds will be demonstrated and moreover the local as well as the temporal temperature distribution will also be discussed.

### 1. Einleitung

Für das Simultanstrecktexturieren, dem heute überwiegend angewendeten Torsionstexturierverfahren für PES-Filamentgarne, werden zur Zeit Vorlagegarne eingesetzt, die überwiegend im Geschwindigkeitsbereich zwischen 2500 und 3500 m/min gesponnen werden. Die Weiterentwicklung der Friktionsdrallgeber und ihre Verwendung in modernen Texturiermaschinen ermöglichen heute Texturierungsgeschwindigkeiten von 600 - 800 m/min.

Von Filamentgarne, die mit Geschwindigkeiten von rund 2000 m/min gesponnen werden, ist aus der Industrie bekannt, daß beim Texturieren dieser Garne im Geschwindigkeitsbereich zwischen 400 und 500 m/min Probleme auftreten können. Die Flusigkeit dieser Garne steigt an, und die Höchstkraftdehnung wird reduziert.

Die Ursache für diese Erscheinung wird meist auf die spezifischen Eigenschaften dieser Materialien, d. h. die amorphe Struktur und den geringeren Orientierungsgrad der Kettenmoleküle, zurückgeführt, da sich

schnell gesponnene Garne mit höherer Kristallinität und Orientierung nahezu problemlos bei diesen Geschwindigkeiten texturieren lassen.

In jüngster Vergangenheit ist zu hören, daß auch mit schnell gesponnenen Filamentgarne — Spinnengeschwindigkeit 3000 - 3500 m/min — die gleichen Probleme bei Texturierungsgeschwindigkeiten oberhalb 800 m/min auftauchen. Das Auftreten dieser Texturierfehler scheint also von der Spinnengeschwindigkeit des Vorlagegarne abzuhängen und sich mit steigender Spinnengeschwindigkeit der Filamentgarne zu höheren Texturierungsgeschwindigkeiten zu verlagern.

Dieser Gesichtspunkt spräche für den Einsatz schneller als 4000 m/min gesponnener Garne (auch *superschnell* bezeichnet) bei der Hochgeschwindigkeitstexturierung. Ursprünglich schien das Superschnellspinnen der Herstellung von PA- und PP-Garnen vorbehalten zu sein, die in bestimmten Einsatzgebieten verwendet, nachfolgend keine zusätzliche Verstreckung erfahren sollen. Für texturierte Polyesterfilamentgarne schienen die Investitionskosten des Superschnellspinnens jedoch nicht vertretbar, da die notwendige Restverstreckung nicht so schnell gesponnener Garne nahezu kostenfrei im Texturierungsprozeß erfolgen kann, das heißt, daß das Superschnellspinnen keine wirtschaftlichen und technologischen Vorteile versprach.

Für die gesamte mit der Verarbeitung von Chemiefäden beschäftigte Industrie ist es daher von Interesse zu erklären, welche Ursachen die von der Spinn- und Texturierungsgeschwindigkeit abhängende Qualitätsminderung der Texturgarne hervorruft.

### 2. Vorgänge im Streckbereich

Sieht man einmal von Unterschieden in der Faden- temperaturverteilung und der erforderlichen Restverstreckung ab, so zeigen unterschiedlich schnell gesponnene Filamentgarne im Bereich zwischen Streckzone und Drallgeber ein ähnliches Verhalten. Die Filamente sind ausgestreckt und haben die Maximaldrehung erreicht, die Filamentmigration ist blockiert, und die strukturphysikalischen Vorgänge, wie z. B. Dichte-, Kristallinitäts- und Orientierungsänderungen, können ebenfalls als abgeschlossen betrachtet werden<sup>1</sup>.

Unterschiede im Verhalten der verschieden schnell gesponnenen Vorlagegarne liegen also vor bzw. im Bereich der Streckzone.

#### 2.1 Filamentgeschwindigkeiten im Garnquerschnitt

Analysiert man die Einflüsse und Beanspruchungen, denen die Filamente in diesem Teil der Texturierungszone ausgesetzt sind, so ist folgendes festzustellen:

- Alle Filamente laufen mit konstanter Geschwindigkeit in die Texturierungszone ein.
- Die Steigungshöhe der Garndrehung ist über den Garnquerschnitt konstant<sup>2</sup>.
- Nach Verlassen des Drallgebers besitzen alle Filamente die gleiche Länge.

Ist die Durchmesser- und Dichteverteilung längs des Fadenlaufes bekannt (Abb. 1), so läßt sich die Masse des Fadens bestimmen.

$$m = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho \cdot l \quad (1)$$

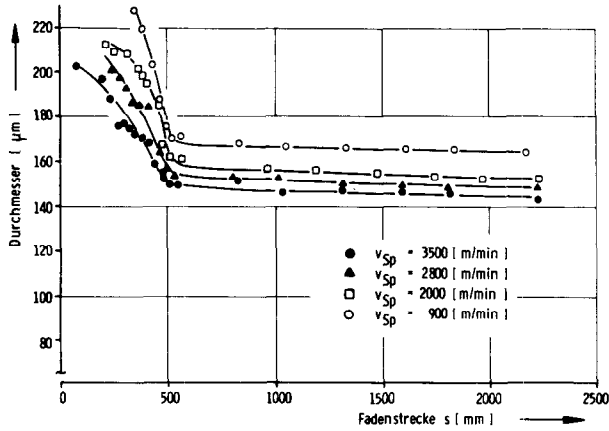


Abb. 1: Verlauf des Fadendurchmessers in der Texturierungszone für unterschiedlich schnell gesponnene Filamentgarne

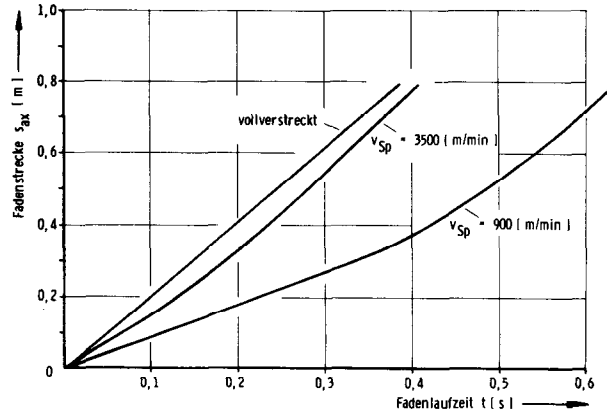


Abb. 3: Weg-Zeit-Kurve während des Texturierens unterschiedlicher Vorlagegarne

Verwendet man statt der Länge  $l$  die zeitlich zugeführte Länge, also die Geschwindigkeit, so kann bei bekanntem Momentandurchmesser des Fadens die jeweilige Axialgeschwindigkeit errechnet werden.

$$v_o d_o^2 \cdot \rho_o = v_x d_x^2 \cdot \rho_x \quad (2)$$

oder

$$v_x = v_o \left( \frac{d_o}{d_x} \right)^2 \frac{\rho_o}{\rho_x} \quad (3)$$

Die Geschwindigkeitsverteilung vom Eingangslieferwerk bis hinter den Streckbereich zeigt für ein mit 900 m/min gesponnenes Vorlagegarn die Abbildung 2.

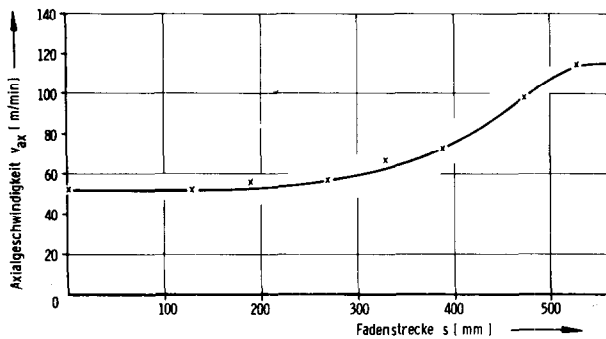


Abb. 2: Änderungen der Axialgeschwindigkeit während des Texturierens zwischen Eingangslieferwerk und Streckzone für ein mit 900 m/min gesponnenes PES-Filamentgarn

Durch Integration läßt sich aus dem bekannten Weg-Geschwindigkeitszusammenhang die Fadenlaufzeit ermitteln.

$$t = \int_0^s \frac{ds}{v} \quad (4)$$

Die Abbildung 3 zeigt die Abhängigkeit des Fadenweges  $s_{ax}$  von der Fadenlaufzeit  $t$  für verschieden schnell gesponnene Filamentgarne bei der Texturiergeschwindigkeit von 200 m/min.

Durch Differentiation der so gewonnenen Weg-Zeit-Kurve ergeben sich Momentangeschwindigkeiten und

-beschleunigungen (Abb. 4 und 5). Anzumerken ist hier, daß es sich um die Axialwerte, das heißt die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen in Richtung der Fadenachse, handelt.

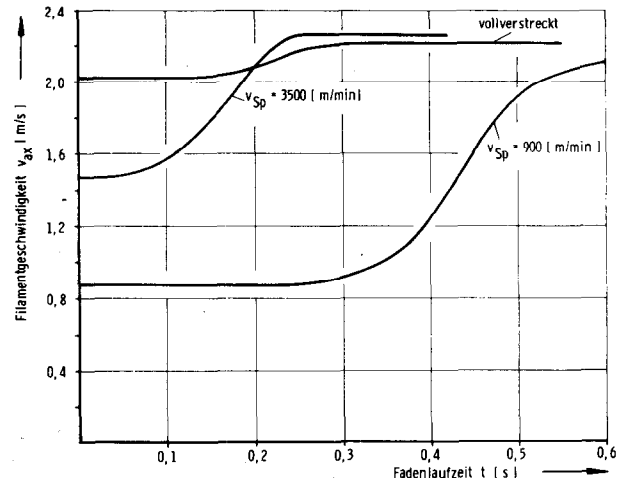


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Axialgeschwindigkeit unterschiedlich schnell gesponnener PES-Filamentgarne (Endtiter 167 dtex)

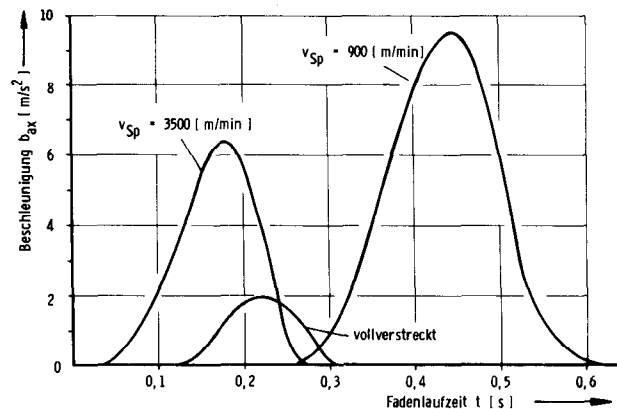


Abb. 5: Zeitlicher Verlauf der Axialbeschleunigung unterschiedlich schnell gesponnener PES-Filamentgarne (Endtiter 167 dtex)

Für ein Filament an der Garnoberfläche ergeben sich Beschleunigungsprofile gemäß Abbildung 6.

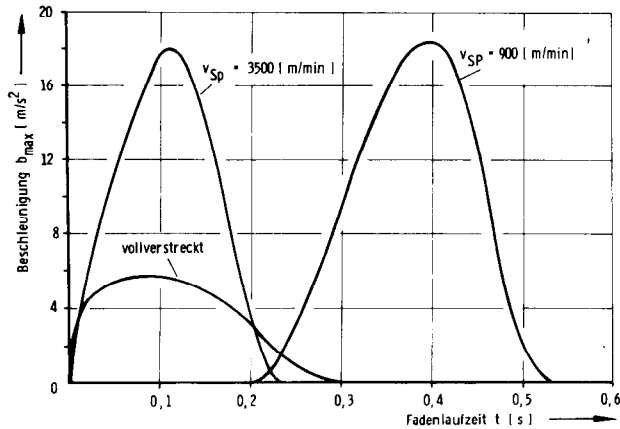


Abb. 6: Zeitlicher Verlauf der Beschleunigungen für Filamente an der Fadenoberfläche unterschiedlich schnell gesponnener PES-Vorlagegarne

Unter Verwendung der auch schon in Abbildung 6 berücksichtigten Drehungsdichteverteilung (Abb. 7) läßt sich die Momentangeschwindigkeit eines Filamentes in jeder Position des Garnquerschnittes errechnen:

$$v_{max} = \frac{v_{ax}}{\cos \alpha} \quad (5)$$

mit

$$\operatorname{tg} \alpha = \pi \cdot d \cdot T \quad (6)$$

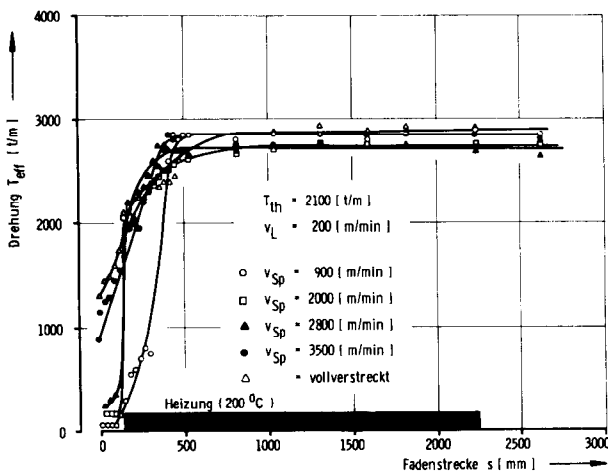


Abb. 7: Abhängigkeit des Drehungsdichteverlaufes von der Spinnengeschwindigkeit des Vorlagegarne

Die Abbildung 8 zeigt die Geschwindigkeit-Zeit-Kurven von Filamenten im Kern und an der Oberfläche des gedrehten Fadens. Deutlich sind die mit steigender Spinnengeschwindigkeit abnehmenden Geschwindigkeitsdifferenzen *innen* — *außen* zu erkennen. Aufgrund der geringeren Relativgeschwindigkeiten im Streckbereich reduziert sich bei höheren Spinnge-

schwindigkeiten auch die Belastung der Einzelfilamente infolge der Reibung zwischen den Filamenten über den verdrehten Fadenquerschnitt.

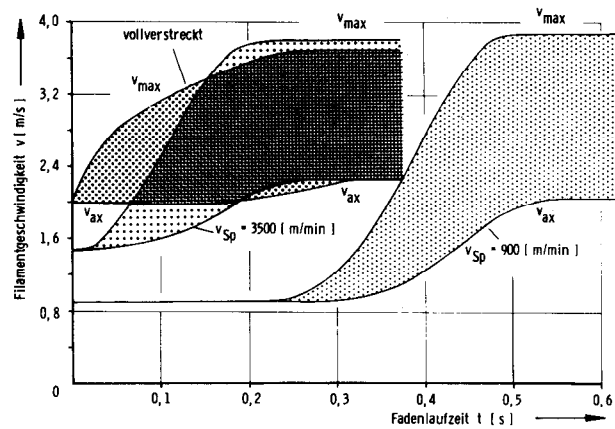


Abb. 8: Verlauf der Geschwindigkeiten eines Filamentes im Fadenkern und an der -peripherie beim Texturieren von PES-Filamentgarnen mit unterschiedlicher Spinnengeschwindigkeit

Extrapoliert man die für eine Texturiergeschwindigkeit von 200 m/min berechneten Werte bis auf 800 m/min und setzt ein gleiches Drehungsdichteprofil und ähnliches Verhalten in der Längsausdehnung des Streckbereiches voraus, so vergrößert sich bei einem konstanten Verhältnis der Geschwindigkeiten *innen* und *außen* deren Differenz mit der Geschwindigkeitssteigerung (Abb. 9). Die Beschleunigungen wachsen gleichzeitig mit deren Quadrat an.

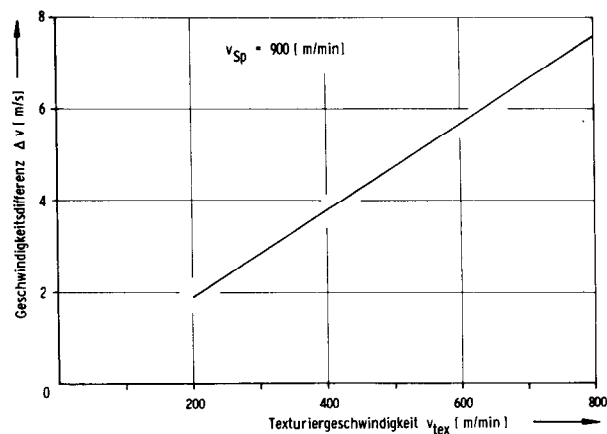


Abb. 9: Schematische Darstellung der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Zentral- und Peripherfilament im gedrehten Faden in Abhängigkeit von der Texturiergeschwindigkeit

Für die zwei Texturiergeschwindigkeiten von 200 und 800 m/min sind in Abbildung 10 die Filamentgeschwindigkeitsbereiche wiedergegeben, wobei die eingezeichneten Bereiche einer Distanz von 0,80 m ab Eingangslieferwerk für 200 m/min und einer Distanz von ca. 2,0 m für 800 m/min Texturiergeschwindigkeit entsprechen.

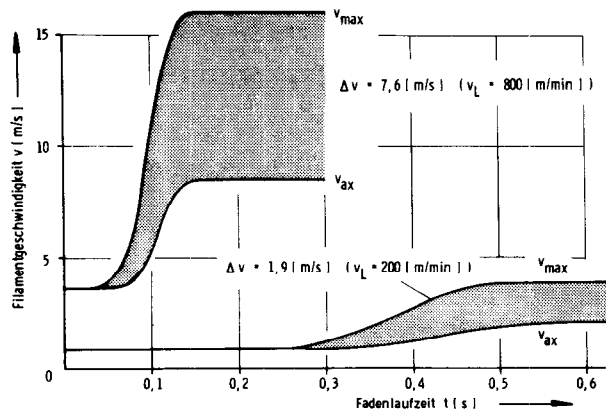


Abb. 10: Geschwindigkeitsverlauf eines Zentral- und eines Peripherfilamentes in Abhängigkeit von der Fadenlaufzeit und der Texturiersgeschwindigkeit (200 und 800 m/min)

Wie aus den vorangegangenen Abbildungen hervorgeht, lagen die Beschleunigungszeiten zwischen 0,25 und 0,3 s. In diesem Zeitraum erfolgt die Verstreckung der Filamente und der Drehungsdichtesprung.

Die für alle drei untersuchten Materialien nahezu gleichen Streckzeiten widersprechen nicht der seit langem bekannten Tatsache, daß sich die Länge der Streckzone mit ansteigender Spinningsgeschwindigkeit ausdehnt<sup>5</sup>, da mit der Spinningsgeschwindigkeit auch die Axialgeschwindigkeit beim Texturieren mit konstanter Abzugsgeschwindigkeit ansteigt.

2.2 Streckverhalten der Filamente beim Simultanstrecktexturieren

In früheren Arbeiten des Institutes für Textiltechnik der RWTH Aachen<sup>3,4</sup> konnte nachgewiesen werden, daß sich mit steigender Spinningsgeschwindigkeit der Vorlagegarne die Zone der Durchmesser- bzw. Drehungsdichteänderung verlängert (Abb. 11).

Wie bekannt, besitzen auch synthetische Faserstoffe eine ausgeprägte Abhängigkeit der dynamometrischen Eigenschaften von der Belastungsgeschwindigkeit. Für vollverstreckte Garne wurden geschwindigkeitsabhängige Festigkeitsuntersuchungen unter Einbezug zum Teil sehr hoher Verformungsgeschwindigkeiten bereits in den fünfziger und sechziger Jahren durchgeführt<sup>5</sup>.

Zur Charakterisierung des geschwindigkeitsabhängigen Dehnverhaltens eines Materials wird die Dehnungsgeschwindigkeit in Prozent pro Zeiteinheit als Bezugsgröße verwendet.

Für zwei verschieden orientierte Filamentgarne, nämlich ein konventionell verstrecktes PES-Garn 167/30 dtex und ein mit 3500 m/min gesponnenes Garn (Endtiter 167/dtex), wurde mit einem Pendelschlagwerk die Höchstkraftdehnung für unterschiedliche Pendelgeschwindigkeiten ermittelt (Abb. 12).

Die Darstellung enthält Ergebnisse von Voruntersuchungen zu einem in Vorbereitung befindlichen Forschungsvorhaben, das sich systematisch mit dem geschwindigkeitsabhängigen Dehnverhalten unterschiedlich schnell gesponnener Polyesterfilamentgarne beschäftigen wird.

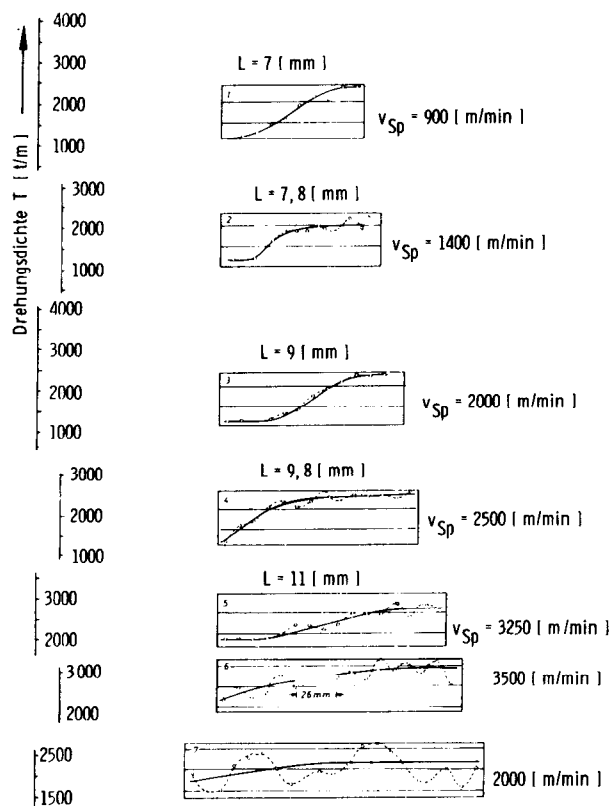


Abb. 11: Ausdehnung der Streckzone und der Drehungsdichteverlauf in diesem Bereich in Abhängigkeit von der Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagegarne

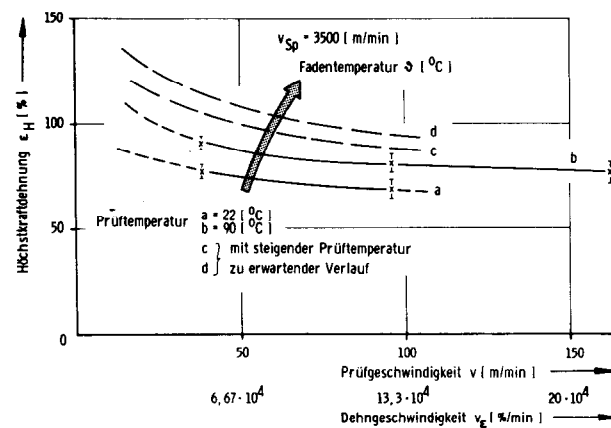


Abb. 12: Höchstkraftdehnung  $\epsilon_H$  in Abhängigkeit von der Prüf- bzw. Dehnungsgeschwindigkeit und der Fadentemperatur eines schnell gesponnenen PES-Filamentgarne ( $v_{Sp} = 3500$  m/min)

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens sollen Aufschluß über die Zusammenhänge zwischen den beim Simultanstrecktexturieren auftretenden Dehnungen und den vom Vorlagegarn abhängigen maximalen Texturiersgeschwindigkeiten vermitteln.

Wie die Abbildung zeigt, steigt die Höchstkraftdehnung erwartungsgemäß mit der Prüftemperatur. In der Tendenz gleichartiges Verhalten zeigt Abbildung 13 für das vollverstreckte Filamentgarn. Wie bereits aus einer vor einem Jahr hier vorgetragenen Arbeit be-



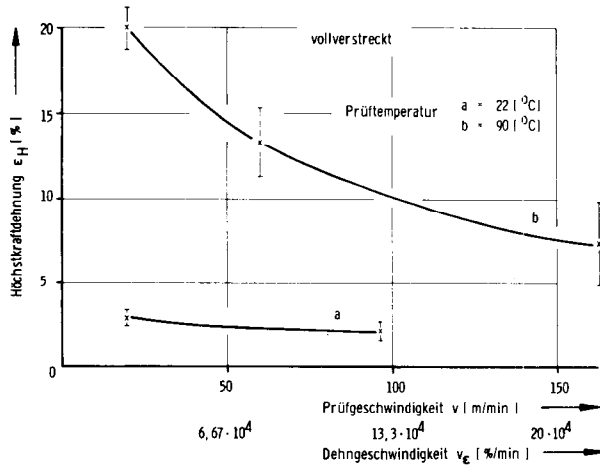


Abb. 13: Höchstkraftdehnung  $\epsilon_H$  in Abhängigkeit von der Prüf- bzw. Dehngeschwindigkeit und der Fadentemperatur eines vollverstreckten PES-Filamentgarns

kannt, verlängert sich mit steigender Texturiergeschwindigkeit infolge veränderten Fadentemperaturprofils der Bereich des Drehungsdichteanstieges (Abb. 14)<sup>4</sup>. Die Zone mit Drehungsdichteänderung kann dabei als Indikator für die Ausdehnung des Streckbereiches betrachtet werden. Trotz der Verlängerung der Streckzone erhöht sich infolge der ebenfalls mit der Texturiergeschwindigkeit ansteigenden Axialgeschwindigkeit des gedrehten Fadens auch die Dehngeschwindigkeit.

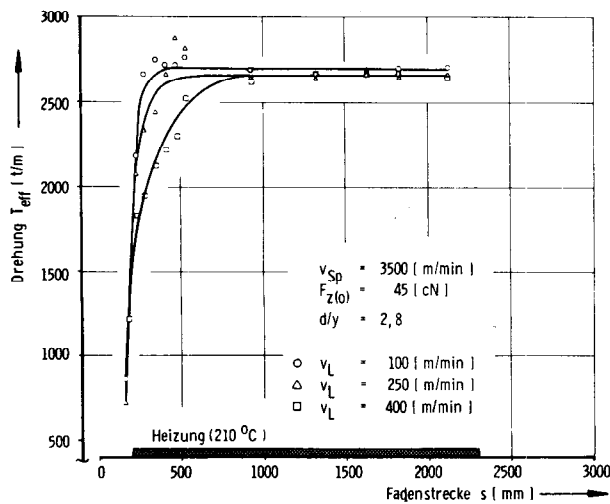


Abb. 14: Drehungsdichteverlauf in Abhängigkeit von der Texturiergeschwindigkeit

Schematisch sind diese Zusammenhänge in Abbildung 15 dargestellt. Beim Simultanstrecktexturieren verringert sich mit steigender Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagematerials die Dehngeschwindigkeit der Filamente im Streckbereich, steigt aber mit zunehmender Texturiergeschwindigkeit unabhängig vom Orientierungsgrad des Vorlagematerials an.

Mit steigender Dehngeschwindigkeit nimmt jedoch,

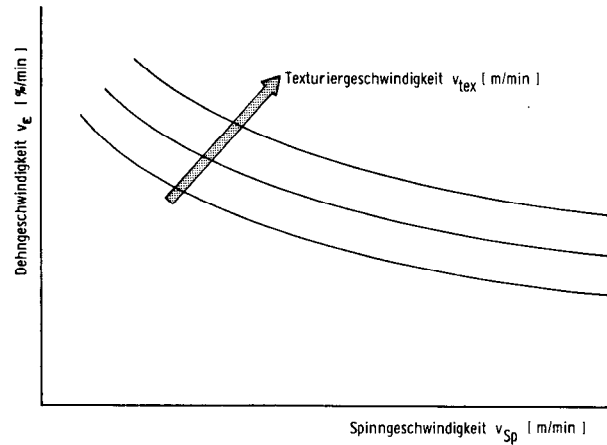


Abb. 15: Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Dehngeschwindigkeit, Texturiergeschwindigkeit und der Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagegarns

wie in den Abbildungen 13 und 14 bereits gezeigt, die Höchstkraftdehnung ab.

Die im Simultanstrecktexturierprozeß in den Filamenten an der Peripherie des gedrehten Fadens auftretenden maximalen Dehnungen liegen je nach Vorlagegarn um 10 — 20 % über der eingestellten Verstreckung. Diese Differenz zwischen der Dehnung in den äußeren Filamenten und der eingestellten Verstreckung verringert sich, gleiche Drehungsdichte vorausgesetzt, mit zunehmender Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagegarns.

Die im Schlag-Zug-Versuch ermittelte Höchstkraftdehnung stellt für das Simultanstrecktexturieren die absolute Grenze der Verstreckung dar. Sie ist gleichbedeutend mit auftretenden Filamentbrüchen. Die Prozeßbeanspruchungen werden sich aus Sicherheitsgründen, d. h. zur Vermeidung von Filamentbrüchen, in einem Verformungsbereich wesentlich unterhalb der Höchstkraftdehnung bewegen müssen. Andererseits wird aber eine ausreichende, von der Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagematerials abhängige Dehnung gefordert, um einwandfreie Eigenschaften des Texturgarns zu garantieren.

Für unterschiedlich schnell gesponnene Vorlagematerialien sind spezifische Texturiergeschwindigkeiten zu erwarten, bei denen die erforderliche Verstreckung und die noch tolerierbare geschwindigkeitsabhängige Materialdehnung einander entsprechen. Dieser Punkt, oder besser gesagt dieser Bereich, gibt dann an, welche maximale Texturiergeschwindigkeit für diese Vorlagegarne noch realisierbar ist (Abb. 16).

Nach dieser Überlegung wäre für die weitere Geschwindigkeitssteigerung beim FD-Simultanstrecktexturieren die Verwendung schneller gesponnener Vorlagegarne erforderlich.

Bei einer solchen Betrachtung sollte aber nicht außer acht gelassen werden, daß mit der Spinningsgeschwindigkeit des Vorlagematerials das zur Erzielung einer bestimmten Garndeckung erforderliche Torsionsmoment ansteigt (Abb. 17).

Da aber das von den Friktionsdrallelementen auf den

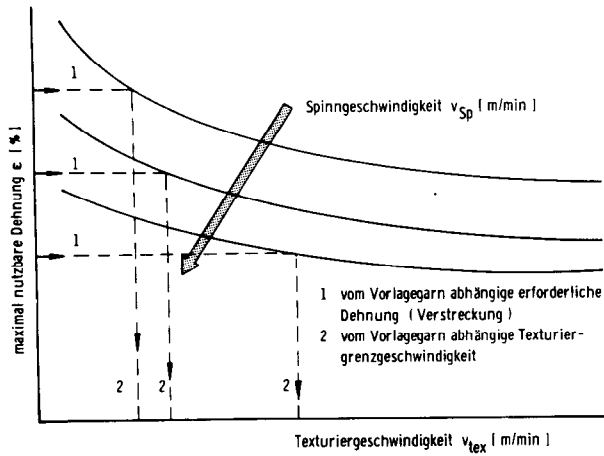


Abb. 16: Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der maximal nutzbaren und erforderlichen Dehnung in Abhängigkeit von der Spinn- und Texturiergeschwindigkeit des Vorlagegarns und der Texturiergeschwindigkeit

Faden übertragbare Torsionsmoment begrenzt ist, kann erwartet werden, daß die mit mittleren Spinn- und Texturiergeschwindigkeiten produzierten Filamentgarne eine Begrenzung der Texturiergeschwindigkeit infolge ihrer eingeschränkten Dehnfähigkeit und die sehr schnell gesponnenen Filamentgarne eine Begrenzung der Texturiergeschwindigkeit infolge der begrenzten Drallwirksamkeit der Friktionsaggregate erfahren.

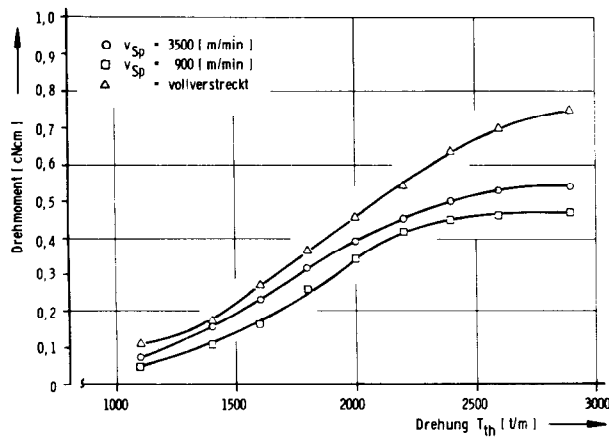


Abb. 17: Torsionsmoment M<sub>T</sub> in Abhängigkeit von der theoretischen Drehungsdichte und der Spinn- und Texturiergeschwindigkeit des Vorlagegarns

### 2.3.1 Fadenerwärmung

Von entscheidender Bedeutung für die Kräuseleigenschaften texturierter PES-Garne ist die im Primärheizger erreichte Fadentemperatur.

Aus der Literatur<sup>6,7</sup> ist bekannt, daß der Wärmeübergang vom Heizger auf den Faden auch bei Verwendung von Kontaktheizern im wesentlichen durch Konvektion erfolgt:

$$\Omega = \alpha \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot (\vartheta_L - \vartheta_P) \quad (7)$$

Dabei wird der Wärmefluß  $\Omega$  hauptsächlich von zwei Faktoren beeinflusst, und zwar durch:

- die Wärmeübergangszahl  $\alpha$ , die ihrerseits mit der Fadenrotation, d. h. der Garn- und der Texturiergeschwindigkeit ansteigt und
- die Temperaturdifferenz zwischen Heizger und Faden.

Wie die Abbildung 18<sup>8</sup> zeigt, erreicht der Faden bei einer Texturiergeschwindigkeit von 250 m/min und einer Heizgerlänge von 2,1 m nur knapp die eingestellte Heizertemperatur von 200°C; bei einer Texturiergeschwindigkeit von 350 m/min besteht bereits eine Temperaturdifferenz von 10°C. Eine weitere Erhöhung der Abzugsgeschwindigkeit verkürzt die Verweilzeit des Fadens im Heizger weiter.

Um den Faden dennoch auf die erforderliche Fixier-

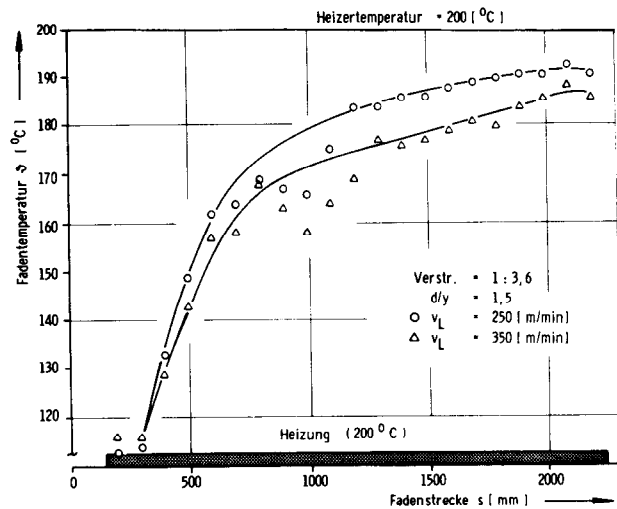


Abb. 18: Fadentemperaturprofil in der Texturierzone in Abhängigkeit von der Texturiergeschwindigkeit (250 und 350 m/min)

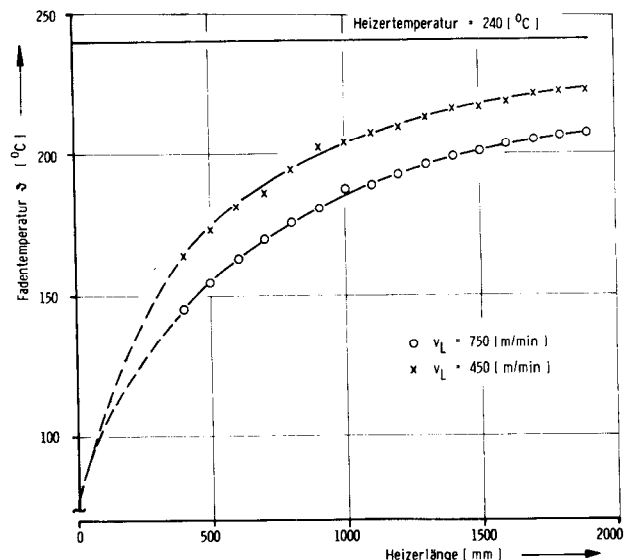


Abb. 19: Fadentemperaturprofil in der Texturierzone in Abhängigkeit von der Texturiergeschwindigkeit (450 und 750 m/min)

temperatur zu bringen, muß die Temperaturdifferenz zwischen Heizer und Faden, d. h. die Heizertemperatur, erhöht werden.

Eine Steigerung der Texturiergeschwindigkeit auf 450 und 750 m/min (Abb. 19) ergibt bei einer eingestellten Heizertemperatur von 240 °C Temperaturdifferenzen am Heizerausgang von 15 bzw. 30 °C.

Einen besseren Einblick in den Aufheizvorgang als es die Darstellung des Fadentemperaturverlaufes über der Heizerlänge zeigt, gibt der Kurvenverlauf über der Fadenlaufzeit. Die Abbildung 20 stellt das am Beispiel der beiden Texturiergeschwindigkeiten und 350 m/min und 200 °C Heizertemperatur dar.

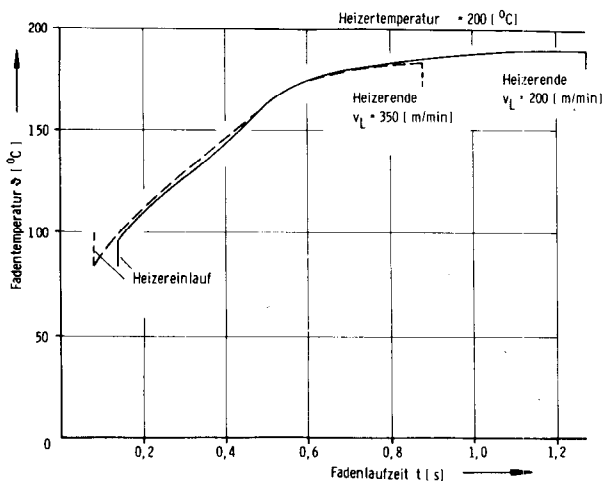


Abb. 20: Einfluß der Texturiergeschwindigkeit auf den zeitabhängigen Verlauf der Fadenoberflächentemperatur

Der Vergleich zeigt, daß der Aufheizvorgang in beiden Fällen nahezu identisch ist. Die etwas geringere Endtemperatur, die bei der höheren Texturierge-

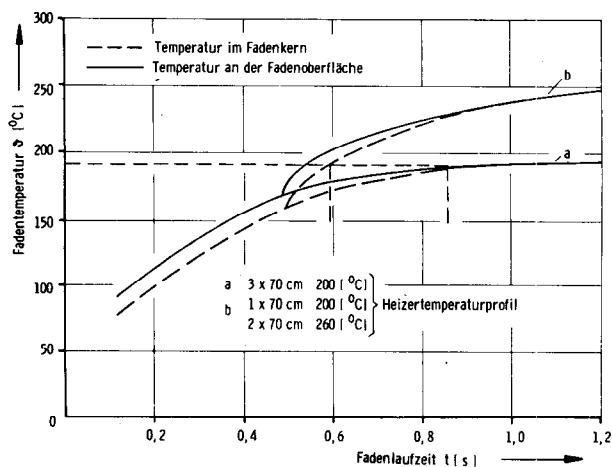


Abb. 21: Berechnete Fadenoberflächen- und -kerntemperatur für einen Heizer mit konstantem Temperaturprofil ( $\vartheta_{HK} = 200^\circ\text{C}$ , Heizerlänge 2,1 m) und einen Stufenheizer ( $\vartheta_{HK} = 200, 260, 260^\circ\text{C}$ , Länge der Heizelemente je 0,7 m) bei einer Texturiergeschwindigkeit von 200 m/min

windigkeit erreicht wird, kann eine Folge des mit steigender Texturiergeschwindigkeit unruhiger werdenden Fadenlaufes sein.

Diese Abbildung zeigt auch, daß eine Verlängerung des Heizers dann keinen merklichen Effekt mehr bringt, wenn die zwischen Heizer und Faden herrschende Temperaturdifferenz relativ klein ist, d. h., höhere Heizertemperaturen sind unvermeidlich.

Entscheidend für den Textureffekt sind aber nicht allein die meßbaren Fadenoberflächentemperaturen, für eine einwandfreie Texturiergarnqualität muß die erforderliche Fixiertemperatur im gesamten Garnquerschnitt erreicht werden. Diese während des Texturierens nicht meßbaren Temperaturen können lediglich theoretisch berechnet werden.

Formeln zur Berechnung der Aufheiz- und Abkühlvorgänge an zylindrischen Körpern sind in der Literatur angegeben<sup>6, 7, 9</sup>.

$$\vartheta = \vartheta_{HK} - 2 \cdot hR \cdot (\vartheta_{HK} - \vartheta_o) \sum_{K=1}^{\infty} \frac{J_o(\Delta_K \frac{r}{R})}{K = 1 J_o(\Delta_K) ((hR)^2 + \Delta_K^2)} e^{-\Delta_K \frac{a \cdot t}{R^2}} \quad (8)$$

Hierin bedeuten:

- $\vartheta$  — Fadentemperatur
- $\vartheta_{HK}$  — Heizertemperatur
- $\vartheta_o$  — Anfangstemperatur
- $R$  — Radius der Garnsäule
- $r$  — beliebiger Radius im Garnquerschnitt
- $J_o$  — Lösungen der Besselfunktion ( $\Delta_K$ )
- $\Delta_K$  — freier Laufparameter
- $h$  —  $\alpha/\lambda$
- $a$  —  $\lambda \rho \cdot c$

mit:

- $\alpha$  — Wärmeübergangszahl
- $\lambda$  — Wärmeleitzahl
- $c$  — spezifische Wärme
- $\rho$  — Dichte

Benutzt man übliche  $\alpha$ -Werte (700 — 1000 W/m<sup>2</sup> grd), so ergeben sich Aufheizkurven, die wesentlich steiler als die gemessenen verlaufen<sup>6</sup>. Durch eine schrittweise Variation der  $\alpha$ -Werte wurde die berechnete der gemessenen Temperaturkurve angeglichen. Danach konnte mit diesen Wärmeübergangszahlen auch die Temperatur im Fadeninneren bestimmt werden (Abb. 21).

Der aus dem Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen stammende Vorschlag<sup>8, 10</sup>, Heizer mit überhöhten Temperaturen am Heizkörperauslauf, sogenannte Stufenheizer, einzusetzen, um kürzere Faden-aufheizzeiten zu erreichen, ergab, daß mit 30 % kürzeren Heizern bessere Texturierergebnisse erzielt werden konnten<sup>8</sup>. Das berechnete Fadentemperaturprofil für einen solchen Heizer ist ebenfalls in diese Abbildung aufgenommen, und es zeigt sich, daß bei konstantem Temperaturprofil des Heizers, nach einer Verweilzeit von etwa 0,8 s (Kurve a) und bei Einsatz eines Stufenheizers (Kurve b) nach etwa 0,55 s Faden-temperaturen von 190 °C erzielt werden konnten.

Der berechnete Temperaturverlauf für eine Tex-

turiergewindigkeit von 800 m/min (Abb. 22) veranschaulicht, daß mit einem 2,1 m langen Stufenheizer Fadenoberflächentemperaturen von ca. 210°C und Kerntemperaturen von 200°C erreicht werden können, ohne dabei das nicht voll ausgestreckte und thermisch empfindliche Filamentgarn im Heizeranfangsbereich den hohen Temperaturen auszusetzen. Das eingezeichnete Heizertemperaturprofil entspricht einer effektiven Länge von 2,1 m. Der über diese Länge hinausgehende, strichpunktiert dargestellte Fadentemperaturverlauf nimmt bei dieser Berechnung einen auf rd. 9 m verlängerten, 260°C heißen Heizer an.

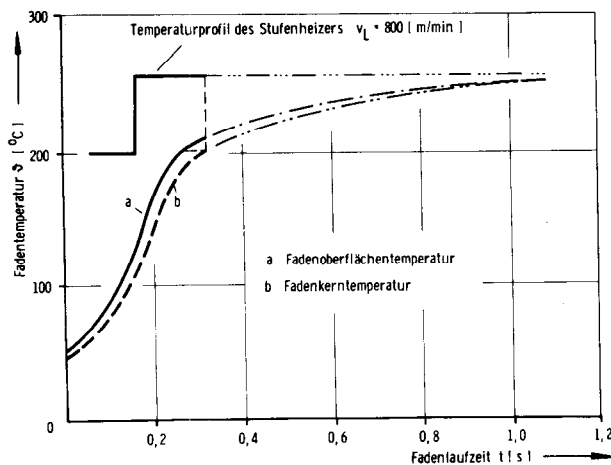


Abb. 22: Berechnete Fadenoberflächen- und -kerntemperatur für einen Stufenheizer ( $\vartheta_{HK} = 200, 260$ °C, Länge der Heizelemente je 0,7 m) für eine Texturiergewindigkeit von 800 m/min

2.3.2 Fadenabkühlung

Von nicht minder großer Bedeutung für die Kräuselqualität texturierter Garne ist die Fadentemperatur im Bereich des Drallgebers.

Unter sonst konstanten Texturierbedingungen (Texturiergewindigkeit 400 m/min mit Friktionsaggregaten) wurden in einem Versuch die Länge der Kühlzone variiert und die Fadenoberflächentempe-

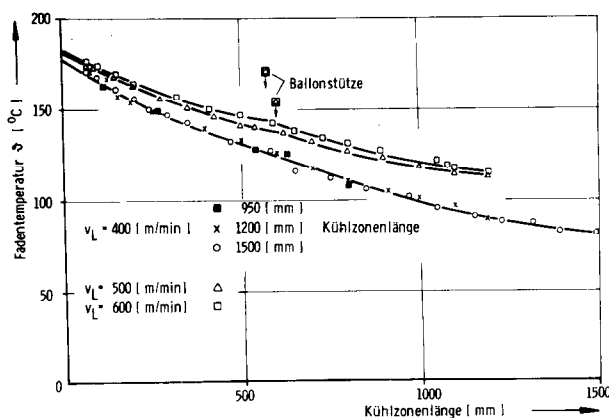


Abb. 23: Verlauf der Fadenoberflächentemperatur in der Kühlzone beim Friktionstexturieren in Abhängigkeit von der Kühlzonenlänge und der Texturiergewindigkeit

raturen in der Kühlzone gemessen (Abb. 23). Bei der geringen Rotationsfrequenz des Fadenballons haben die zunehmende Länge und Amplitude des Fadenballons nahezu keinen Einfluß auf die Abkühlkurve. Die Bestimmung der Kräuselkennwerte der mit verschiedenen Kühlzonenlängen (0,95, 1,25, 1,44, 1,54 und 1,64 m) hergestellten Garne ergab für die Kühlzonenlängen über 1,25 m keine weitere Verbesserung der Kräuselleigenschaften; das Garn hatte bei dieser Kühlzonenlänge noch eine Fadenoberflächentemperatur von rd. 85°C. Diese Temperatur sollte vom gedrehten Faden bei Erreichen des Drallgebers nicht mehr überschritten werden. Aus Platzgründen lassen sich solche Kühlzonenlängen an Serienmaschinen kaum realisieren, zumal mit steigender Texturiergewindigkeit immer größere Längen erforderlich würden. Darüber hinaus werden mit wachsenden Kühlzonenlängen durch den sich ausweitenden Fadenballon die dynamometrischen Kennwerte sowohl im Niveau als auch in der Gleichmäßigkeit negativ beeinflusst. So sind für höhere Texturiergegeschwindigkeiten zur Fadenkühlung und zur Fadenlaufstabilisierung Kühlelemente erforderlich.

3. Zusammenfassung

Mit der Einführung der Friktionsaggregate konnte die Texturiergewindigkeit zunehmend gesteigert werden. Beim Simultanstrecktexturieren traten bei der Verarbeitung von Vorlagegarnen, die mit Geschwindigkeiten bis 2000 m/min gesponnen wurden, bei Geschwindigkeiten von ca. 500 m/min Texturierfehler, wie Flusen und Filamentbrüche, auf. Die Ursache hierfür kann in den hohen Filamentbeanspruchungen, die sich aus den Geschwindigkeitsdifferenzen der einzelnen Filamentschichten im Streckbereich ergeben, und in der geschwindigkeitsabhängigen Verformbarkeit von synthetischen Filamentgarnen gesucht werden.

Anhand eines Vergleiches zwischen theoretisch berechneten und gemessenen Fadentemperaturen und der Anpassung der theoretischen an die gemessenen Temperaturkurven war es möglich, auch die Temperaturen im Fadenkern zu berechnen.

Literatur

- 1) J. Lünenschloß, K. Fischer, W. Oßwald: Untersuchung der Vorgänge in der Texturierzzone beim konventionellen Texturieren und beim Strecktexturieren; *Chemiefasern/Text. Ind.* 27/79, 119 - 125 (1977)
- 2) J. Lünenschloß, K. Fischer: Filamentmigration beim FD-Texturieren; eine neue Meßmethode und erste Ergebnisse (in Vorbereitung)
- 3) J. Lünenschloß, E. Siersch: Streckverlauf, Verlauf der Drehungsdichte und Fadendeformation beim FD-Simultanstrecktexturieren unterschiedlich vororientierter PES-Fäden; *Melliand Textilber.* 56, 93 - 98 (1975)
- 4) K. Fischer: Neuere Erkenntnisse der Friktions- und Simultanstrecktexturierung von PES-Filamentgarnen; *Chemiefasern/Text. Ind.* 27/79, 895 - 902 (1977)

- 5) J. Lünenschloß: Die schlagartige Festigkeitsbeanspruchung und ihre Untersuchung bei verstreckten Textilfäden; Text. Prax. 182 - 187, 282 - 290 (1961)
- 6) L. Coll-Tortosa: Beitrag zur Technologie der Torsionstexturierung; Diss. 1975 RWTH Aachen
- 7) N. A. Moussa: Heat Transfer to a Moving Threadline; Vortrag im Juli 1977, Cambridge, Mass./USA
- 8) K. Fischer: Einfluß des Fadentemperaturprofils auf die Eigenschaften texturierter PES-Filamentgarne; Vortrag am 6. 10. 1977 in Aachen anläßlich der vierten gemeinsamen Tagung der Aachener Textilinstitute
- 9) Erk, Gröber, Grigull: Grundgesetze der Wärmeübertragung; Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1963

**Riggert:** Sie haben vorweggenommen, was ich noch ausführen wollte. Man muß den Geschwindigkeitsgradienten längs der Filamente von jenem, der in radialer Richtung zwischen dem Filament verläuft, unterscheiden. Für die Spinnstrecken, die sich erzielen lassen, gilt, daß ein hoher Gradient in Längsrichtung praktikabel ist, solange das Material nicht gealtert ist. Wieweit liegt nun in Ihrem Fall eine Alterung vor, wenn Sie z. B. ein Material untersuchen, welches mit 1000 m/min gesponnen wurde? Es gibt darüber Arbeiten, in welchen ein deutlicher Alterungseffekt festgestellt werden konnte. Es hat sich auch gezeigt, daß für den Geschwindigkeitsgradienten in radialer Richtung die Spinnpräparation eine große Rolle spielt, da sie durch die geringere Filamentreibung imstande ist, diesen Effekt zu mildern.

**Lünenschloß:** Ich bin ganz Ihrer Meinung, daß der Geschwindigkeitsgradient in radialer Richtung das entscheidende Kriterium gegenüber den anderen genannten Streckprozessen ist und daß man auch durch die Präparation Einfluß nehmen kann. Ich habe in meinem Vortrag darauf hingewiesen, daß die Kurven nicht im Sinne genau definierter Texturierungsgrade gewertet werden dürfen, da noch andere, sich überlagernde Einflußfaktoren gegeben sind. Die aufgezeigte Gesamtrendenz bleibt aber erhalten. Wenn Sie schneller texturieren wollen, müssen Sie schneller gesponnenes Material verwenden. Nun zur Frage der Alterung. Wir untersuchen das Material lediglich, ob es schneller oder langsam gesponnen ist; letzteres hat nur noch historische Bedeutung. Alterungseffekte würden bei solchen Untersuchungen zweifellos eine Rolle spielen; sie werden von uns vermieden.

**Mutschler:** Kann man aus Ihren Ausführungen ableiten, daß für speziell feine PA-Titer die günstigste Texturierung durch einen Sequentialprozeß erfolgt und eine Geschwindigkeit von über 4000 m/min nötig ist, um gleichwertige Ergebnisse erzielen zu können?

**Lünenschloß:** Bei sequentialextrecktexturierten Garnen gibt es das Problem des radialen Geschwindigkeitsgradienten im Streckbereich nicht. Unsere Untersuchungen haben sich aber ausschließlich mit größeren Polyesterarnen beschäftigt, doch ist die Tendenz sicher auch auf Polyamidgarne übertragbar. In welchem Maß hier die Höchstkraftdehnung bei steigender Verformungsgeschwindigkeit abnimmt, wäre zu prüfen.

**Albrecht:** Tendiert die Technologie zu feineren Einzelstapeln und feinen Gesamtstapeln von zu texturierenden Garnen?

**Lünenschloß:** Bei feinerem Gesamtstapel verringert sich grundsätzlich die Problematik der *innen-außen* Geschwindigkeitsdifferenzen und damit der Beanspruchungen im Streckbereich beim Simultanstrecktexturieren. Den Einfluß des Einzelstapels kann ich im Moment nicht diskutieren.

**Albrecht:** Ist es die Problematik, die die Erwärmung mit sich bringt, und die zur Kerntemperatur des Garns führt?

**Lünenschloß:** Wir gehen davon aus, daß durch die aus der Verdrehung resultierenden hohen Normalkräfte die Verdichtung so stark ist, daß man für die Ermittlung der Kerntemperatur mit den in der Literatur angegebenen Wärmeleitfähigkeiten  $\lambda$  arbeiten kann.

## Diskussion

**Albrecht:** Vielen Dank für Ihren ausgezeichneten Vortrag, in dem Sie uns interessante Ergebnisse, die aus der praktischen Arbeit gewachsen sind und zu einem sehr umfangreichen Untersuchungsprogramm geführt haben, mitteilten.

**Riggert:** Aus Ihren Ausführungen geht hervor, daß für den Texturierungsprozeß die Dehnungsgeschwindigkeit in der Streckzone geschwindigkeitsbegrenzend sein kann. Dabei weisen Sie darauf hin, daß bei schnell gesponnenem Material die Streckzone länger ist, und eine Reduzierung der Dehnungsgeschwindigkeit eintritt. Heute werden doch beim Spinnstrecken eines 167 dtex-Polyesterfilamentgarns Geschwindigkeiten von 3000 m/min angewandt. Die Spinn- geschwindigkeit liegt naturgemäß bei 1000 m/min, wobei der Streckpunkt auf einer beheizten Galette gebildet wird. Es entsteht eine kurze Streckzone, welche in diesem Fall über einen Spannungsgradienten stabilisiert wird. Es ist also durchaus möglich, auch bei 3000 m/min einwandfrei zu verrecken.

**Lünenschloß:** In Ihren Überlegungen vergessen Sie einen grundlegenden Unterschied. Beim Spinnstrecken und auch beim Streckzwirnen wird in der Streckzone nicht verdreht, daher kommt es auch nicht zu den geschilderten Innen- und Außenunterschieden. Aus meinen Abbildungen kann man ersehen, daß aufgrund der gleichzeitigen Verdrehung in der Simultanstrecktexturierungszone diese Innen- und Außenunterschiede sich als eine niedrige Axialgeschwindigkeit und eine hohe Periphergeschwindigkeit auswirken. Es kombinieren sich beim Simultanstrecktexturieren also 2 geschwindigkeitsbegrenzende Effekte. Der behandelte, aus der Garndrehung resultierende *geometrische Effekt* ist Ursache der Geschwindigkeitsdifferenzen *innen-außen*. Der zweite Effekt ergibt sich aus der Abhängigkeit der dynamometrischen Eigenschaften, aus der Höchstkraftdehnung der Verformungsgeschwindigkeit. Bekanntermaßen nimmt die Höchstkraftdehnung mit steigender Verformungsgeschwindigkeit ab.

## Neue Entwicklungen auf dem Gebiet des Friktionstexturierens

Ing. Jean Claude Dupeuble, Products Manager, Roanne

Mit der weiteren Entwicklung der Texturiermaschinen, insbesondere durch die Fortschritte der Friktionsverfahren, hat man zugleich erreicht:

- eine größere Produktion (die Kapazität im Verhältnis zum Weltmarkt) zu bekommen
- sowie ein Garn zu erzeugen, das qualitativ der konventionellen Texturierung entspricht.

Eine Reihe von ARCT-Maschinen ermöglicht es, auf Grund des entsprechend angepaßten Fadenweges ausgezeichnete Garnqualitäten zu erhalten.

Die Friktionsspindel mit Vollkeramikscheiben (CERAFRIX) ist für feine Titer besonders gut geeignet; es werden ausgezeichnete, gute textile Ergebnisse erzielt.

The texturing machinery evolution by the friction twisting process has allowed to obtain yarns comparable to those produced by the conventional texturing method while permitting higher production consistent with the international market requirements.

The range of A. R. C. T. machines permits, thanks to its particularly well adapted threadline, to obtain excellent yarn qualities.

The solid ceramic friction spindle (CERAFRIX) particularly suitable for processing fine and delicate yarns allows exceptional textile qualities.

### 1. Einleitung

Das vergangene Jahr stand im Zeichen gewaltiger Fortschritte in der Texturgarnindustrie. Mit der jüngsten Textilmaschinenausstellung ATME-I 78 in Greenville, S. C. USA, wurde die Ära der Friktionsstrecktexturiermaschinen eingeleitet.

Vor einem Jahr sprachen wir von Friktionstexturierungen mit 600 m und mehr, während die Produktion auf kommerzieller Ebene eigentlich nur mit Geschwindigkeiten von 450 bis 500 m/min betrieben wurde. Heute wird in den Betrieben mit 600 und 700 m/min produziert, ja es werden in der Praxis sogar 800 und mehr m/min erreicht.

Vor einem Jahr sprachen wir von neuen Strecktexturiermaschinen mit Geschwindigkeiten von über 600 m/min. Solche Maschinen sind jetzt auf dem Markt und werden zurzeit in vielen Ländern aufgestellt.

Wir sprachen damals auch von neuen Garnen. In der Industrie war aber der Standardgarntyp nach wie vor das 150 den-Polyestergarn mit rundem Querschnitt. Heute haben Garne aus dem feineren Titerbereich mit einer größeren Anzahl von Filamenten, mit geringerer Filamentstärke und modifiziertem Querschnitt einen beachtlichen Anteil an der kommerziellen Produktion von texturiertem Polyester erlangt.

Die Nachfrage nach texturiertem Polyester für fertige Gewebe belebte sich in den letzten 12 Monaten zu-

sehends. Sowohl bei texturierten Geweben als auch beim Ersatz für Fasergarne stieg der Verbrauch auf beachtliche Tonnagen an.

Texturiertes Polyamid hat auch im mittleren und feinen Titerbereich wieder an Popularität gewonnen. Neue Maschinen und neue Garne haben sich nun endgültig durchgesetzt und neue Einsatzgebiete haben sich ergeben.

Die auf der ATME-I 78 ausgestellten neuen Strecktexturiermaschinen zeigten ausnahmslos ein hohes Leistungsniveau mit Produktionsgeschwindigkeiten von 900 bis 1000 m/min und anderen ähnlichen mechanischen Leistungen. Geschwindigkeit und mechanische Leistungen lösen aber für den Zwirner, Texturierer und Garnendverbraucher bei weitem nicht alle Probleme einer wirtschaftlichen Verarbeitung mit hohem Wirkungsgrad. Eine ausreichende Heiz- und Kühlleistung, zuverlässige und kommerziell einsetzbare Friktionsaggregate sowie ein geeigneter Friktionsscheibenwerkstoff sind nicht minder wichtige Parameter. Ein sauberer Fadenweg ist ebenfalls von größter Wichtigkeit.

### 2. Anforderungen an moderne Maschinen

Für den Erfolg der texturierten Garne sind einfache Bedienung, rationell eingesetzte Arbeitskraft, Zuverlässigkeit in mechanischer und textilphysiologischer Hinsicht, einfache Pflege und Wartung, hohe Sicherheit am Arbeitsplatz, niedriger Lärmpegel, geringer Energieverbrauch und ein günstiger Platzbedarf sowie die Möglichkeit, neue Maschinen in vorhandenen Gebäuden unterzubringen, die Faktoren, die sowohl für die Bauform als auch für den Verkauf moderner Strecktexturiermaschinen von erstrangiger Bedeutung sind.

Eine weitere sehr wichtige Anforderung an die modernen Hochgeschwindigkeitsstrecktexturiermaschinen war die Erzielung vergleichbarer Garneigenschaften, wie sie bei den langsamer laufenden Magnetspindeln erreicht werden. Seitdem die Maschinengeschwindigkeiten gesteigert, neue Friktionsaggregate entwickelt und verbessert werden, seitdem neue Rohgarne von den Faserherstellern angeboten und niedrigere Herstellungskosten von texturiertem Garn ge-

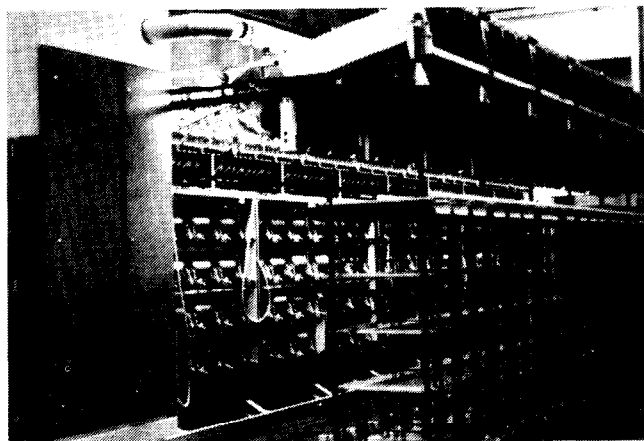


Abb. 1: Streckzwirnmachine der Type FTF 90. Maximale Lineargeschwindigkeit 1000 m/min

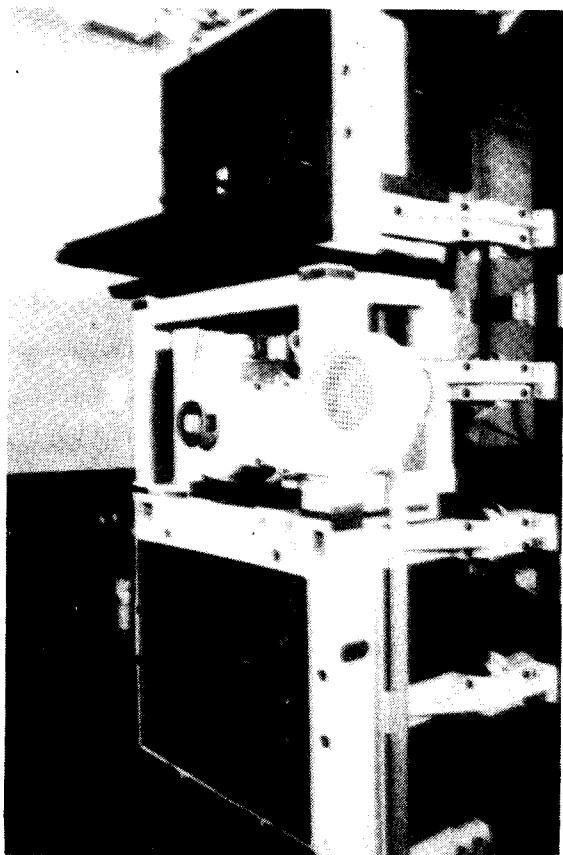


Abb. 2: Kopfende der FTF 90 mit Hauptgleichstrommotor und den 2 Getriebegehäusen, die alle Aus-tragswellen der Maschine antreiben

fordert werden, hat der Endverbraucher nicht nur weiterhin die gleichen Garneigenschaften verlangt, wie man sie von den langsamer laufenden Maschinen her kennt, sondern er fordert heute sogar eine deutliche Verbesserung der Garneigenschaften, weil empfindlichere Garne verarbeitet werden und deren Einsatz auf anspruchsvolle Stoffe aus Weberei und Wirkerei ausgedehnt werden soll.

Alle diese Parameter wurden bei der Entwicklung einer neuen Reihe von Hochgeschwindigkeits-Strecktexturiermaschinen mit niedriger Kompaktbauweise (das erste Modell, die FTF 75, kam im Frühjahr 1977 auf den Markt) berücksichtigt (Abb. 1). Das Spitzenmodell dieser Serie, die FTF 90, die auf der ATME-I 78 vorgestellt wurde, ist für einen erschütterungsfreien Lauf bei extrem hohen Geschwindigkeiten von 1000 m/min konstruiert (Abb. 2). Sie ist mit einem ersten 2,5 m langen dampfbeheizten Heizkörper, einer 1,56 m langen Kühlzone mit Vorkühlzone und einer 1,25 m langen Kontaktkühlzone, einem 1,40 m langen Fixierheizer und Einzelchangierungen für 550 Doppelhübe pro Minute ausgerüstet. Mit ihrem linearen Fadenweg (Abb. 3), dem sparsamen Energieverbrauch, dem günstigen Platzbedarf, der einfachen Wartung, dem unkomplizierten Getriebeschema, der einfachen Spulenabnahme und ihren vielfältigen Einsatzmöglichkeiten erfüllt die FTF 90 die hohen Anforderungen, die heute an Texturiermaschinen gestellt werden, die wir soeben erwähnt haben.

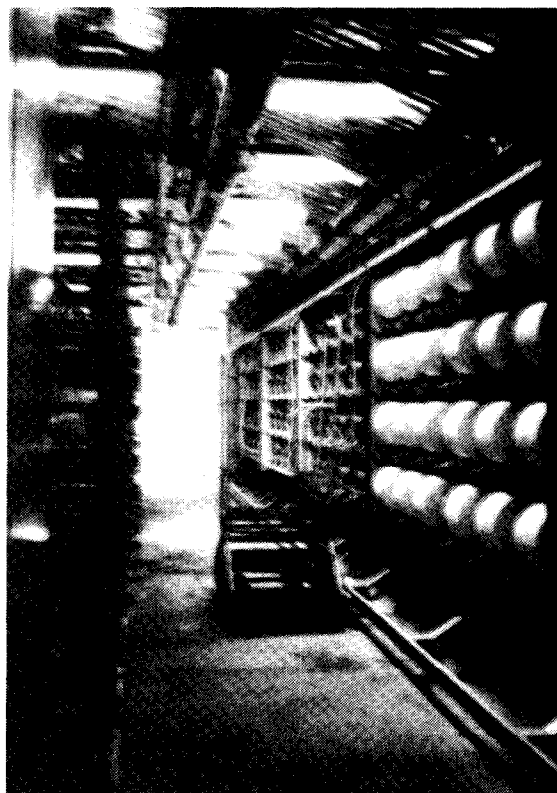


Abb. 3: Innenansicht der FTF 90 mit Kühlzone, Friktionseinheiten und Aufwicklung

#### Linearer Fadenweg

Seitdem um 1973 damit begonnen wurde, die Strecktexturierung auf einen kommerziell und wirtschaftlich vertretbaren Stand zu bringen (Abb. 4), sind wir der Überzeugung, daß der lineare Fadenweg eine wesentliche Voraussetzung für eine größtmögliche Flexibilität bei schnelllaufenden Friktions-Strecktexturiermaschinen ist. Allerdings müssen wir zugeben, daß beim Standard-Polyestergarn 150 den mit rundem Fadenquerschnitt der lineare Fadenweg nicht so wichtig erscheint. Dennoch sind wir der Meinung, daß der lineare Weg bereits bei einem 70 den-Garn vorteilhaft ist und bei noch feineren Titern, bei geringerer Filamentstärke und bei Garnen mit modifiziertem Faden-

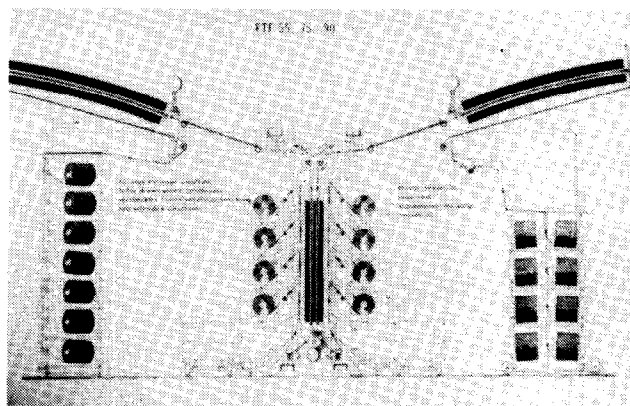


Abb. 4: Gerader Garnweg bei der FTF 90

querschnitt und einer hohen Anzahl von Fibrillen unbedingt erforderlich ist. In diesem Zusammenhang möchte ich betonen, daß wir heute wie in den letzten 5 bis 6 Jahren die feste Meinung vertreten, daß der lineare Fadenweg notwendig ist und daß Friktions-scheiben aus Vollsinterkeramik, die heutzutage in der Regel für die Hochgeschwindigkeits-Friktionstexturierung von Polyester Garnen eingesetzt werden, entscheidende Vorteile bieten. Damit man besser versteht, weshalb wir so sehr an dem linearen Fadenweg durch den ersten Heizer, der Kühlzone und der Texturierzzone festhalten, möchte ich die wichtigsten Kriterien, die uns hierbei leiten, erläutern:

**Energiekosten**

Bei der Simultanstrecktexturierung wird die für die eigentliche Orientierung des Garns benötigte Energie aus dem Zusammenwirken aller Energiekräfte, die auf den Faden wirken, einschließlich der Wärmeenergie im ersten Heizer, der mechanischen Energie während des Streckprozesses und der mechanischen Energie, die durch die Drallerteilung im Garn frei wird, gewonnen (Abb. 5).



Abb. 5: Polyester-Friktionsstelle

Bei der Hochgeschwindigkeits-Simultanstrecktexturierung ist ebenfalls zu beachten, daß bei Polyester am Streckpunkt bzw. bei Polyamid im Streckbereich eine bestimmte Fadenspannung konstant vorhanden sein muß.

**Fadenlauf**

Es ist erwiesen, daß sich durch Umlenkungen in der Fadenbahn zwischen Heizerauslauf und Friktionsaggregat einlauf

- ein Drallverlust im Heizer,
  - eine erhöhte Fadenspannung zwischen dem Umlenkpunkt der Fadenbahn und dem Friktionsaggregat und
  - ein Spannungsverlust am Streckpunkt
- ergeben.

Wenn eine derartige Umlenkung in der Fadenbahn vorhanden ist, muß häufig das Streckverhältnis ver-

kleinert werden, und das wiederum führt zu einer noch größeren Streuung bei den genannten Werten. Da für die Texturiertemperatur ein vorher ermittelter optimaler Wert festliegt, führen Spannungsabfall und Drallverlust sehr oft zu einer unregelmäßigen Ver-streckung des Fadens, die folgende Konsequenzen hat:

- höhere prozentuale Uster-CS-Werte,
- zunehmende Flusigkeit,
- geringere Reißfestigkeit des Fadens,
- Probleme mit der Anfärbbarkeit und
- höhere Fadenbruchzahl.

Um die Auswirkungen solcher Fadenumlenkungen im Fadenweg zu veranschaulichen, haben wir mehrere Garne, und zwar ein 167/30 dtex-Garn, ein 56/26 dtex-Garn und ein multilobales 56 48 dtex-Polyestergarn sowie multilobale 110/34 dtex-Polyamidgarne eingehend untersucht und miteinander verglichen. Es wurde mit vier Fadenumlenkungen von 0 bis 180° zwischen Texturierheizerauslauf und Friktionsaggregat einlauf, wie in Abbildung 6 gezeigt wird, gearbeitet, und die Testwerte wurden einander gegenübergestellt.

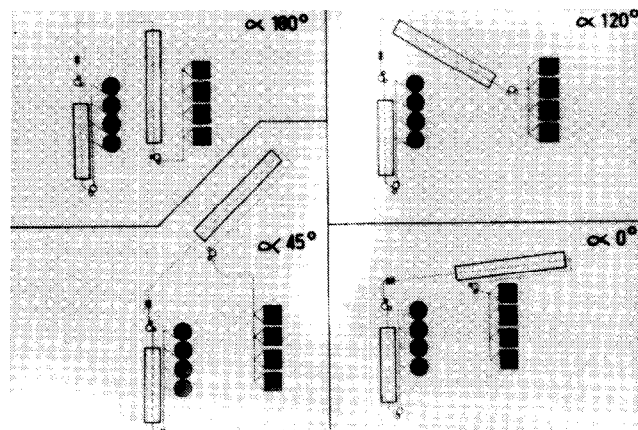


Abb. 6: Verschiedene, getestete Garnabweichungen

Die Abbildung 6 zeigt, wie sich der Umlenkwinkel zwischen Heizerauslauf und Friktionsaggregat auf den Drallverlust (Texturmat), die Einkräuselung (EK), die Reißfestigkeit und Flusigkeit auswirkt. Alle Untersuchungen an diesen 4 Garnen wurden jeweils bei konstanter Temperatur im ersten Heizer, bei konstanter Geschwindigkeit und konstanter Fadentemperatur am Friktionsaggregat einlauf verarbeitet.

Anhand der Abbildung 7, die die jeweilige Auswirkung auf die geprüften Garneigenschaften zeigt, sehen wir, daß Fadenumlenkungen beim 167/30 dtex-Garn kaum ins Gewicht fallen, daß sie jedoch bei feineren Titern, feinerer Filamentstärke und Garnen mit modifiziertem Querschnitt sehr wohl zu berücksichtigen sind (Abb. 8, 9, 10).

An dieser Stelle muß erwähnt werden, daß die Filamente des Fadens in dem Augenblick, wo er unter Spannung den Heizer verläßt, verformt werden können, wenn er über eine zur Änderung des Fadenlaufwinkels eingebaute Führung läuft. Das gilt in erster



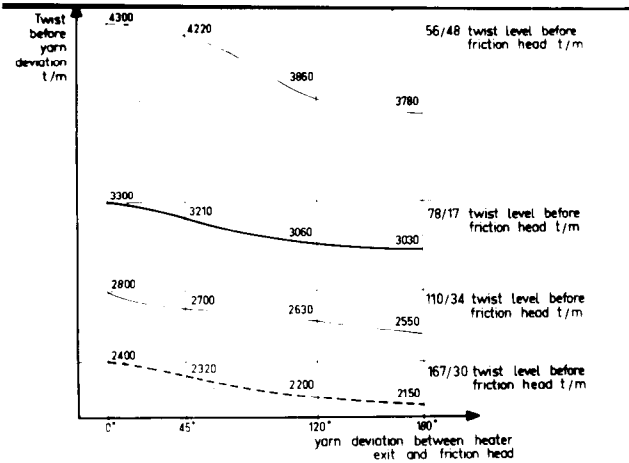


Abb. 7: Dralländerung, die vor der Fadenumlenkung dem Garn aufgebracht wird, bezogen auf den Umlenkwinkel von 0 bis 180°

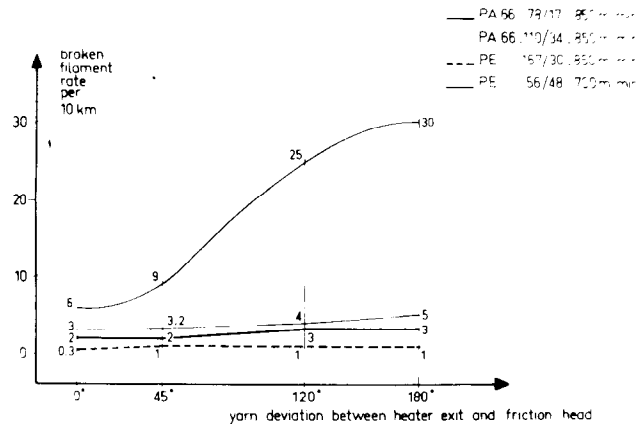


Abb. 10: Einfluß des Garnumlenkwinkels zwischen Heizerausgang und Spindel von 0 bis 180° auf die Fadenbruchzahl

Linie für Garne mit modifiziertem Querschnitt. Dieser Effekt mindert in gewisser Weise einen der Vorteile der Friktionstexturierung, nämlich die bei Magnetspindeln normalerweise auftretende Verformung der Filamente auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Wir haben gesehen, wie vorteilhaft der lineare Fadenweg sich auf die Eigenschaften des texturierten Garns auswirkt. Aber auch in bedienungstechnischer Hinsicht hat der lineare Fadenweg nennenswerte Vorteile, dazu zählt das einfache Anlegen der Fäden bis zu den Spulstellen sowie der Wegfall von Problemen mit der statischen Aufladung während des Anlegevorgangs.

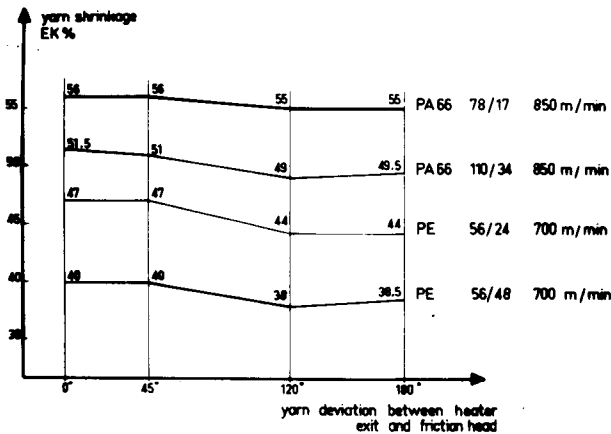


Abb. 8: Einfluß des Garnumlenkwinkels zwischen Heizerausgang und Spindel von 0 bis 180° auf den Garnschumpfverlust

### Bedeutung der Kühlzone

Wenn wir hier über die FTF 90 und über den linearen Fadenweg sprechen, muß in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung der Kühlzone hervorgehoben werden. Unsere Kühlzone besteht aus zwei Feldern, in denen jeweils die Vorkühlung und letztlich die Kontaktkühlung stattfindet.

Das 150 mm lange Feld der Vorkühlung liegt in dem Bereich der Dunstabsaugung. Wie Abbildung 11 zeigt, läuft der Faden hier an einem Absauggitter vorbei. Bei der 216spindeligen Maschine werden so pro Minute ca. 62 m<sup>3</sup> (2200 cfm) Dunst abgesaugt, und der Faden wird dabei sehr gründlich vorgekühlt. Daran schließt sich die Intensiv-Kontaktkühlung mit einem 1,25 m langen Rohr von großem Durchmesser an, das der Faden mit einem Winkel von 180° umschlingt. Das Kontaktrohr sorgt darüber hinaus für einen ruhigen Fadenlauf (Abb. 12).

Versuche haben ergeben, daß das Kontaktkühlrohr gegenüber der herkömmlichen Kühlplatte einige Vorzüge hat (Abb. 13). Der Kühleffekt liegt infolge der wirksameren Wärmeabfuhr durch die im Rohr und außen am Rohr vorhandene Raumluft um 15% höher. Auf Wunsch kann durch das Rohr auch Raumluft oder vorgekühlte Luft gepreßt werden.

Die Fadenreibung auf der Kühlrohroberfläche ist so gering, daß sich zwischen dem Ein- und Auslauf des Kühlrohrs keine Fadenspannung aufbaut und auch kein Drallverlust auftreten kann. Da der Faden das Kühlrohr teilweise umschlingt, hält er stets exakt seine Lage ein. Mit anderen Worten, der Faden kann nicht aus der Spur springen, wie es bei Kühlplatten vorkommt. Ein weiterer Vorteil des Kühlrohrs ist die Tatsache, daß die Einkräuselung (EK) gewöhnlich um zwei bis drei Punkte besser ausfällt als bei der Kühlplatte.

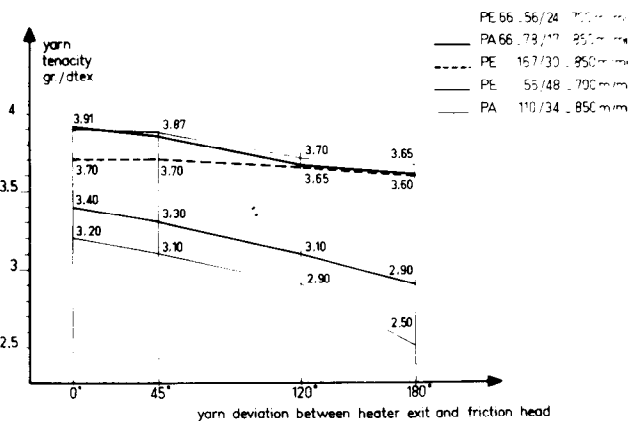


Abb. 9: Einfluß des Garnumlenkwinkels zwischen Heizerausgang und Spindel von 0 bis 180° auf den Garnfestigkeitsverlust.

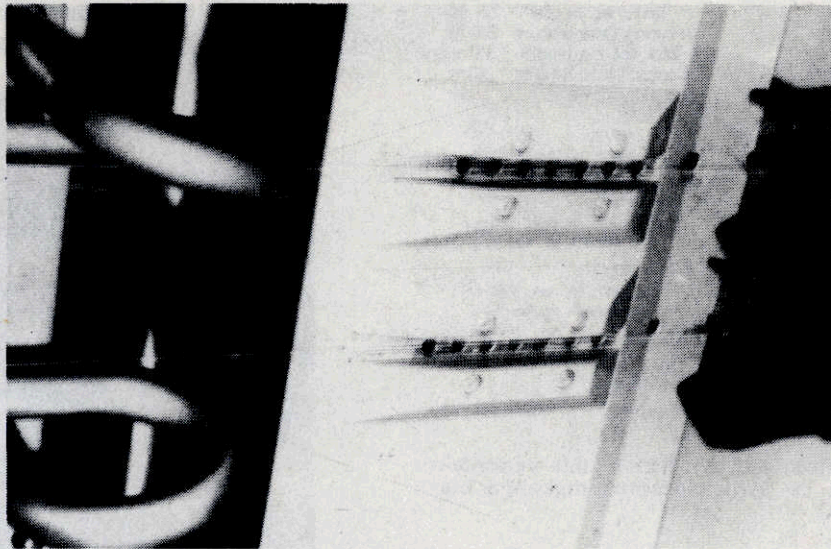


Abb. 11: Garnausgang vom Heizer mit Dunstabsaugung, kombiniert mit Luftkühlung des Garns und Kontaktkühlrohr



Abb. 12: Das Kontaktkühlrohr hat zwei Aufgaben: die Kühlung und Stabilisierung des Garns

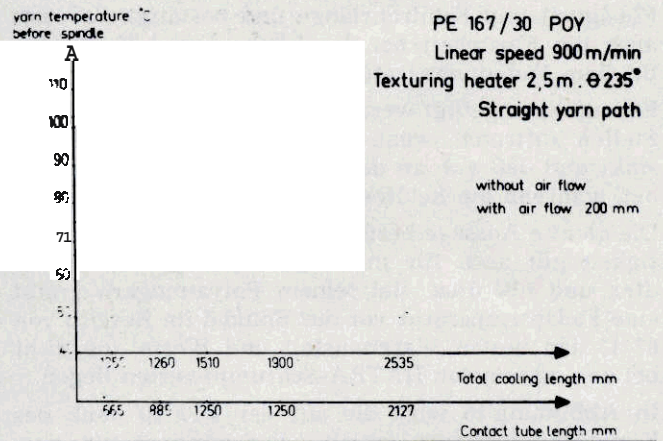


Abb. 14: Fadentemperatur vor der Spindel, bezogen auf die Kühlrohrlänge

Kühlleistung: 15 % höher  
Gebläsekühlung: einfacher  
Geringere Reibung: kein Drallverlust  
Eine sichere Positionierung des Garns gewährleistet einen geringeren Druck auf die Kontaktoberfläche!

Abb. 13: Vorteile des Kühlrohrs gegenüber der herkömmlichen Kühlplatte

Die Kurve in Abbildung 14 zeigt die Fadentemperatur vor der Spindel, bezogen auf die Kontaktkühlrohrlänge, bei einem 167/30 dtex-Polyestergarn, das mit 900 m/min bei 235° C mit einem 2,50 m langen ersten Heizer verarbeitet wurde. Bei der obersten Kurve wurde nur mit Kühlrohr und Raumluft gearbeitet. Wie man sieht, fällt die Fadentemperatur bei einer 1,25 m langen Kühlrohrlänge auf Werte unter 90° C.

In der Abbildung 15 ist das Verhältnis von Einkräu-

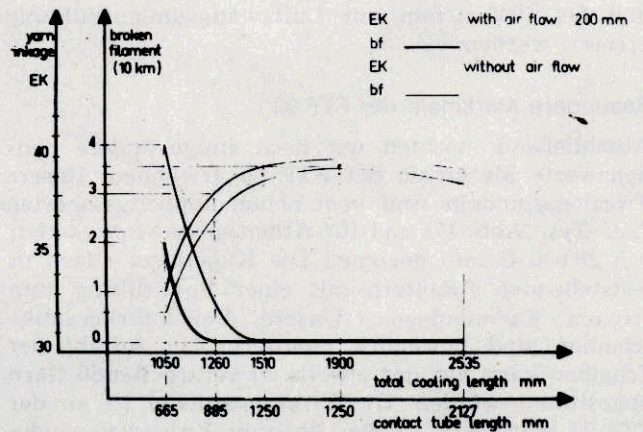


Abb. 15: Fadenbrüche und Garnschrumpf im Verhältnis zur Kühlrohrlänge

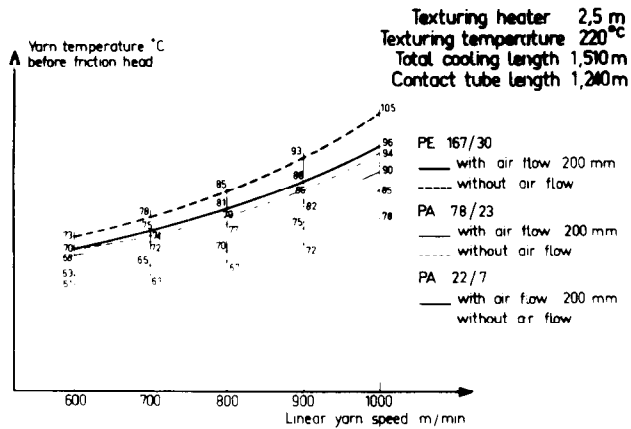


Abb. 16: Garntemperaturen auf der FTF 90 mit verschiedenen Garnen bei Arbeitsgeschwindigkeiten bis zu 1000 m/min

selung und Kühlrohrlänge dargestellt. Bei derselben Kühlrohrlänge von 1,25 m, bei der die Fadentemperatur unter 90 °C fällt, verflacht die Kurve der Einkräuselungswerte bis auf wenige Schwankungen. Dieselbe Abbildung zeigt auch die Relation zwischen Flusigkeit und Kühlrohrlänge und bestätigt, daß sich auch die Flusigkeit bei der Länge von 1,25 m bzw. bei dem Fadentemperaturpunkt von 90 °C stabilisiert.

Es muß hinzugefügt werden, daß im Garn geschlossene Stellen auftreten, wenn die Temperatur zu weit absinkt und daß sich an den Spindeln mehr Schnee bildet, während die Reißfestigkeit des Fadens abnimmt.

Die gleiche Aussage bezüglich Einkräuselung und Flusigkeit gilt auch für mittlere Polyamidtiter, wie 78 dtex und 110 dtex. Bei feinem Polyamidgarn ergibt eine Fadentemperatur vor der Spindel im Bereich von 85 °C den besten Warenausfall und Werte, die dicht bei den maximalen HATRA-Schrumpfwerten liegen.

In Abbildung 16 wird die auf der FTF 90 dank des Kontaktkühlsystems erzielte Fadentemperatur verschiedenen Arbeitsgeschwindigkeiten in m/min gegenübergestellt. Es wurde bereits erwähnt, daß die Fadentemperatur bei Polyester sowie bei Polyamid im mittleren Titerbereich bei 90 °C liegt und bei feinen Titern 85 °C nicht überschreiten sollte. Die Abbildungen zeigen, daß solche Fadentemperaturen mit dem ARCT-Kontaktkühlrohrsystem bei 900 m/min mit Raumluft und bei 1000 m/min mit Luftzwangsumlaufkühlung erreicht werden.

#### Besondere Merkmale der FTF 90

Abschließend möchten wir noch einige andere nennenswerte Merkmale der FTF 90 erwähnen. Unsere Friktionsspindeln sind vom neuen doppelgelagerten FAG-Typ (Abb. 17) und für Arbeitsgeschwindigkeiten von 20 000 U/min geeignet. Die Kugellager sitzen in feststehenden Adaptern mit einer Vorrichtung zum offenen Fadenanlegen. Unsere Vollsinterkeramikscheiben sind beweglich montiert. Die Anzahl der Scheiben kann auf das jeweils zu verarbeitende Garn abgestimmt werden. Die Friktionsspindel ist an der FTF 90 waagrecht in den linearen Fadenweg eingebettet (Abb. 18); sie bietet optimale Arbeitssicherheit und leichte Reinigung.

In den letzten 20 Jahren sind die geschlossenen Heizer

mit großem Erfolg eingesetzt worden, sodaß wir diesen Heizertyp stets befürwortet haben (Abb. 19).



Abb. 17: Neue FAG-Friktionseinheit auf der FTF 90

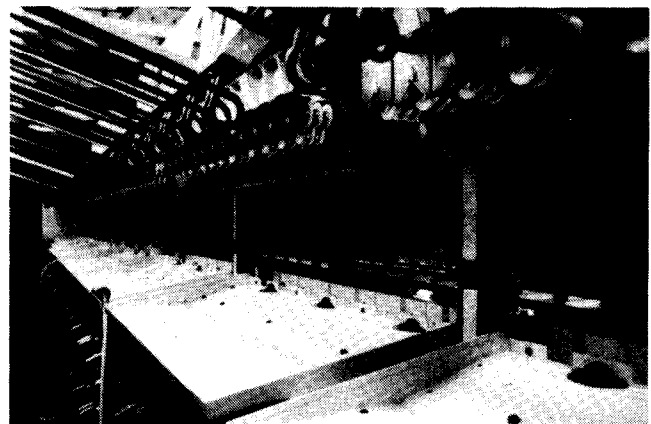


Abb. 18: Gerader Garnweg, horizontal montierte Friktionseinheiten und Auffangtassen

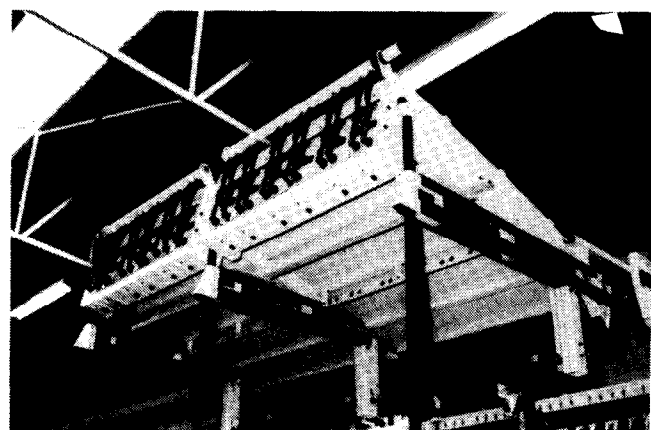


Abb. 19: Geschlossener, dampfbetriebener Heizer (2,5 m)

Die FTF 90 wurde mit einem 2,50 m langen dampfbetriebenen geschlossenen Heizer auf den Markt gebracht (Abb. 20). Wir empfehlen auch weiterhin den

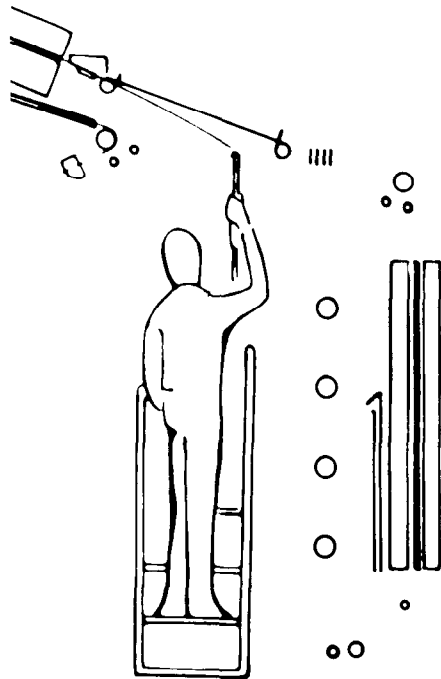


Abb. 20: Pneumatische Garneinfädelung durch die Maschine

geschlossenen Heizer aufgrund verschiedener Vorteile, wie einfache Einfädelung, höherer Wirkungsgrad bezüglich der Fadentemperatur am Heizerauslauf, die im Vergleich zu einem gleichlangen, offenen Heizer bis zu 9°C höher liegt, geringerer Stromverbrauch, der durchschnittlich 20 kW pro Stunde und Maschine niedriger liegt als bei einem vergleichbaren, offenen Heizer (Abb. 21), wirksamere Dunstabsaugung in Ver-

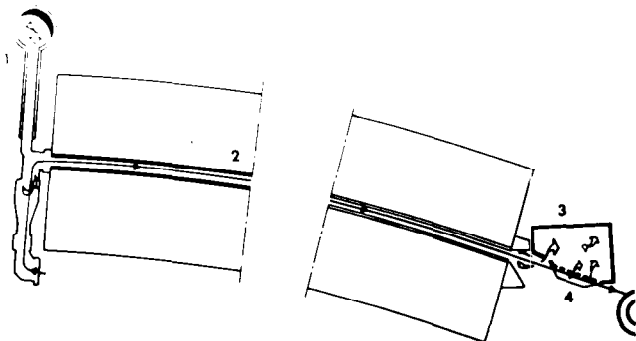


Abb. 21: Dunstentfernung in Verbindung mit gesteuertem Luftstrom durch das Texturierrohr

bindung mit einem kontrollierten Luftstrom im Heizrohr (Abb. 22) und nicht zuletzt die äußerst einfache Reinigung des Heizers durch die Verwendung von nichtrostenden Einsteckrohren. Auf Wunsch: unserer

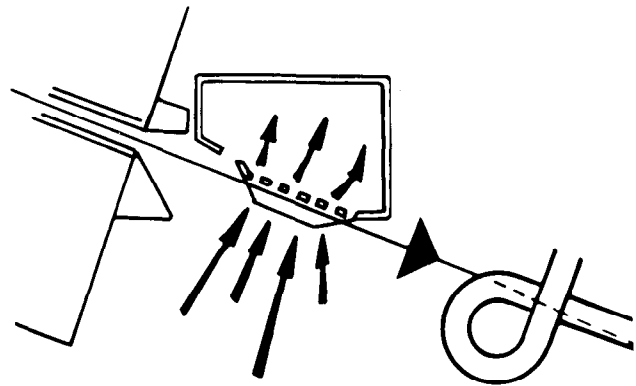


Abb. 22: Dunstabsaugung kombiniert mit einer Luftkühlung des Garns

Kunden kann die FTF 90 in einer besonderen Ausführung, neuerdings auch mit 2,50 m langen, offenen Heizern, ausgerüstet werden (Abb. 23).

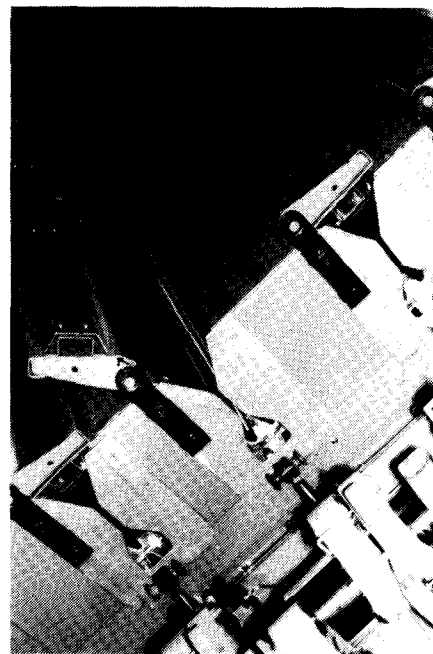


Abb. 23: Offener ARCT-Heizer

Das Aufwickelsystem wurde so gebaut (Abb. 24), daß die fertigen Spulen von der FTF 90 mit optimalen Ab Laufeigenschaften auf schnelllaufenden schützenlosen Webstühlen und in anderen anspruchsvollen Einsatzgebieten (einschließlich Hochgeschwindigkeits-Strickmaschinen) weiterverarbeitet werden können. Dazu gehört unter anderem ein elektronisches Bildstörgetriebe, das für einen einwandfreien Spulenaufbau sorgt und direkt in die Einzelchangierung eingebaut ist.

**Zum Schluß** seien hier noch einige Merkmale der FTF 90 aufgezählt:

- einfaches Durchziehen der Fäden mit Hilfe von pneumatischen Absaugpistolen und

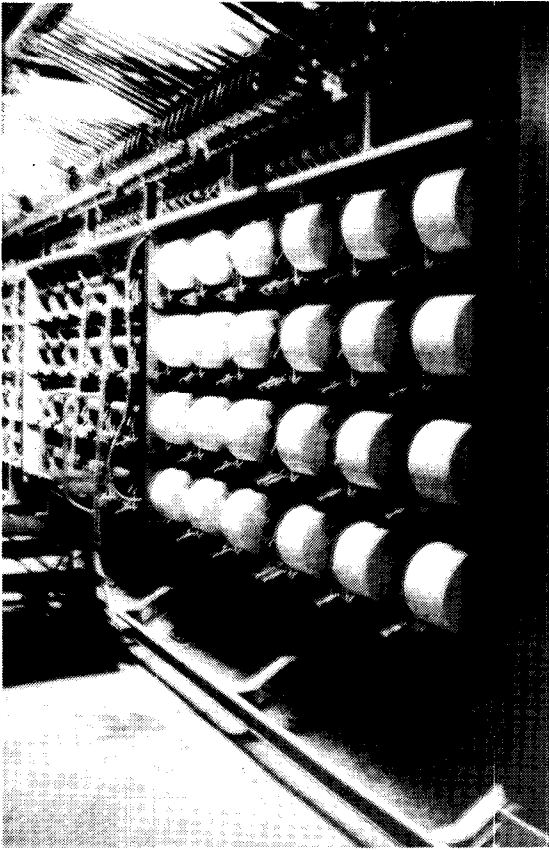


Abb. 24: FTF 90 — Aufwicklung 250 x 250

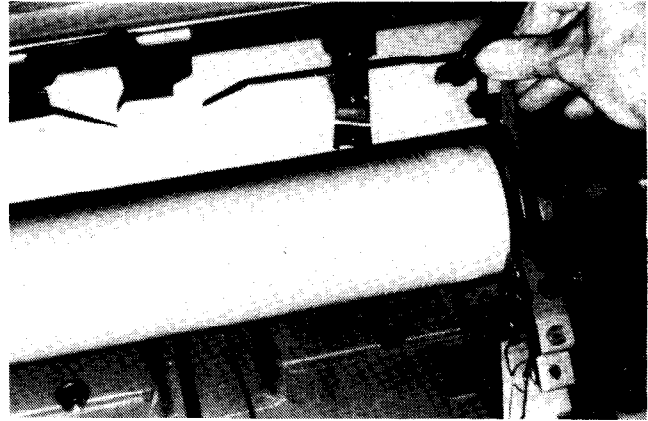


Abb. 26: In die Maschine eingebaute Fadenreserveautomatik

- einfache Spulenabnahme durch unser Fadenabsaugsystem *Dofil* und durch einen Fadenweg, der den Faden hinter dem Spulpaket hoch über die vor jeder Spulreihe befindlichen Garnölwalzen herausführt (Abb. 25), sowie

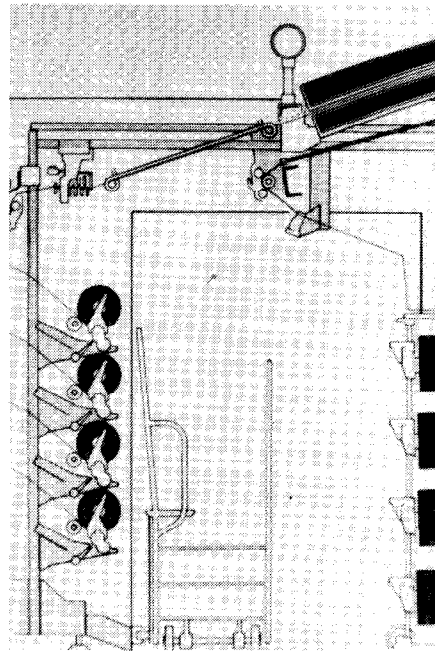


Abb. 27: Direktlauf des Garns vom zweiten Lieferwerk zur Spulstelle zur Produktion des FT-Streckgarns

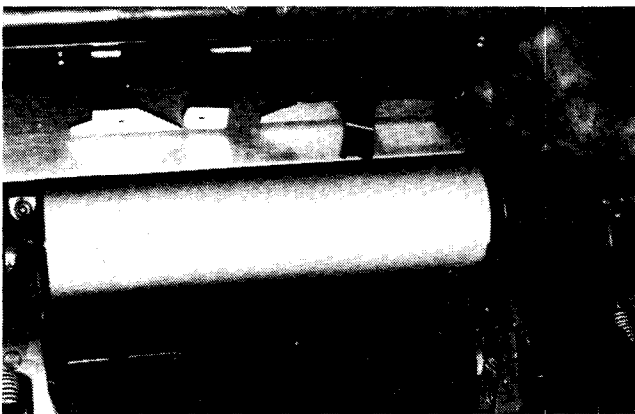


Abb. 25: Fadenabsaugsystem

- die Möglichkeit zum Einbau einer Fadenreserveautomatik (Abb. 26),
- die Auslassung der Fixierzone durch Direktlauf des Fadens vom zweiten Lieferwerk zur Spulstelle zur Herstellung von HE-Garn (Abb. 27) und
- die Möglichkeit, die Maschine als Simultan- oder als Sequential-Strecktexturiermaschine verwenden zu können (Abb. 28).

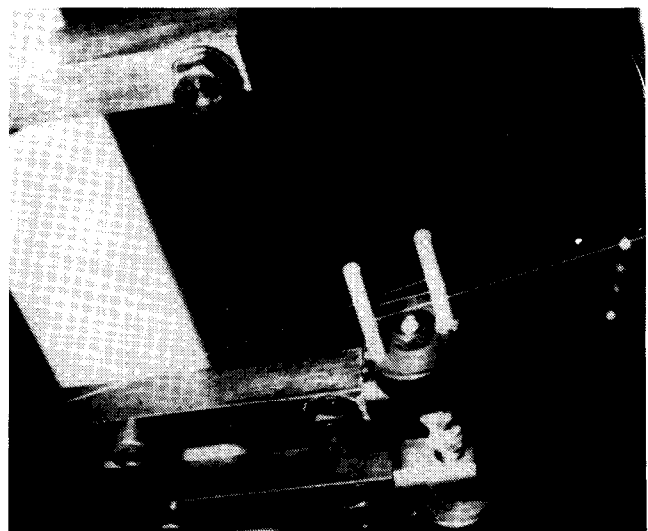


Abb. 28: ARCT-Sequentialzone

**Diskussion**

**K. Bauer:** Ich möchte bezweifeln, daß die Versuche zur Ermittlung des Einflusses der Fadenabknickung zwischen Heizplatte und Kühlplatte in optimaler Form durchgeführt wurden. Bei 167 dtex haben Sie beispielsweise einen Drallverlust von über 10 % festgestellt, bei unseren Versuchen lag der Drallverlust nie höher als 5 %.

**Dupeuble:** Unsere Vergleichsversuche wurden 8 Monate lang durchgeführt, und wir haben uns auch bemüht, die Bedingungen für diese Untersuchungen zu optimieren. Wir haben vor und nach dem Fadenführer anhand von 3 verschiedenen 167 dtex-Polyesterfasern zwischen 8 und 10 % Drallverlust gefunden.

Wie ich aber schon vorhin angedeutet habe, ist dies bei Filamenten mit rundem Querschnitt von 167 dtex nicht so wichtig. Dieses Problem ist nur bei empfindlichen Garnen, wie bei mehrlappigen Garnen, bei Garnen mit feiner Filamentstärke und rundem Querschnitt, aber auch wesentlich bei feintitrigen Garnen von Bedeutung. Der beste

Beweis für meine Aussage ist wohl die Tatsache, daß sich die Industrie heute für diesen Garnotypus auf einem geraden Garnweg entschlossen hat.

**Albrecht:** Sie sind nicht ganz zufrieden mit dieser Antwort, Herr Bauer?

**K. Bauer:** Ich würde sagen, hier stehen Versuchsergebnisse gegen Versuchsergebnisse.

**Riggert:** Der Ablenkwinkel allein ist nicht das einzige Kriterium, sondern es ist wichtig, wie man ablenkt, welchen Durchmesser der Fadenführer besitzt und wie die Oberfläche des Ablenkorgans beschaffen ist.

**Dupeuble:** Ich gebe Ihnen recht, denn deshalb haben wir auch soviel Zeit mit diesen Untersuchungen aufgewendet, denn wir arbeiten mit dieser Art von Garnweg seit 1973. Bei der Entwicklung der FTF 483 hatten wir auch einen Ablenkfadenweg gebaut, aber aufgrund der Fadenbrüche und der oben erwähnten Probleme haben wir uns dann für den geraden Garnweg entschlossen. Wir haben natürlich auch die verschiedensten Fadenführer aus verschiedenen Materialien mit verschiedener Rauigkeit in Zusammenarbeit mit den Herstellern untersucht und haben verschiedene Durchmesser und Größen ausprobiert, um objektiv die Fadenführung zu finden, die das beste Ergebnis liefert.

## Die Lösemitteltechnologie im Bereich der Vorbehandlung

Text. Ing. Manfred Schuierer, Brückner Apparatebau GmbH., Erbach

Im ersten Teil des Referates wird eine Bestandsaufnahme über die Bedeutung der Lösemittelbehandlung in der Textilindustrie vorgenommen. Dabei wird besonders die Lösemittelvorbehandlung untersucht, da sie das einzige Gebiet ist, auf dem der Ersatz von Wasser durch Lösemittel in kleinem Umfang erfolgt ist. Es werden die Gründe untersucht, die für den Einsatz von Lösemittelanlagen sprechen. Die Ursachen werden aufgezeigt, warum die Lösemittelvorbehandlung nicht auf breiterer Basis Eingang in den Markt gefunden hat. Weiterhin werden die qualitativen Aspekte und die betriebswirtschaftliche Seite der Lösemittelvorbehandlung untersucht.

Zu dieser Bestandsaufnahme gehört auch eine Zusammenfassung der heute vorliegenden Kenntnisse über die ökologischen Aspekte von Perchloräthylen.

Im zweiten Teil des Referates wird ein neues Verfahren vorgestellt, mit dessen Hilfe Lösemittelverfahren in Bereiche eingeführt werden können, die bisher nicht zugänglich waren. Diese, als *Duplosolv* bezeichnete Arbeitsweise, zeichnet sich dadurch aus, daß sowohl Wasser als auch Perchloräthylen verwendet wird. Die Verfahrensgrundlagen werden beschrieben; Anwendungsbeispiele auf dem Gebiet der Webwarenentschlichtung geben Einblick in die Praxis. Weiterhin werden Verfahrensschritte diskutiert, bei denen der Einsatz des Verfahrens zu Vorteilen führen kann. Anlagen, auf denen das Verfahren durchgeführt werden kann, werden besprochen und die Kosten, die dabei entstehen, analysiert.

In the first part of the report a kind of stock-taking is carried out regarding the importance of solvent treatment within the textile industry. In particular the solvent pretreatment is considered, because this is the only field where, to some extent, water is replaced by solvent. The report deals with the reasons favouring the use of solvent treatment machinery. It also explains why the solvent pretreatments has not found a large scale market. Furthermore, questions of quality and economy of the solvent pretreatment technology are discussed.

Part of the report is also a resume on the presently available knowledge of the ecological aspects related to perchlorethylen.

The second part of the report presents a new process which makes it possible to introduce solvent procedures in a field where until now this was not possible. Denominated *Duplosolv*, this procedure is characterized by the fact that water is used as well as perchlorethylen. The basis of this technique is described; practical examples of application in the field of desizing woven goods are explained. In addition to this, procedural steps are discussed on where the process can bring about advantages.

Machines on which the process can be carried out are discussed and, finally, the arising costs are analyzed.

### Einleitung

Vor etwa 10 Jahren ergaben sich für die Textilveredlungsindustrie die ersten Anzeichen, daß Wasser eines Tages zur Mangelware werden könnte und ihr damit die Basis ihres Arbeitens entzogen würde.

Wie oftmals bei Problemen in der Technik, ist man

zunächst gerne versucht, ein Problem ganz grundlegend zu lösen. In diesem Fall bestand die grundlegende Lösung darin, daß man anstrebte, das Behandlungsmedium Wasser in allen Bereichen der Textilveredlung durch ein organisches Lösemittel, d. h. Perchloräthylen, zu ersetzen. Dieser Gedanke wurde an vielen Stellen mit Euphorie, an anderen Stellen mit Skepsis aufgenommen. Im nachhinein kann man feststellen, daß große Forschungskapazitäten eingesetzt wurden, um das Waschen, Färben und Appretieren aus Lösemitteln zu studieren.

Seit diesem Start der Lösemitteltechnologie ist etwa eine Dekade vergangen. Es ist angebracht, eine kleine Bestandsaufnahme zu machen und aufgrund der vorliegenden Erfahrungen zu analysieren, wo und warum sich diese Technologie eingeführt hat und warum sie woanders nicht zum Zuge kam.

Das Geschehen in der Textilveredlung kann man grob vereinfacht in drei Bereiche untergliedern:

- Ablösen von unerwünschten Verunreinigungen (Waschen),
- Farbgebung (Färben und Drucken) und
- Aufbringen von Appreturchemikalien (Finishausrüstung)

Die weitaus größte Forschungsaktivität wurde auf dem Gebiet der Farbgebung entwickelt. Das Resümee dieser Aktivitäten ist sicherlich weitgehend bekannt. Die *Lösemittelfärberei* ist bis heute nirgendwo in einem Umfang Realität geworden, daß es sich lohnen würde, darüber zu sprechen. Nach unserer Überzeugung wird das auf absehbare Zeit so bleiben, da

- der Ersatz von Wasser in der Färberei aus physikalisch-chemischen Gründen außerordentlich schwierig ist
- und dort, wo er möglich ist, schließt sich eine Reihe von Folgeproblemen an, deren Lösung einen Großteil der zu erwartenden Vorteile des Lösemittels zunichte macht.

Auf dem Gebiet der Reinigung von Textilien und auch auf dem Gebiet der Applikation von Chemikalien auf Textilmaterial war der Ausgangspunkt vollkommen anders. Die Kleiderreinigung in Perchloräthylen ist Stand der Technik seit vielen Jahren. Diese Grundlagenerkenntnisse konnten mit nur geringfügigen Abänderungen auf die kontinuierliche Behandlung von Warenbahnen übertragen werden.

Versucht man eine Beurteilung der *Finishausrüstung aus Lösemittel*, wie sie heute in der Praxis durchgeführt wird, so muß man sagen, daß sie nur in einem sehr kleinen Umfang Bedeutung erlangt hat.

In den meisten Fällen erfolgt die Applikation in Kombination mit dem Reinigungsprozeß Naß-in-Naß. Der Grund liegt darin, daß man auf diese Art und Weise eine sehr kostengünstige Appretur durchführen kann. Wird z. B. ein garnefärbter Jersey auf einer Lösemittelanlage kontinuierlich gereinigt, so ist es sinnvoll, eine griffgebende Substanz bei dem Durchlauf durch die Lösemittelbehandlungsanlage aufzubringen. Es wäre kostenmäßig ungünstiger, auf die getrocknete Ware anschließend durch eine Foulard-Applikation die griffgebende Substanz aufzubringen, da man dann wieder trocknen muß und somit den Prozeß verteuern würde. Ein anderer Grund für den Einsatz der Löse-

mittelapplikation sind spezielle Chemikalien, die andersartige Effekte erlauben, die mit wäßrigen Flotten nicht erzielbar sind. Eine solche Produktklasse sind Siliconelastomere.

In der Summe muß man jedoch sagen, daß die Lösemittel-Finishausrüstung nur sehr vereinzelt durchgeführt wird. Der Hauptgrund liegt darin, daß die Applikationsprodukte, die aus einem Lösemittel applizierbar sind, keine großen Vorzüge bringen, und bei gleichartigen Effekten wird in der Praxis sinnvollerweise die Finishausrüstung mit der letzten Spannpassage kombiniert. Die Lösemittel-Finishausrüstung ist immer nur dann interessant, wenn eine Naß-in-Naß-Applikation nicht möglich ist. In diesem Fall kann es lohnend sein, den Ausrüstungsprozeß so umzustellen, daß die Ware zuerst getrocknet und gespannt wird und anschließend spannungsfrei, z. B. auf einer Solvapad-Anlage, die Finishausrüstung vorgenommen wird.

Wo sich die *Lösemitteltechnologie* in nennenswertem Umfang zweifelsfrei durchgesetzt hat, das ist der Bereich der *Vorbehandlung*. Es sei nachfolgend eine Schätzung versucht, wobei darauf hingewiesen wird, daß die genannten Zahlen ohne Verbindlichkeit sind.

### I. Die Lösemitteltechnologie in der Vorbehandlung

Wir gehen aus von der Tatsache, daß die Firma Brückner bis heute 60 Lösemittelanlagen geliefert hat, und wir schätzen, daß von anderen deutschen Herstellern weitere 15 Anlagen gebaut wurden. Addieren wir die Fabrikate italienischer, englischer und amerikanischer Hersteller hinzu, so ergeben sich etwa 200 - 250 Kontinueanlagen, die in aller Welt arbeiten.

Die Zahl ist so groß, daß man sagen kann, daß es sich bei der Lösemittelvorbehandlung nicht um eine Eintagsfliege handeln kann. Die Zahl beweist darüber hinaus, daß das Lösemittel unter Praxisbedingungen beherrschbar ist und daß solche Anlagen in die Wirklichkeit der Textilveredlungsindustrie passen. Auf der anderen Seite ist die Zahl, gemessen an der Vielzahl der kontinuierlichen Vor- und Nachbehandlungsanlagen, die mit wäßrigen Flotten arbeiten, sicherlich viel zu klein, um von einem Durchbruch des Lösemittels im Bereich der Vorbehandlung sprechen zu können.

Will man herausfinden, was die Gründe für den Einsatz der Lösemittelvorbehandlungsanlagen in der Textilindustrie sind, so muß man zunächst analysieren, wofür diese Maschinen eingesetzt werden. Es liegen zwar hier nur die Zahlen unseres eigenen Hauses vor, ich nehme aber an, daß es sich bei anderen Lieferanten nahezu identisch verhält (Abb. 1).

Es ist klar zu erkennen, daß der überwiegende Teil der Maschinen für die Vorbehandlung von Maschenware aus synthetischen Faserstoffen eingesetzt wird. Die Anwendung der Anlagen für Webware beschränkt sich auf Ausnahmefälle. Darüber hinaus ist auch zu sehen, daß der Anteil der „nur Applikationsmaschinen“ sehr gering ist. Man kann also davon ausgehen, daß die genannten 200 - 250 Kontinueanlagen, die weltweit mit Perchloräthylen arbeiten, fast ausschließlich für die Vorbehandlung von Maschenware eingesetzt werden.

### EINSATZGEBIETE FÜR LÖSEMittel - ANLAGEN

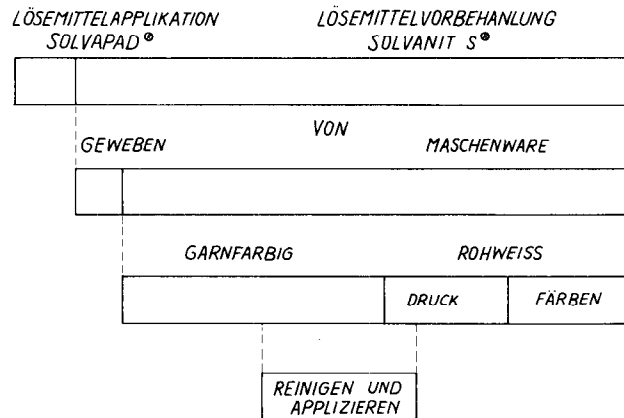


Abb. 1: Einsatzgebiete der Lösemittelanlage

Es wäre nun interessant zu wissen, wieviel Kontinuewaschmaschinen, die mit Wasser arbeiten, auf dem gleichen Anwendungsgebiet eingesetzt werden. Solche Zahlen sind nur sehr schwer zu erhalten. Wir schätzen in unserem Hause den Anteil der Lösemittelanlagen bei der Vorbehandlung von Maschenware aus synthetischen Fäden auf minimal 30 %, maximal 50 %. Dieser hohe Marktanteil in einem ganz begrenzten Bereich der Vorbehandlung zeigt wiederum auf, daß die Lösemitteltechnologie interessant ist, wenn die verfahrenstechnischen Voraussetzungen für den Einsatz dieser Technologie stimmen. Bei Maschenware aus synthetischen Fasern handelt es sich ausschließlich darum, die fettigen Präparationen zu entfernen und die Ware bei der anschließenden Trocknung zu relaxieren. Beide Aufgaben sind bei der Verwendung von Perchloräthylen in sehr einfacher und wirkungsvoller Weise zu erfüllen.

Die große Zahl gelieferter Anlagen ermöglicht es, gesicherte Betriebsdaten vorzulegen und eingehend zu betrachten. Diese Betriebsdaten lassen sich auf andere Bereiche der Vorbehandlung anwenden, vorausgesetzt, daß dort die Verfahrenstechnik die Bearbeitung dieser Bereiche erlaubt.

Die heute auf dem Markt befindlichen Lösemittelkontinueanlagen lassen sich weitgehend auf die gleichen Arbeitsprinzipien zurückführen:

- Jede der Anlagen bearbeitet die Ware von trocken bis trocken, d. h., die Ware durchläuft die Stufe, in der es mit dem flüssigen Perchloräthylen behandelt wird; anschließend erfolgt die Trocknungsstufe.
- In der Waschmaschine wird die Ware mit dem Lösemittel im Gegenstrom bespritzt. Die einzelnen Gegenstromstufen sind heute überwiegend durch Absaugungen voneinander getrennt. Nahezu alle Konstrukteure meiden die Verwendung von Quetschwerken. Das Lösemittel wird in einem Flottenverhältnis von 1:3 bis 1:6 verwendet. Die Temperaturen im Waschabteil liegen zwischen 25 und 50° C. Die Warenführung ist spannungsarm, es wird aber im Waschabteil im wesentlichen kein Schrumpf erzielt. Die vorliegenden Reinigungsbe-



dingungen erlauben Restfettwerte bei gut konstruierten Anlagen zwischen 0,1 und 0,2%. Bei Anlagen mit wenig effektiver Waschmaschine und zu geringer Destillationsleistung ergeben sich Restfettwerte bis 0,5%.

- Im Trockner wird immer mit Heißluft gearbeitet, deren Temperatur zwischen 100 und 140°C liegt. Da die Behandlung von Maschenware überwiegt, werden in den Trocknern Siebbänder, Siebtrommeln oder spezielle Konstruktionen eingesetzt, bei denen eine spannungsarme Warenführung möglich ist. Im Trockner wird der wesentliche Anteil des Schrumpfes der Gesamtbehandlung erzielt.
- Entlüftungszone: Während im Trockner das Lösemittel verdampft wird, erfolgt in der Entlüftungszone die Beseitigung der Spuren des verdampften Lösemittels, das sich in den Faserzwischenräumen befindet. Diese Spuren werden zur Aktivkohleanlage abgesaugt und dort zurückgewonnen.
- Die Applikation von Veredlungschemikalien: Diese Vorrichtung ist immer zwischen Waschmaschine und Trockner eingebaut und besteht heute in fast allen Fällen aus einer Kiss-Roll. Die Kiss-Roll hat sich gegenüber der Applikation am Foulard als überlegen erwiesen, wenn man den Aufwand und die gestellten Forderungen einander gegenüberstellt.
- Die Rückgewinnung des Perchloräthylens aus der Trocknungsluft erfolgt durch Kondensation.
- Die Reinigung der Abluft aus der Entlüftungszone erfolgt durch die Zwillingsaktivkohleanlage.
- Die Destillation ist immer zweistufig, wobei immer in der letzten Stufe eine Destillierblase Verwendung findet. Die erste Stufe, die den Großteil des frischen Lösemittels destilliert, wird je nach Konstrukteur mit einem Fallstromverdampfer, einem Umlaufverdampfer oder ebenfalls mit einer Blasendestillation bestückt.

**Die Kostenstruktur der Lösemittelvorbehandlung**

Für die Betrachtung der an einer Lösemittelvorbehandlungsanlage anfallenden Kosten muß man in Betriebs- und Kapitalkosten unterteilen.

Die Abbildung 2 zeigt die Gegenüberstellung der Kapital- zu den Betriebskosten. Es zeigt sich, daß bei einer Anlage für den Einschichtbetrieb im wesentlichen nur die Investitionskosten ins Gewicht fallen.

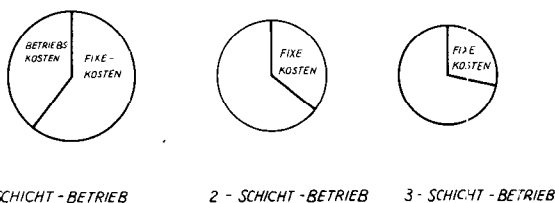


Abb. 2: Gegenüberstellung der Kapital- und Betriebskosten (Kostenrechnung Solvanit®)

Die sparsame Verwendung der Betriebsmittel ist dagegen weniger entscheidend. Wird eine Anlage da-

gegen im dreischichtigen Betrieb eingesetzt, so sind die Investitionskosten nahezu unwichtig, und es ist ganz entscheidend, daß mit den Betriebsmitteln optimal umgegangen wird.

Diese Verhältnisse multiplizieren sich dann noch, wenn man die Betrachtung auf Anlagen mit kleiner bzw. auf solche mit sehr großer Produktion ausdehnt. Die Betriebskosten verdienen eine genauere Betrachtung. Sie setzen sich zusammen aus:

- Personal,
- Dampf,
- Wasser,
- Strom,
- Lösemittel und evtl. aus
- Chemikalien.

Die Abbildung 3 zeigt das Verhältnis dieser Kosten zueinander und auch, daß die Gesamtbetriebskosten weitgehend von dem Betrieb der Anlage abhängig sind. Es ist sehr entscheidend, ob die Anlage von einer oder zwei Personen bedienbar ist, darüber hinaus ist auch entscheidend, ob das Kühlwasser zurückgewonnen wird, ob es evtl. sogar in der Färberei weiterverwendet werden könnte, und es ist von Wichtigkeit, wie groß der Lösemittelverlust ist.

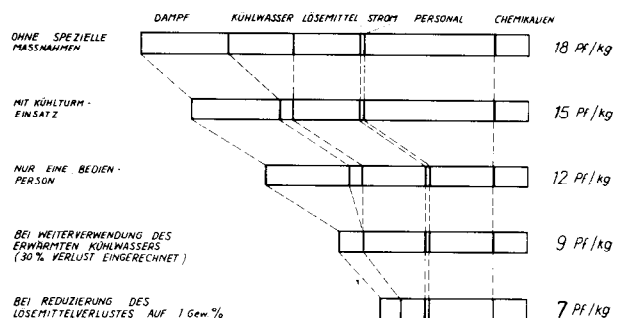


Abb. 3: Analyse der Betriebskosten (Kostenrechnung Solvanit®)

**Ökologische Aspekte der Lösemittelbehandlungsanlagen**

Beim Betrieb einer Lösemittelanlage ist es unvermeidlich, daß gewisse Mengen des Lösemittels aus dem Kreislauf entweichen und in die Umwelt gelangen. Die heutigen Praxisbedingungen zeigen, daß der Verlust von Perchloräthylen an Praxisanlagen in der Größenordnung zwischen 1 und 3% liegt. Auf die Höhe des Verlustes hat die Qualität der Konstruktion und natürlich auch die Sorgfalt des Betreibers Einfluß.

**Ursachen des Lösemittelverlustes**

Der Lösemittelverlust ergibt sich aus mehreren Faktoren; im einzelnen ist dazu folgendes zu sagen:

*Die Ware*

Aus den Zeiten der Lösemittelfärberei ist das Problem der Perchloräthylenretention bekannt. Damals wurde gefunden, daß Polyester bis zu 8% Perchlor-

äthylen retardieren kann. Es sei an dieser Stelle ganz besonders darauf hingewiesen, daß die Bedingungen der kontinuierlichen Vorbehandlung vollkommen anders sind. Bei der Vorbehandlung wird nicht bei Kochtemperatur über mehrere Stunden gearbeitet, sondern während 15 - 30 Sekunden bei Temperaturen nahe der Raumtemperatur. Auf Praxismaschinen behandelte Ware zeigt einen Retentionswert, der etwa bei 0,05 % liegt. In dieser Größenordnung sind sie vernachlässigbar. Systematische Untersuchungen zeigen ähnliche Werte<sup>1</sup>.

*Die Abluft*

Als weitere Immissionsquelle kommt die Abluft in Frage. Die Konzentrationen der Abluft sind im Immissionsschutzgesetz in der zweiten Verordnung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchV) geregelt. Danach dürfen nur 30 ppm Perchloräthylen in die Abluft gelangen. Alle Praxisanlagen, die in der Bundesrepublik betrieben werden, werden von den Aufsichtsbehörden überwacht, damit ist sichergestellt, daß sie diese Immissionskonzentration unterschreiten. Bei fortwährender Überschreitung würde man die Anlagen stilllegen.

*Der Destillationsrückstand*

Der Destillationsrückstand wird in gut funktionierenden Anlagen mit Direktampf bis auf ein spezifisches Gewicht eingedickt, das zwischen 0,8 und 0,85 liegt. In dieser Form enthält der Rückstand nicht mehr als 1 - 2 % Perchloräthylen; bezogen auf die Ware sind das maximal ungefähr 0,08 %.

*Das Wasserabscheiderwasser*

Eine kleine Wassermenge kommt direkt mit Perchloräthylen in Berührung. Nach unserem System fallen zwischen 50 und 150 Liter Wasser pro Stunde an, das mit Perchloräthylen in Berührung war. Die Löslichkeit des Perchloräthylens liegt bei 170 mg/l Wasser. Wie aus der Literatur bekannt ist, kann sich die Löslichkeit des Perchloräthylens in diesem Wasser durch Fremdlösemittel oder Detergentien erhöhen. Wir haben eine spezielle Vorrichtung entwickelt, die das Wasser zuverlässig auf einen Restperchloräthylengehalt von unter 5 ppm bringt.

Diese Verluste sind systembedingt. In ihrer Größe sind sie bei richtigem Betrieb der Anlagen sehr klein. Die wesentlich höheren Werte in der Praxis sind durch die nicht perfekte Abdichtung der Behandlungsmaschine zur Umwelt hin gegeben. Natürlich wird es in der Zukunft möglich sein, durch einen noch perfekteren Bau der Maschinen und durch eine entsprechende Sorgfalt beim Betrieb, den Verlust durch die Undichtigkeiten weiter zu senken.

*Auswirkungen des Lösemittelverlustes*

Über die Auswirkung des Perchloräthylens in der Ökosphäre sind in jüngster Zeit einige Arbeiten publiziert worden<sup>2,3</sup>. Die dort publizierten Fakten lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die produzierte Menge an Chlorkohlenwasserstoffen ist groß. Die Tabelle 1 zeigt die Schätzzahlen für das Jahr 1973.

Es kann davon ausgegangen werden, daß die produzierten Mengen nahezu quantitativ in die Atmosphäre

**Tabelle 1: Geschätzte Weltproduktion der wichtigsten Organochlorwasserstoffe des Jahres 1973 in 10<sup>3</sup> t/Jahr**

Trichloräthylen	1010
Perchloräthylen	1050
1,1,1-Trichloräthan	480
Methylenchlorid	400

gelangt sind. Um über die Verbreitung dieser Lösemittel Aufschluß zu finden, hat man Proben aus der Umwelt entnommen und den Gehalt an Lösemittel in der Luft, in Trinkwasser, in Fischen, in Nahrungsmitteln aller Art, in menschlichen Organen und im menschlichen Körperfett untersucht. In allen diesen Untersuchungsobjekten wurden die entsprechenden Lösemittel gefunden; über die Mengen gibt die Tabelle 2 Auskunft.

**Tabelle 2: Das Vorkommen der Organochlorwasserstoffe in der Umwelt**

*Typische Konzentrationen — bezogen auf das Gewicht — der 5 wichtigsten Verbindungen: CHCl<sub>3</sub> · CCl<sub>4</sub> · C<sub>2</sub>HCl<sub>4</sub> · C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub>*

	Minimum	Maximum
Luft	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-8</sup>
Regenwasser	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-9</sup>
Oberflächenwasser	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-9</sup>
Trinkwasser	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-9</sup>
Meerwasser	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-9</sup>
Meeresablagerungen	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-9</sup>
Meerestiere (Wirbellose)	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>
Fische	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>
Wasservögel	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-7</sup>
Meeressäugetiere	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>
fetthaltige Nahrungsmittel	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-8</sup>
nicht fetthaltige Nahrungsmittel	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup>
menschliche Organe	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup>
menschliches Körperfett	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup>

Es zeigt sich also, daß in allen untersuchten Proben Mengen zwischen 10<sup>-9</sup> und 10<sup>-11</sup> g/kg gefunden wurden. Die Autoren ziehen aus den Resultaten den Schluß, daß die aliphatischen Chlorkohlenwasserstoffe zu keiner Akkumulation in Nahrungsketten führen.

Weiterhin wird der Schluß gezogen, daß der Abbau der chlorierten Kohlenwasserstoffe aus der Methan- und Äthanreihe in der Atmosphäre bei Vorliegen von höheren Konzentrationen sehr rasch vonstatten geht, wobei sich etwa der Gehalt bei einer Menge von 10<sup>-9</sup> g einpendelt. Diese Konzentration wird auch dann, wenn sie dauernd vorhanden ist, als unproblematisch dargestellt.

Der Anteil der aliphatischen, chlorierten Kohlenwasserstoffe, die über dieser Grenzkonzentration liegen, wird recht schnell zu Kohlendioxid, Wasser- und Chlorionen abgebaut, und es gibt keinerlei Hinweise für eine signifikante Bioakkumulation, die in Nahrungsketten zu höheren Konzentrationen dieser Substanzen führt. Speziell diese letzte Aussage ist sehr wesentlich, weil damit eine Verwandtschaft mit den

aromatischen Chlorkohlenwasserstoffen, wie DCD und DDT, nicht gegeben ist. Der heutige Kenntnisstand läßt den Schluß zu, daß die Verwendung von Perchloräthylen zu keinen Umweltschäden führen wird.

**Rückblick**

Im ersten Teil meines Referates habe ich versucht, eine kleine Bestandsaufnahme zu geben, die aufzeigt, wo die Lösemitteltechnologie heute steht. Man kann feststellen, daß sich die Lösemittelvorbehandlung auf dem Gebiet der Reinigung von Maschenware aus synthetischen Fäden einen respektablen Marktanteil erkämpft hat. Dies deutet darauf hin, daß dort, wo die verfahrenstechnischen Voraussetzungen gegeben sind, die Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können. Die ökologischen Risiken des Perchloräthylens sind, soweit der heutige Kenntnisstand reicht, überschaubar, und durch eine weitere Verbesserung im Anlagenbau sind auch die Verluste reduzierbar.

**Ausblick**

Versucht man nun abzuschätzen, wohin der Weg der Lösemitteltechnologie in Zukunft führen kann, so gibt es nach unserer Überzeugung nur eine Antwort: Ein verbreiteter Einsatz ist nur im Bereich der Vorbehandlung, evtl. auch in Teilbereichen der Nachbehandlung von Färbe- und Druckprozessen möglich. Ein besonders interessantes Gebiet ist die Entschlichtung aller Gewebe. Bei der Entschlichtung werden große Mengen von Substanzen vom Substrat abgelöst, die bis heute fast ausnahmslos ins Abwasser gelangen. Die Analysen von Textilveredlungsbetrieben zeigen auf, daß 50 - 70 % der Schmutzfracht, die in das Abwasser gelangt, aus der Vorbehandlung stammt.

Die erste und die naheliegendste Idee der Lösemittelentschlichtung besteht darin, daß man die Schlichten so modifiziert, daß sie in Perchloräthylen ablösbar sind. Es haben sich aber nur sehr wenige Substanzen finden lassen, die in Perchloräthylen ablösbar und in der Schlichterei aus Wasser applizierbar sind. Deshalb müßte auch das Schlichten der Ketten aus einem Lösemittel erfolgen<sup>4</sup>. Man hat dabei von vorneherein das Ziel verfolgt, die Schlichten im Recycling zu verwenden. Eine Variante dieser Überlegung geht davon aus, daß man wäßrige Dispersionen zum Schlichten einsetzt, die einen lösemittellöslichen Film auf der Ware erzeugen. Dieser lösemittellösliche Film wird mit Hilfe von Perchloräthylen heruntergelöst.

Die Überlegungen im Hause Brückner wurden von Anfang an in eine andere Richtung gelenkt. Der wesentliche Gedanke war, daß es in einem vernünftigen Zeitraum unmöglich sein wird, die bestehende Schlichtetechnologie zu ändern. Die heute auf dem Markt befindlichen Schlichtemittel sind in so vielfältiger Weise optimiert, daß es wenig wahrscheinlich sein würde, mit einer neuen Substanzklasse innerhalb kurzer Zeit gleiche verfahrenstechnische Standards zu erreichen. Dies ist aber die Grundvoraussetzung für den Einsatz einer neuen Technologie. Kein Weber würde eine Minderung des Nutzungsgrades der Weberei zulassen, um beim Ablösen der Schlichte von der Ware Vorzüge zu haben.

Unsere Aufgabenstellung lautete also so, daß man die Ware, wie sie heute vorliegt, in all der Vielfalt einwandfrei entschlichten muß, wenn ein solches Verfahren Erfolg haben soll.

Da in der jetzigen Technologie das Wasser für alle angewendeten Schlichten als Ablösemedium geeignet ist, liegt es auf der Hand, daß man zumindest eine gewisse Menge Wasser für das Anlösen der Schlichte einsetzen muß.

Betrachtet man den heutigen Auswaschprozeß von Schlichten, so kann man ihn in zwei Teilstufen gliedern. In der ersten Teilstufe wird die vorliegende Festsubstanz gequollen und über den Quellungs-schritt in eine wasserlösliche Form gebracht. Der zweite Verfahrensschritt besteht darin, daß man die so gelöste Schlichte über einen Verdünnungsprozeß aus dem Substrat herauspült. Die Zweiteiligkeit des Waschprozesses wird idealerweise beim Klotzverweil-prozeß mit anschließendem Auswaschen demonstriert. Ausgehend von dieser Gliederung des Waschprozesses in zwei Stufen, haben wir unser Duplosolvverfahren aufgebaut, über das im folgenden berichtet werden soll. Es sei erwähnt, daß die angeführten Fakten durch praktische Erfahrungen gewonnen wurden. Es arbeiten drei Duplosolvanlagen seit mehreren Jahren mit großem Erfolg in deutschen Betrieben (Abb. 4).

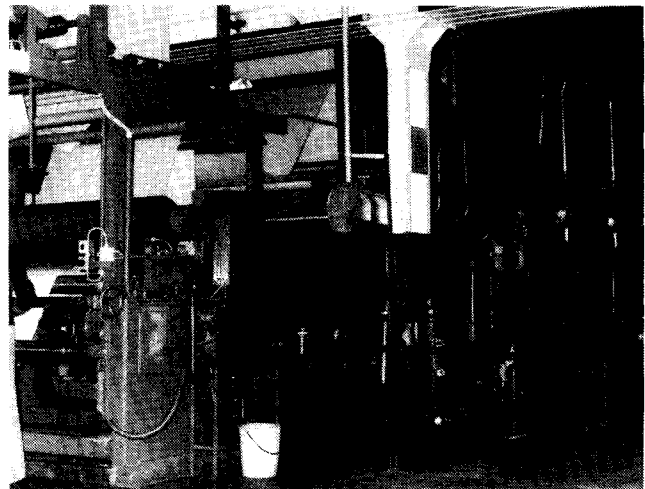


Abb. 4: Gesamtansicht einer Duplosolvanlage

**II. Das Duplosolvverfahren**

**Das Prinzip des Duplosolvverfahrens**

Beim Duplosolvverfahren wird generell so gearbeitet, daß wassernasses Textilgut in den Lösemittelbehandlungsraum einläuft. Im Behandlungsraum wird das mit Wasser nicht mischbare Lösemittel Perchloräthylen mit hoher Energie mit der Ware in Austausch gebracht. Dabei wird das sich auf der Ware befindliche Wasser zum Großteil verdrängt und durch Lösemittel ersetzt. Die beiden miteinander nicht mischbaren Phasen (Lösemittel und Wasser) werden voneinander getrennt. Das Wasser wird abgeführt und das Lösemittel wird weiterhin mit der Ware in Austausch gebracht. Die mit Lösemittel befeuchtete Ware gelangt

in den Trockner und wird dort in der üblichen Weise fertiggetrocknet, so daß die Ware die Anlage trocken und lösemittelfrei verläßt.

**Das Duplosolverfahren zum Entschlichten**

Beim Entschlichten wird nun so verfahren, daß die Rohware zunächst mit Wasser beladen wird. Die Menge des applizierten Wassers liegt zwischen 80 und 150 %/a. Durch entsprechende Warenführung wird dafür gesorgt, daß das aufgebrauchte Wasser das Schlichtemittel quillt und in eine Lösung überführt. Dort wo nun in der traditionellen Waschtechnologie die Verdünnungswäsche einsetzt, wird die Ware der Verdrängungswäsche ausgesetzt (Abb. 5).

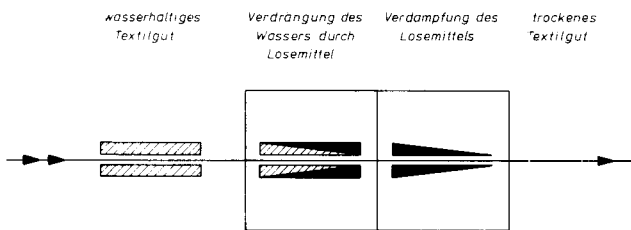


Abb. 5: Prinzip des Duplosolverfahrens

Hinsichtlich der Waschwirkung kann festgestellt werden, daß alle diejenigen Substanzen, die sich in dem verdrängbaren Wasseranteil befinden, durch das Duplosolverfahren einwandfrei entfernt werden. Da es sich bei den Schlichten stets um Polymere handelt, die in den äußeren Bereichen der Faser haften, ist eine einwandfreie Verdrängung der gequollenen und gelösten Polymeren möglich. Das Quellen und Lösen der Polymeren erfolgt etwa im Flottenverhältnis 1 : 1, und in dieser Form erfolgt die Verdrängung. Interessant beim Duplosolverfahren ist, daß auf jeder Faser fettige Substanzen vorhanden sind, die aus der Faserpräparation stammen. Diese Substanzen werden durch das Lösemittel in sehr vollkommener Weise zusätzlich extrahiert, so daß die Ware praktisch mit zwei Lösemitteln extremer Polarität gewaschen wird und somit besonders sauber ist.

In der Abbildung 6 ist aufgezeigt, wie sich die einzelnen Substanzen während des Duplosolverfahrens verhalten.

Ein entscheidender Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß sehr konzentrierte, hoch belastete Wässer

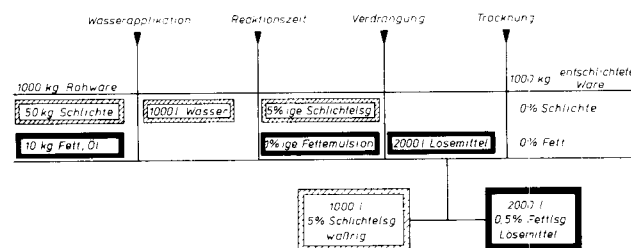


Abb. 6: Stoffbilanz beim Duplosolverfahren

anfallen. Es stehen prinzipiell zwei verschiedene Möglichkeiten zur Aufarbeitung dieser Wässer zur Diskussion. Die erste und wohl praxisnaheste, insbesondere in Lohnausrüstebetrieben, besteht darin, daß man die Wässer weiter konzentriert und anschließend schadstofffrei verbrennt. Aufgrund der Tatsache, daß die überwiegende Zahl der in Deutschland verarbeiteten Gewebe mit Stärkeprodukten geschlichtet ist, wird dieses Verfahren zunächst von größter Bedeutung sein. Die Entwicklungsarbeiten für die Fertigstellung der Anlage, die dieses Problem löst, sind im vollen Gang.

Die zweite Möglichkeit besteht im Recycling der Schlichte. Beispielsweise kann in einer Weberei die Ware, bevor sie den Betrieb verläßt, auf einer dort installierten Duplosolanlage gereinigt und von der Schlichte befreit werden. Die Lösung, die die Duplosolanlage verläßt, weist eine Konzentration auf, die weitgehend der einzusetzenden Schlichtelösung entspricht. Ein ganz großer Vorteil dieses Verfahrens, an den sich ein weiterer anschließt, ist, daß alle öligen Präparationen aus der Faser in das Perchloräthylen gelangen und die wäßrige Schlichtelösung nicht verunreinigen. Die Grundlagen für diesen Verfahrensschritt werden ebenfalls zur Zeit erarbeitet.

Die theoretischen Grundlagen des Duplosolverfahrens für die Wasserverdrängung müssen im Detail noch erweitert werden. Die bisher gewonnenen Erkenntnisse zeigen verschiedene Einflüsse. Von großer Bedeutung ist die Natur des Substrates. Von synthetischen Fasern lassen sich wäßrige Lösungen wesentlich leichter verdrängen als von Baumwolle oder Zellwolle. Auch die Dichte und die Dicke einer Gewebekonstruktion hat Einfluß auf den Verdrängungseffekt.

Es ist außerordentlich wichtig, mit welcher maschinellen Einrichtung der intensive Impuls des Lösemittels auf die mit der wäßrigen Flotte getränkte Ware erfolgt. Es sind dies spezielle Einrichtungen, die wir im Laufe der vergangenen Jahre entwickelt haben. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie mit großer Intensität auf die Ware einwirken, ohne diese allzusehr zu beanspruchen, und daß sie durch Verschmutzung im Betrieb beeinträchtigt werden.

Die bisherigen Erkenntnisse haben weiterhin gezeigt, daß der Einfluß chemischer Substanzen, gemessen an dem Einfluß der Mechanik, außerordentlich gering ist.

**Andere Einsatzmöglichkeiten des Duplosolverfahrens**

Am Beispiel des Auswaschens der Schlichte wurde erläutert, wie das Duplosolverfahren arbeitet. Als wichtigstes Ziel erscheint dabei, das Duplosolverfahren zunächst für alle Bereiche des Entschlichtens produktionsreif zu entwickeln. Darüber hinaus ergeben sich aber auch in anderen Verfahrsbereichen Möglichkeiten, die durchaus verfahrenstechnisch sein können. Wir denken dabei an die Vorbehandlung von Wollgeweben. Erste Versuche haben gezeigt, daß es möglich ist, Wollgewebe in traditionellen Walk- und Waschmaschinen anzustoßen und das Oberflächenbild herzustellen und diese Ware dann anschließend auf einer Duplosolanlage auszuwaschen. Die aus der Ware herausgelösten Fette und Verunreinigungen fallen dabei konzentriert an und können ebenfalls soweit eingedickt werden, daß sie verbrannt werden können.

### Zusammenfassung

Im zweiten Teil dieses Referates wurde das Duplosolvverfahren vorgestellt. Dieses Verfahren wird seit mehreren Jahren in Produktionsbetrieben verwendet; es wurde aber erst heute einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt, da das Verfahren komplex ist und man sehr viele Details genau beherrschen muß, um erfolgreich zu arbeiten.

### Literatur:

- 1) Bredereck; Privatmitteilung
- 2) G. McConnel, D. M. Ferguson und C. R. Pearson; Endeavour No. 121, S. 13 - 18, 1975/1; engl. und dtsh. Ausgabe
- 3) Löchner; Umwelt 1975/6
- 4) G. Reinert; Textilveredlung 11, 3, S. 109 - 118 (1976)
- 5) von Kannen; Schlichte-Symposium 1977, Manchester

### Diskussion

**Rieker:** Sie haben erwähnt, daß beim Duplosolvverfahren das Wasser durch Perchloräthylen unter Verwendung hoher Energie, ich nehme an durch ein Besprühen, aus dem Material herausgeschossen wird. Wie hoch sind die Sprühdruclce, die dabei verwendet werden?

Wie wirkt sich die Schlichte auf die Effektivität dieses Verfahrens aus?

**Schuieler:** Bei Polyester oder anderen synthetischen Fäden kann mit klassischen Methoden das Wasser leicht aus dem Textilmaterial entfernt werden, da es auf Polyester wenig haftet. Insbesondere in offene Strukturen kann man durch Bespritzen das Wasser ablösen. Bei hydrophilen Fasern reicht das nicht aus. Wir führen daher die Ware über eine Messer- oder Schlitzdüse, die über die gesamte Warenbreite reicht. Diese Düse ist eine spezielle, patentierte Konstruktion; der Düsenpalt kann von 0,3 bis 0,5 mm eingestellt werden und läßt sich im Rhythmus öffnen und von Verschmutzungen reinigen. Mittels dieser Düse spritzen wir mit 4 bis 5 atü durch die Ware hindurch und können so auch von hydrophilen Fasern das Haftwasser entfernen. Aufgrund unserer Erfahrungen, die wir mit Acrylschichten und Polyesterschichten auf texturierten Geweben einerseits und mit abgebauten Stärkeschichten auf Baumwollgeweben andererseits gemacht haben, kann man feststellen, daß das Duplosolvverfahren immer dann sehr gute Erfolge bringt, wenn die Schlichte in dem zur Verfügung stehenden Wasser gut gelöst bzw. abgebaut ist. Das ist eine Grundvoraussetzung. Wenn der Quellprozeß bzw. der Abbauprozeß nicht abgeschlossen und die Schlichte nicht im Wasser gelöst ist, kann sie nicht entfernt werden.

**Berger:** Sie hatten in einem Ihrer letzten Dias den Restfettanteil und die Restschlichtekonzentration von 0% angegeben, Sie bemerkten aber, daß dies in der Praxis etwas anders sei. Wie liegen hier die realen Verhältnisse? Nach Ihren Aussagen spielt die Faserstoffart, die eingesetzt wird, eine geringere Rolle. Könnten Sie diese Aussage etwas präzisieren?

Mich würde außerdem interessieren, ob beim Recycling die Abtrennung der Oligomeren oder der öligen Suspensionen möglich ist. Gibt es dabei Schwierigkeiten?

**Schuieler:** Der Restschlichteanteil liegt bei den Maschinen in der Praxis, z. B. bei Textures, bei 0,05 bis 0,1%, das sind durchaus praxisübliche Werte. Bei der Baumwolle liegen die Restschlichtegehalte in der Stärkeskala über 5 und nach dem Wassereextrakt kommt man auf 1% Restschlichte.

Ich habe mit Absicht keine Zahlen über den Restwasser-gehalt in den Fasern nach der Verdrängungswäsche genannt. Die Aussage hängt im wesentlichen von der Wasserbestimmungsmethode ab. Mit der von uns angewandten Bestimmungsmethode stellen wir einen Restwasser-gehalt bei Synthefasern zwischen 1 und 6% fest. Bei Baumwolle liegen die Restwassergehalte zwischen 20 und 25%.

Sämtliche fettigen Verunreinigungen lösen sich im Perchloräthylen, denn der Austausch der beiden Phasen ist in idealer Form gegeben. In der Schlichtelösung sind keine fettigen Verunreinigungen vorhanden.

**Herlinger:** Die kritische Phase ist sicher die Anfangsphase des Trocknens. Bei welcher Temperatur erfolgt sie? Könnten hier nicht Strukturänderungen durch das Perchloräthylen erfolgen?

**Schuieler:** Eine Strecke von 3 - 3,60 m durchläuft das Material mit 30 m/min, sodaß man ungefähr 5 Sekunden Kontaktzeit bei 100 bis 140°C erreicht.

**Herlinger:** Können diese Verhältnisse, bei einer hohen Perchloräthylenkonzentration nicht schon Strukturveränderungen herbeiführen?

**Schuieler:** Wir haben eigentlich dabei noch keine Faltenbildung beobachtet, denn die Maschinen behandeln die Waren in ausgebreiteter Form. Allerdings haben wir von einer so behandelten Ware noch keine Differentialthermoanalyse machen lassen, um einen Struktureinfluß festzustellen. Die Ware bleibt absolut glatt.

**Herlinger:** Ein Restfettanteil von 0,1% ist ja im allgemeinen nicht sehr viel, aber auf der Oberfläche verteilt doch sehr bedeutungsvoll. Gibt es dadurch Probleme?

**Schuieler:** Ich glaube nicht, daß ein Restfettgehalt von weniger als 0,1% auf der Ware wesentlich ist, wenn eine gleichmäßige Verteilung vorliegt. Dies halte ich für den ganz entscheidenden Vorteil dieser Lösetechnologie. Sie lösen jedes Fetteilchen, und was übrig bleibt, ist vollkommen gleichmäßig reappliziert. Wir könnten diesen Restfettgehalt noch verringern, nur müßte man dann mit einer größeren Destillationsleistung oder mit einer Waschmaschine mit 5 oder 6 Gegenstromstufen arbeiten, und das bezahlt niemand. Die Praxis zeigt, daß der erzielte Restfettgehalt vollkommen ausreicht.

**Herlinger:** Haben sich bei der Oligomerenabtrennung in letzter Zeit noch weitere Vorteile herauskristallisiert?

**Schuieler:** Oligomere stören nur bei der Baumfärberei. Wenn man drückt oder eine Jettfärbung durchführt, dann merkt man nichts davon. Es zeigt sich aber, daß diese Lösemittelvorbehandlung die Oligomeren etwas lockerer macht als eine wäßrige Vorbehandlung und daß man bei der Baumfärberei daher mit einem etwas höheren Oligomergehalt zu kämpfen hat. Vorteile gegenüber dem klassischen Verfahren würde ich darin nicht sehen.

**Soutschek:** In letzter Zeit spricht man viel von einer Heißlösemittelbehandlung und neigt zu der Ansicht, daß man dadurch die Schrumpfung beeinflussen kann. Was ist Ihre Meinung dazu?

**Schuieler:** Mir ist diese Entwicklung eigentlich nicht bekannt. Zu Beginn des Lösemittelmaschinenbaus haben wir versucht, in unserem Haus die Waschmaschinen bei 80°C laufen zu lassen, um einen Schrumpf zu erzielen. Das ist uns auch gelungen, nur war uns damals nicht bekannt, daß das zur Perchloräthylenretension führt. Ich würde daher vor jeder Heißbehandlung warnen, denn es ist außerordentlich schwierig, das retardierte Lösemittel wieder zu entfernen. Es ist zwar möglich, aber sehr aufwendig.

## Herstellung texturierter konjugierter Fasern und ihre textilen Einsatzmöglichkeiten

Dipl.-Ing. Ivan D i a c i k , DrSc., und Rudolf S i m o , CSc., Forschungsinstitut für Chemiefasern, Svit/CSSR

Konjugierte Fasern mit Selbstkräuselungseffekten stellen eine Erweiterung des Sortiments von Kräuselgarnen für besondere Einsatzgebiete dar. Unter diesem Gesichtspunkt erfolgt die Neuentwicklung von Stapelfasern und Endlosfäden.

Für eine gründliche Bewertung aller Für- und Widerfaktoren im Zusammenhang mit der großtechnischen Produktionsaufnahme wird zur Zeit die halbtechnische Herstellung vorbereitet. Die exakte Überprüfung der Neuentwicklungen sollte wichtige Unterlagen und Anregungen für den weiteren Fortgang auf diesem Arbeitsgebiet erbringen.

Modified fibres with a self-crimping effect widen the range of crimped yarns for special applications. The latest developments in staple fibres and filaments are made with this in view. For a thorough assessment of all pros and cons in connection with commercial production, pilot production is being prepared at present. These exact tests of the new developments should supply important records and incentives for further progress in this field.

### Einleitung

Zur Zeit steht eine ganze Reihe von qualitativ verschiedenen, synthetischen, faserbildenden Polymeren, die die Herstellung eines verhältnismäßig weiten Sortiments von Chemiefasern mit unterschiedlichen Grundeigenschaften, aber auch mit spezifischen Eigenschaften ermöglichen, zur Verfügung. In der letzten Zeit treten besonders solche Bemühungen in den Vordergrund, diese Eigenschaftskomplexe durch eine Modifizierung der Beschaffenheit der Fasergrundtypen maximal zu erweitern. Manche dieser Verfahren können so weitgehend sein, daß die gewonnenen Fasern den Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten nach als ganz neue Fasertypen betrachtet werden können.

Mischungen qualitativ unterschiedlicher Stapelfasern bei der Herstellung von Garnen werden heute in der Textilindustrie laufend verwendet. Auf diese Weise können die Produkteigenschaften auf dem Weg Faser—Garn—textiles Erzeugnis optimiert werden.

In den letzten 20 Jahren wurden qualitativ unterschiedliche Polymerkomponenten nicht nur für einzelne Garnteile, sondern auch direkt in den Elementarfaser selbst eingesetzt. Auf dem letztgenannten Prinzip beruht die Herstellung von Fasertypen, die als Multikomponentenfasern bezeichnet werden. Als eine der charakteristischen Eigenschaften dieser Fasertypen ist die Selbstkräuselungsfähigkeit zu nennen.

### Multikomponentenfasern

Bei Multikomponentenfasern besteht jede Elementarfibrille aus mehreren, mindestens aber aus zwei faserbildenden Komponenten, abgesehen von den verschie-

denen Verteilungsmöglichkeiten dieser Komponenten im Fasergebilde. Werden dafür chemisch identische Komponenten gewählt, so werden solche Multi- bzw. Bikomponentenfasern als konjugierte Fasern bezeichnet.

Die Entwicklung von Bikomponentenfasern mit Selbstkräuselungseffekten versuchte einen wollähnlichen Charakter bei der Kräuselung zu erreichen. Es ist deshalb verständlich, daß die Wolle infolge ihres asymmetrischen Querschnitts bei der Entwicklung der Bikomponentenfaser als Modellfaser Pate stand.

Die ersten Bikomponentenfasern, die sich in der Praxis bewährt haben, waren tatsächlich Stapelfasern des „Wolle-Typs“ auf Polyacrylnitril-Basis. Später wurden die Erfahrungen auch auf die nach dem Schmelzspinnverfahren herzustellenden Fasern übertragen. Gegenwärtig sind Polyamidmonofile und -polyfile der Fa. Du Pont unter der Markenbezeichnung CANTRECE bekannt, während die Firma Toyo Rayon mit der Faser TAPILON auf den Markt kam. Diese Erzeugnisse haben sich bei der Fertigung hochelastischer und formbeständiger Wirkwaren — Damenstrümpfe und Strumpfhosen — gut bewährt. Solche Fasertypen stellen aber Spezialfasern dar, und ihre Produktion ist in bezug auf die Gesamtkapazitäten für Polyamidfasern sehr gering.

Die Herstellung von Bikomponentenfasern mit Selbstkräuselungseffekten auf Polyesterbasis hat sich bisher noch nicht richtig durchgesetzt. Man könnte ihren Einsatz in Zukunft auf dem Gebiet der textilen Vliesstoffe erwarten.

Auch bei Polypropylenfasern sind selbstkräuselnde Typen entwickelt worden. In Japan wurde die Produktion konjugierter Stapelfasern für Füllmaterial, für Spinngarne wie auch für Teppichgarne von der Firma Mitsubishi aufgenommen. In den USA erzeugt die Firma Hercules Feinseide und modifizierte, normal färbbare Typen.

Eine Übersicht über die großtechnisch produzierten texturierten Bikomponentenfasern nach dem Schmelzspinnverfahren und ihre Einsatzgebiete ist in der Tabelle 1 gegeben.

Mit der Entwicklung von Bikomponentenfasern ist praktisch einer der Wege zur Herstellung von texturierten Garnen aus synthetischen Endlosfäden bzw. von texturierten Stapelfasern beschritten worden. Als ein großtechnisches Verfahren zur Herstellung texturierter Garne konnte es sich als Konkurrenz zu anderen Texturierverfahren bisher noch nicht durchsetzen, aber es bewährte sich als ein Verfahren zur Herstellung von Fasern für spezifische Anwendungen. Bekannt ist eine ganze Reihe von Multikomponentenfasern, bei denen die Erzielung eines Selbstkräuselungseffekts nur eine Nebenrolle spielt. Hier treten andere Ziele in den Vordergrund, die mit der weiteren Faserverarbeitung oder mit der Zweckmäßigkeit der speziellen Fasereigenschaften im Zusammenhang stehen. Als Beispiel dafür kann die Faser HEROFIL der Firma ICI genannt werden: Es handelt sich hier um eine Faser auf Polyamidbasis, deren Vorteil in der unterschiedlichen Schmelztemperatur der polymeren Komponenten beruht. Diese Eigenschaft nutzt man zur thermischen Verfestigung von textilen Vliesstoffen. Eine andere Funktion haben die Bikomponentenfasern bei der Herstellung von Kunstleder u. dgl.

Tabelle 1: Bikomponentenfasern nach dem Schmelzspinnverfahren und deren Einsatzgebiete

Markenbezeichnung	Komponentenanordnung	Polymere Komponenten	Hersteller	Verwendungsgebiet
CANTRECE	S/S	PA 6.6/PA mod.	DU PONT	Strümpfe
KANEBO NYLON-22	S/S	PA 6/PA 6 mod.	KANEGAFUCHI	elastische Wirkwaren
MONVELLE	S/S	PA 6/PU	MONSANTO	Strümpfe
HERCULON 404	S/S	PP/PP	HERCULES	Maschenware
PYLEN 25	S/S	PP/PP	MITSUBISHI	Teppichgarn
PYLEN 64	S/S	PP/PP	MITSUBISHI	Feinseide
COLBACK	C/C	PET/PA 6	ENKA-GLANZSTOFF	Teppichgrundmaterial
CAMBRELLE	C/C	PA 6.6/PA 6	ICI FIBRES	Vliesstoffe
MENDEL	C/C	PA 6/PET	TEIJIN	Vliesstoffe
SIDERIA	C/C	PA/PET	KANEGAFUCHI	Oberkleidungsstoffe
BELIMA	C/C	PA/PET	KANEGAFUCHI	Oberkleidungsstoffe

Anmerkung: Komponentenanzordnung im Faserquerschnitt:  
 S/S . . . . . Seite-an-Seite-Typen  
 C/C . . . . . Kern/Mantel-Typen

Da die Multikomponentenfasern eine umfangreiche Fasergruppe darstellen und für sehr verschiedene Einsatzgebiete geeignet sind, wurde ihrer Entwicklung in der CSSR große Aufmerksamkeit gewidmet. Wir wollen im Rahmen dieses Vortrags über unsere wichtigsten Erfahrungen auf diesem Gebiet kurz berichten.

Unsere Forschungsarbeiten waren auf zwei Hauptgruppen multikomponenter Fasern gerichtet, und zwar auf die Entwicklung von Bikomponentenfasern

- mit Selbstkräuselungseffekt und
- auf der Basis heterogener Polymerkomponenten.

Bei beiden Gruppen wurden positive und interessante Ergebnisse erzielt. Hier wollen wir unsere Aufmerksamkeit vor allem den selbstkräuselnden konjugierten Polypropylenfasern widmen, da Polypropylenfasern in der Chemiefaserindustrie der CSSR eine besondere Stellung einnehmen.

**Fasern mit Selbstkräusleffekten und ihre Eigenschaften**

Der Selbstkräusleffekt konjugierter Fasern wird durch die unterschiedlichen Eigenschaften der im Faserquerschnitt asymmetrisch angeordneten Komponenten ausgelöst. Im Endeffekt handelt es sich hier um die Schrumpfdifferenz der Komponenten.

Die Schrumpfdifferenz ergibt sich aus dem unterschiedlichen Molekulargewicht der Komponenten, ihrer Kettenlängenverteilung und den verfahrenstechnischen Bedingungen bei der Herstellung des unverstreckten wie auch des verestreckten Fadens.

Die Grundbedingungen für die Überführung einer glatten Faser in eine gekräuselte bei konjugierten Fasertypen sind im Prinzip die gleichen wie bei der Texturierung auf mechanischem Weg (Falschdraht, Stauchen u. dgl.), unterschiedlich ist nur die Stelle und die Art, um diesen Effekt zu erzielen. Daraus ergibt sich dann auch das Verhalten der Texturfaser wie auch der unterschiedliche Kräuselcharakter.

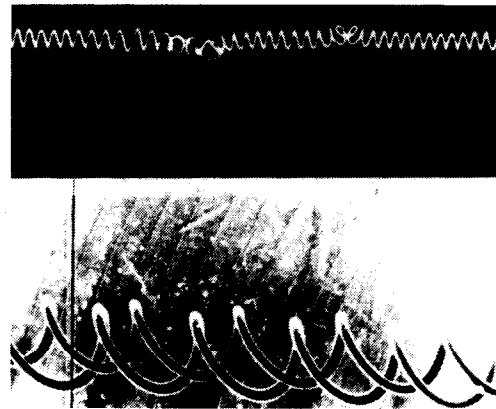


Abb. 1: Spiralcharakter der Kräuselbogen konjugierter Fasern

Konjugierte Fasern zeigen eine spiralartige Kräuselung, wie dies in Abbildung 1 zu sehen ist.

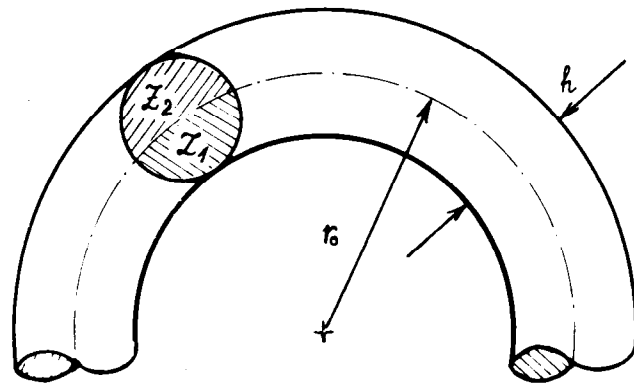


Abb. 2: Schematische Darstellung der Komponentenanzordnung in der Faser:  
 Z<sub>1</sub> — Komponente mit höherer Schrumpfung  
 Z<sub>2</sub> — Komponente mit niedrigerer Schrumpfung  
 r<sub>0</sub> — Krümmungsradius des Kräuselbogens  
 h — Faserdicke

Der Spiralcharakter der Kräuselbogen ergibt sich aus der gleichmäßigen parallelen Anordnung der Komponenten in der Faser, wie das schematisch in Abbildung 2 dargestellt ist.

Der Kräuselbogen entsteht als Folge einer höheren Schrumpfung der Komponente  $Z_1$  im Vergleich zur Komponente  $Z_2$ . An der Berührungsfläche beider Komponenten entstehen Spannungen, die zu einer Faserwellung führen, bis eine Gleichgewichtslage mit einem Bogenkrümmungsradius  $r_0$  erreicht wird.

Die Mechanik der Kräuselung bikomponenter Fasern studierten mehrere Autoren an verschiedenen Modellen. Brand und Backer<sup>1</sup> gelangten zu einem Ausdruck mit der Aussage, daß die Kräuselfrequenz in direktem Zusammenhang mit der Differenz der Längenänderungen beider Komponenten steht und von einer Reihe weiterer Faktoren abhängig ist:

$$C_f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{h \cdot \Delta L/L}{\frac{2}{2+h} \left[ I_1 \left( \frac{1}{A_1} + \frac{E_1}{E_2 A_2} \right) + I_2 \left( \frac{1}{A_2} + \frac{E_2}{E_1 A_1} \right) \right]} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $C_f$  — die Kräuselfrequenz, d. h. die Zahl der Kräuselbogen je Längeneinheit des geraderichteten Fasergebildes,
- $\Delta L/L$  — die Längenänderungsdifferenz der beiden Komponenten je Faserlängeneinheit,
- $A_1, A_2$  — die Querschnittsflächen beider Komponenten,
- $I_1, I_2$  — die Flächenträgheitsmomente,
- $E_1, E_2$  — die Elastizitätsmoduln beider Komponenten,
- $h$  — die Faserdicke.

Die Gleichung 1 wurde für vereinfachte Bedingungen abgeleitet, nämlich, daß die beiden polymeren Komponenten sich nach dem Hookschen Gesetz richten, weiter, daß der Krümmungsradius  $r_0$  vielmal größer als die Faserdicke  $h$  ist und schließlich, daß der Abstand der Mittelpunkte der Komponenten im Faserquerschnitt die Hälfte des Querschnitts beträgt.

Zu ähnlichen Beziehungen gelangten bei ihren Arbeiten auch Brown und Onions<sup>2</sup>. Fitzgerald und Knudsen<sup>3</sup> veröffentlichten eine formell einfachere Beziehung:

$$C_f = k C_p \Delta L/h, \quad (2)$$

in der

- $C_f, L, h$  — die gleiche Bedeutung haben wie bei der Gleichung 1,
- $k$  — eine Proportionalitätskonstante darstellt, die mäßig von den Elastizitätsmoduln der Komponenten abhängig ist,
- $C_p$  — ein Kräuselpotential darstellt; diese Funktion ist vom Mengenverhältnis der Komponenten und ihrer Aufteilung im Faserquerschnitt abhängig.

Die oben angeführten Beziehungen führen zum Schluß, daß der größte Kräuseleffekt durch die unterschiedliche Schrumpfung beider Faserkomponenten bedingt wird, wobei die Komponenten mit gleichen Anteilen vertreten und nur in zwei kontinuierlich verlaufenden Phasen verteilt sein sollen. Das bedeutet,

daß es zwischen den beiden Komponenten nur eine Grenzfläche gibt, und die verläuft durch den Mittelpunkt des Faserquerschnitts.

Shiekh und Mitarbeiter<sup>4</sup> gelangten beim Suchen nach der Beziehung zwischen dem Kräuselvermögen und der Deformation der Komponenten in bikomponenten Fasermodellen zu einer quadratischen Gleichung:

$$Ar_0^2 - Br_0 - C = 0, \quad (3)$$

wo

$r_0$  — den Krümmungsradius und

$A, B, C$  — die Konstanten

unter vereinfachten Bedingungen darstellen, nämlich, daß die beiden Komponenten eine gleiche Form und Querschnittsfläche wie auch gleiche Elastizitätsmoduln haben. Dann erhalten die Konstanten Werte nach den Gleichungen 4, 5 und 6:

$$A = 2A_1 h \varepsilon (2 + \varepsilon) \quad (4)$$

$$B = 8(1 + \varepsilon) (I + A_1 h^2) \quad (5)$$

$$C = 2A_1 h^3 \varepsilon (2 + \varepsilon) \quad (6)$$

Hierin bedeuten:

- $A_1$  — die Querschnittsfläche der Komponenten,
- $h$  — den Mittelpunktsabstand beider Komponenten von der Berührungsfläche,
- $\varepsilon$  — die Faserdeformation,
- $I$  — das Trägheitsmoment.

Für den Krümmungsradius  $r_0$  ergibt sich die Beziehung (7):

$$r_0 = \frac{t}{k(2 + \varepsilon)} \left\{ 2(1 + \varepsilon)(1 + g) + \left[ 4(1 + \varepsilon)^2(1 + g)^2 + 2(2 + \varepsilon)^2 \right]^{1/2} \right\} \quad (7)$$

wo

$t$  — die Dicke beider Komponenten in der Faser und  $g$  — eine Konstante (gleich  $I/A_1 h^2$ ) darstellt.

Zwischen dem Krümmungsradius  $r_0$  und der Kräuselbogenfrequenz  $C_f$  gilt die Beziehung (8):

$$C = \frac{1}{2\pi r_0} \quad (8)$$

Die größten Schwierigkeiten bei der praktischen Anwendung dieser Beziehungen für die Berechnung der Kräuselintensität konjugierter Fasern beruhen darin, daß die Materialkonstanten der einzelnen Komponenten meistens nicht bekannt sind und zu ihrer Messung an einer konjugierten Faser keine geeigneten Methoden zur Verfügung stehen.

Wegen der angeführten Gründe haben wir zuerst Serien monokomponenter Fasern unter Bedingungen, die auch für die Herstellung konjugierter Fasern geeignet waren, erzeugt, und mit Hilfe dieser wurden dann die Beziehungen für die Einstellung der erstrebten Fasereigenschaften ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 veranschaulicht. Hier werden die Beziehungen zwischen der Schrumpfungsdifferenz der Komponenten  $\Delta L$ , dem Bogenkrümmungsradius  $r_0$  und dem Faserdurchmesser  $\phi$  zum Ausdruck gebracht.

Aus den Ergebnissen in Abbildung 3 ist zu sehen, daß für die Bildung einer Kräuselfaser eine verhältnismäßig niedrige Schrumpfdifferenz beider Komponenten, etwa von 2 bis 3%, genügt. Es ist offensichtlich



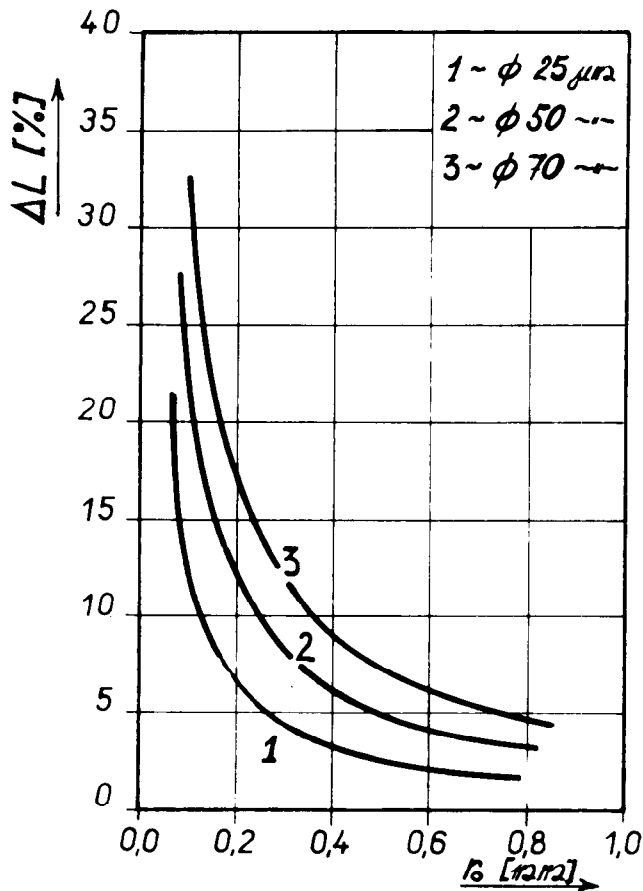


Abb. 3: Beziehungen zwischen der Schrumpfungsdifferenz der beiden Komponenten ( $\Delta L$ ), dem Krümmungsradius des Kräuselbogens ( $r_0$ ) und der Faserdicke ( $\phi$ )

lich, daß bei Polypropylenfasern, wo ein Faserschrumpf von 30 bis 40 % großtechnisch ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann, die erforderlichen niedrigen Schrumpfdifferenzen keine Probleme bedeuten.

Anhand der durchgeführten Versuchsarbeiten auf dem Gebiet der Faserdeformation und der Faserschrumpfung konnten wir zu dem Schluß kommen, daß für die Kräuselung zwei Schrumpffaktoren entscheidend sind, und zwar:

- die Differenz der elastischen Faserverlängerung und
- die Differenz der linearen Schrumpfung beider Komponenten.

Die praktische Folge des ersten Faktors ist die Bildung einer gekräuselten Faser unmittelbar nach der Faserdeformation in Längsrichtung durch Abschaffung der Deformationsspannung. Der zweite Faktor wirkt sich durch eine nachträgliche Faserschrumpfung aus und kann den C-Wert auf verschiedene Weise ändern.

Diese Beziehungen können durch die Gleichung (9) ausgedrückt werden:

$$\Delta Z = \Delta P_e + \Delta Z^*$$

Hierin bedeuten:

- $\Delta Z$  — die Schrumpfungsdifferenz der Komponenten (einen Gesamtwert),

$\Delta P_e$  — die Differenz der elastischen Faserverlängerung,

$\Delta Z^*$  — die Differenz der nachträglichen Faserschrumpfung.

Das Kräuselverhalten von Versuchsfasern wurde eingehend, auch in bezug auf die Fasermikrostruktur, studiert. Es zeigte sich, daß der Selbstkräuselleffekt immer wieder mit der unterschiedlichen Orientierung der Makromolekülketten in den einzelnen Komponenten verbunden ist. Durch die Wahl geeigneter Polymerer und durch Spinn- und Streckbedingungen werden der Kräuselleffekt und auch die Fasereigenschaften bedeutsam beeinflusst. Für die Bildung einer gekräuselten Faser soll die Differenz der optischen Doppelbrechung bei der ungestreckten Faser einen Wert von etwa  $3 \cdot 10^{-3}$  überschreiten.

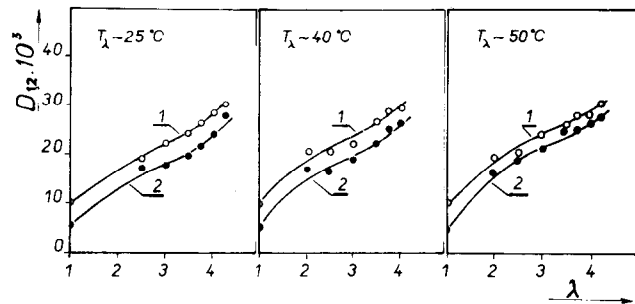


Abb. 4: Änderung der Doppelbrechung der Faserkomponenten ( $D_{1,2}$ ) in Abhängigkeit vom Deformationsverhältnis ( $\lambda$ ) und von der Strecktemperatur ( $T_\lambda$ )

In Abbildung 4 ist die Änderung der optischen Doppelbrechung in den einzelnen Komponenten einer konjugierten Faser in Abhängigkeit vom Deformationsverhältnis und von der Strecktemperatur angeführt. Aus der Darstellung ist zu sehen, daß eine

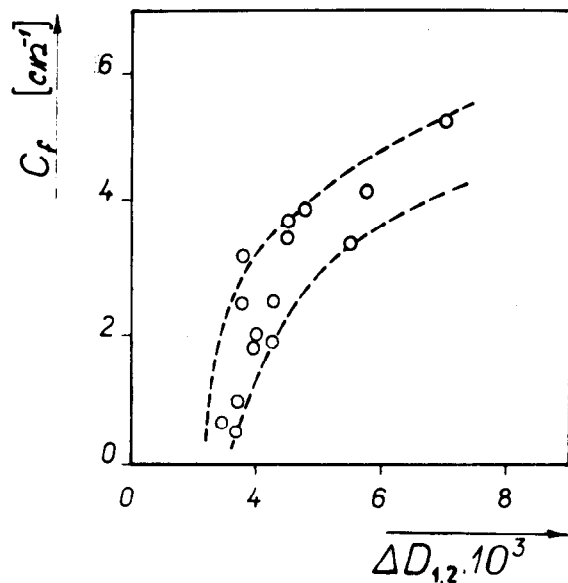


Abb. 5: Beziehungen zwischen der Doppelbrechungsdifferenz der Komponenten ( $\Delta D_{1,2}$ ) und der Kräuselbogenfrequenz ( $C_f$ )

Doppelbrechungsdifferenz zwar im ganzen Bereich der Streckverhältnisse erhalten bleibt, sie hat aber mit höheren Streckverhältnissen und bei höheren Strecktemperaturen eine abnehmende Tendenz. Das Kräuselvermögen der Faser folgt also eindeutig den Änderungen der Doppelbrechungsdifferenz.

Aus der Verformung einer gestreckten Faser zu einer Faser mit genügend intensiver Kräuselung kann man anhand der gewonnenen Kenntnisse schließen, daß die Doppelbrechungsdifferenz der beiden Komponenten zwar einen Minimalwert überschreiten sollte, jedoch es nicht zweckmäßig erscheint, diesen Wert höher als  $8 \text{ bis } 10 \cdot 10^{-3}$  einzustellen. Dies zeigt die Abbildung 5, in der die Beziehungen zwischen der Kräuselbogenfrequenz  $C$  und der Doppelbrechungsdifferenz der konjugierten gestreckten Fasern aufgezeichnet sind.

Die Kräuselintensität steigt mit der Doppelbrechungsdifferenz zuerst steil an und wird dann allmählich mäßiger.

Wie schon angeführt, wird die Kräuselintensität durch die Schrumpfung der Faserkomponenten, ausgelöst durch die thermische Nachbehandlung ( $\Delta Z^*$ ), beeinflusst. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse der Kräuselfrequenz vor und nach der thermischen Nachbehandlung dargestellt.

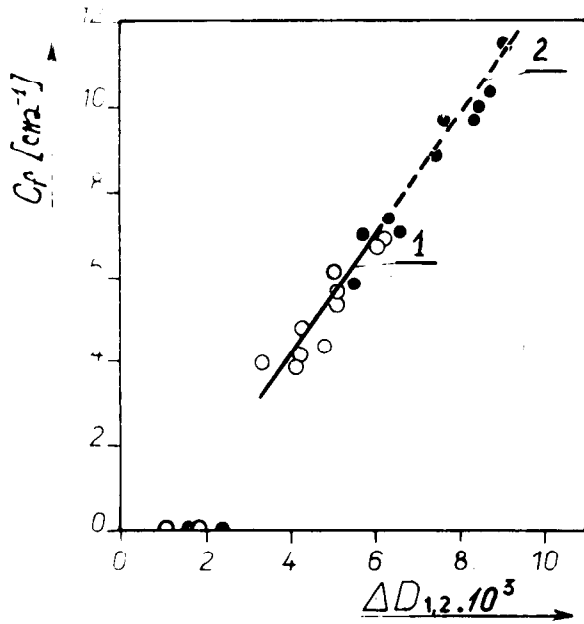


Abb. 6: Beziehung zwischen der Doppelbrechungsdifferenz und der Kräuselbogenfrequenz konjugierter Fasern:  
 1 — vor der thermischen Nachbehandlung (o)  
 2 — nach der thermischen Nachbehandlung (●)

Die Kräuselfrequenz ( $C_f$ ) nimmt mit der thermischen Nachbehandlung zu. Es steigt aber auch die Doppelbrechungsdifferenz der beiden Komponenten ( $D_{1,2}$ ) in der Weise, daß zwischen  $C_f$  und  $D_{1,2}$  praktisch eine lineare Abhängigkeit gilt.

Die Ausziehbarkeit gekräuselter Fasern bzw. Garne ist von der Kräuselfrequenz und der Bogenform abhängig. Eine regelmäßige spiralartige Form zeigt bei

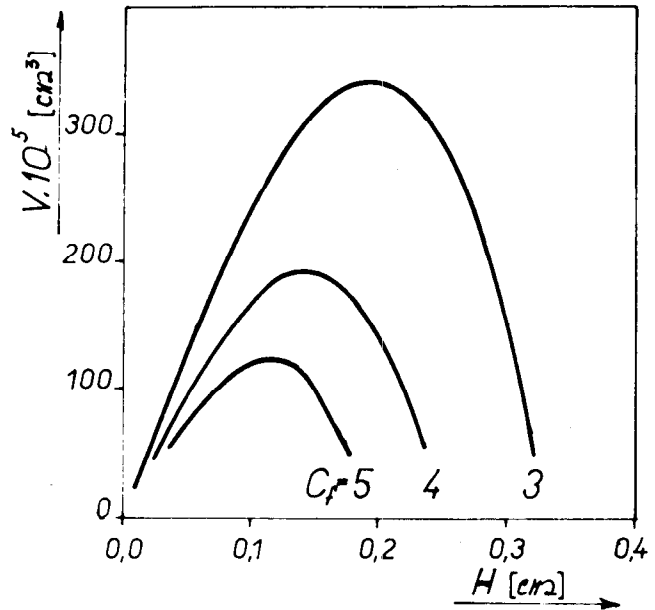


Abb. 7: Abhängigkeit des durch die Faser bestimmten Volumens ( $V$ ) von der Bogensteigung ( $H$ ) bei verschiedener Kräuselfrequenz ( $C_f$ )

der Zugbeanspruchung eine relativ höhere Steifigkeit; in der Praxis wird gewöhnlich dieser Faser eine höhere Elastizität zugeschrieben. Bei Polypropylenfasern ist die Elastizität besonders wichtig, da die Verbesserung der Elastizitätseigenschaften und der Formbeständigkeit der textilen Erzeugnisse hier sehr wesentlich ist. Es werden aber auch Überlegungen über die Garnvoluminösität mit der Auseinanderziehbarkeit der Kräuselbogen in Zusammenhang gebracht.

Verfolgt man das Ausziehen einer spiralförmig texturierten Faser, so ändert sich auch das durch die Faserform bedingte Volumen. Eine solche Änderung ist in Abbildung 7 gezeigt.

Bei einer bestimmten Bogensteigung ( $H$ ) wird ein Höchstwert des durch die Faser begrenzten Volumens erreicht. Verfolgt man nun diesen Wert bei Fasern mit unterschiedlicher Kräuselfrequenz ( $C_f$ ), so erhält man die in Abbildung 8 gezeichnete Beziehung.

Hier ist zu sehen, daß eine relativ höhere Volumenvergrößerung bei niedrigeren  $C_f$ -Werten erzielt wird, als dies bei einer hochgekräuselten Faser der Fall ist. Konfrontiert man nun diese Ergebnisse mit der Praxis, so sollte man nicht außer acht lassen, daß hier außer der Voluminösität noch ein zweiter Faktor, nämlich der Bausch des Garns eine wichtige Rolle spielt. Für die optimale Nutzung der Volumenbeschaffenheit der Garne sollte noch betont werden, daß es nötig ist, Kräuselgarne in Fertigartikel so einzubauen, daß eine Dehnungsfähigkeit des textilen Gebildes in den Grenzen von 40 bis 60 % möglich ist.

Ein höherer Kräuselungsgrad führt bei Endlosfäden zu einem besseren Garnzusammenhalt, was für die Verarbeitung zwar vorteilhaft ist, aber in Betrachtung der Voluminösität bzw. Bauschigkeit der Erzeugnisse sich wieder ungünstig auswirkt. Eine hohe Kräuselintensität bei Stapelfasern verursacht Schwierigkeiten bei der Faserauflösung, was wieder zu Schwierigkeiten bei der Herstellung eines gleichmä-

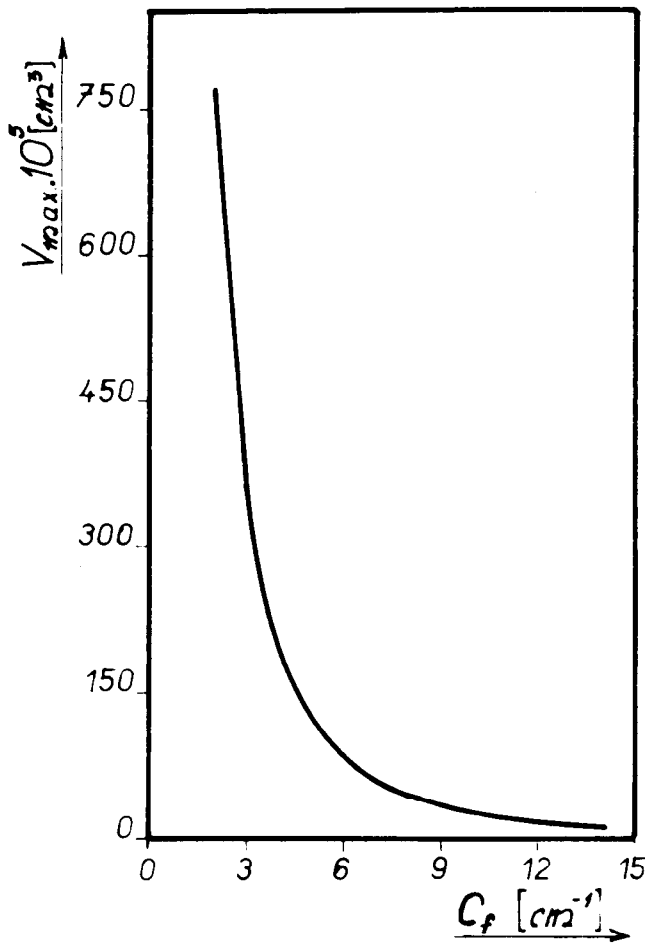


Abb. 8: Abhängigkeit des durch die Faser bestimmten Volumenmaximums ( $V_{max}$ ) von der Kräuselbogenfrequenz ( $C_f$ )

bigen Garns führt. Demgegenüber wirkt sich dieser Effekt bei den Vliesstoffen günstig aus; die Vliese werden dichter, und die Einzelfasern werden gut verankert. Beim Verarbeiten eines hochgekräuselten Spinnkabels ist eine hohe Faserhaftung vorteilhaft.

Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften konjugierter Fasern weisen im Vergleich zu monokomponenten Fasern allgemein niedrigere Werte auf. Das ist ja gut verständlich, da ein Teil des Faserquerschnitts anderen Zwecken dient als beispielsweise der Beeinflussung der Festigkeits- oder Dehnungswerte.

**Herstellung konjugierter Polypropylenfasern**

Konjugierte Polypropylenversuchsfasern wurden bei uns nach dem klassischen Schmelzspinnverfahren auf einer speziell dafür konstruierten Spinnanlage hergestellt. Die Herstellung der unverstreckten Faser unterscheidet sich außer im Faserformen keineswegs von der Herstellung monokomponenter Fasern. Das klassische Herstellungsschema ist in Abbildung 9 zu sehen.

Es wurde bei Aufwicklungsgeschwindigkeiten, in bezug auf die Faserfeinheit, im Bereich von 600 — 1200 m/min gearbeitet. Der Streckvorgang war der gleiche wie beim Verstrecken monokomponenter Fasern. Der Kräuseleffekt wird hier beim Verstrecken erzielt.

Es wurden auch Versuche auf der Basis des kontinuierlichen (aggregierten) Spinnverfahrens mit End-

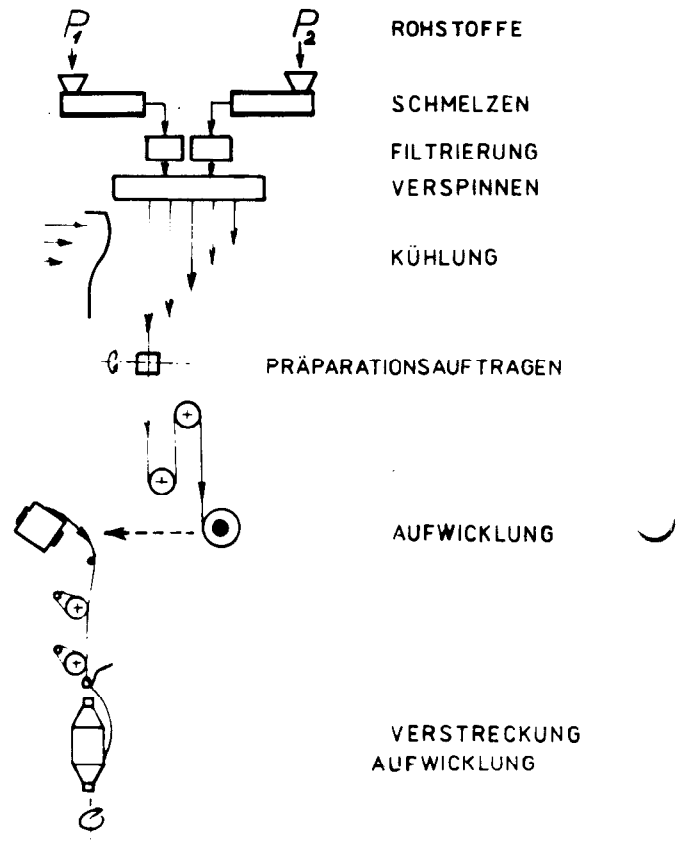


Abb. 9: Herstellungsschema konjugierter Fasern nach dem klassischen Schmelzspinnverfahren

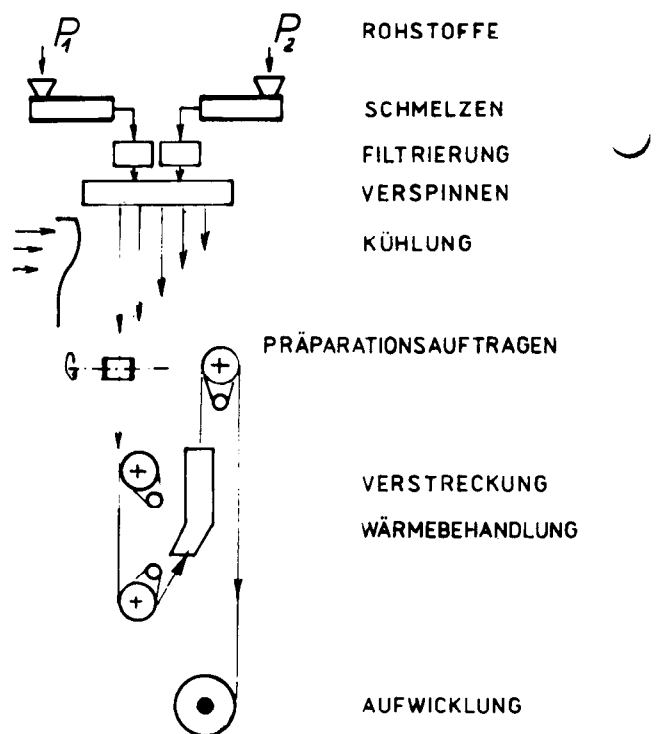


Abb. 10: Herstellungsschema konjugierter Fasern nach dem kontinuierlichen (aggregierten) Schmelzspinnverfahren

abzugsgeschwindigkeiten von etwa 3500 m/min durchgeführt, ohne besondere technische Probleme zu beobachten. Dieses Verfahrensschema ist in Abbildung 10 dargestellt.

Die Entwicklungsarbeiten betrafen konjugierte Stapelfasern und auch Endlosfäden. Die charakteristischen Eigenschaften konjugierter Polypropylen-Stapelfasern sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

**Tabelle 2: Modifizierbare Eigenschaften konjugierter Polypropylen-Stapelfasern**

Parameter	Reguliermöglichkeit (Bereich)	Optimalisierte Eigenschaften, Woll-Typ (Beispiel)
Faserfeinheit (dtex)	4 — 15	6,1
Reißfestigkeit (cN/dtex)	2,5 — 4,0	3,8
Bruchdehnung [%]	70 — 300	164
Kräuselbogen-Frequenz/cm:		
— vor der thermischen Nachbehandlung	bis zu 10	2,7
— nach der thermischen Nachbehandlung	bis zu 15	9,5
Lineare Schrumpfung (%)	bis zu 10	5,1
Nachbehandlungstemperatur (°C)	130 — 140	130 — 140
Faserprofil	○ Y Ū Z	○
Ausfärbung	symmetrisch asymmetrisch	asymmetrisch
Schnittlänge (mm)	30 — 120	72

Die Fasern erwiesen sich für die Verarbeitung in Mischungen als geeignet. Die auf diese Weise hergestellten Garne sind durch eine höhere Elastizität gekennzeichnet und haben sich bei der Verarbeitung zu Wirkware gut bewährt.

Auf dem Gebiet der Endlosfäden entwickelten wir, vorwiegend für Wohntextilien und Möbelbezugsstoffe, neue Filamentgarne mittlerer Fadenfeinheiten. Bei diesen Filamentgarnen unterscheiden wir zwei Grundtypen:

- latent gekräuselte (hier als L-Typ bezeichnet) Fasern und
- texturierte Fasern (hier als Z-Typ bezeichnet).

Der L-Typ ist für Erzeugnisse vorgesehen, bei denen der Bausch erst in der Fertigware ausgelöst wird. Gute Ergebnisse wurden bei Webware erzielt. Für Maschenware erwies sich diese Garnart als geeignet. Gewebe aus Garnen des L-Typs können bei verschiedenen Spannungsbedingungen gebauscht werden, wodurch aus dem gleichen Rohgarn stark ausziehbare bzw. undeformbare Gewebe hergestellt werden können.

Die Verarbeitung von Garnen des L-Typs ist für den Verarbeiter mit Nachteilen verbunden. Beim Auslösen des Bauscheffekts erfolgt nämlich eine Gewebekontraktion, wodurch die Produktivität infolge einer Verminderung der Gewebebreite und -länge herabge-

setzt wird. Aus diesem Grund wurden auch Entwicklungsarbeiten zur Herstellung von Garnen des Z-Typs durchgeführt, um auf diese Weise einer Produktivitätsverminderung in der Textilindustrie zu begegnen. Außerdem ist der Z-Garnertyp für den Einsatz bei Wirkware geeignet.

Eine Zusammenstellung der erzielten und regelbaren Parameter konjugierter Polypropylenfilamentgarne ist in der Tabelle 3 zu sehen.

**Tabelle 3: Modifizierbare Eigenschaften des konjugierten Polypropylen-Filamentgarns**

Parameter	Reguliermöglichkeit (Bereich)	Optimalisierte Eigenschaften, L-Typ — für Bezugsstoffe (Beispiel)
Garnfeinheit (dtex)	440/60x2, x3 440/48x2, x3	835
Reißfestigkeit (cN/dtex)	2 — 3	2,0
Bruchdehnung (%)	60 — 160	100
Kräuselbogen-Frequenz/cm:		
— vor der thermischen Nachbehandlung		
L-Typ	bis zu 3	2,5
Z-Typ	bis zu 8	—
— nach der thermischen Nachbehandlung		
L- und Z-Typen	bis zu 10	5,5
Nachbehandlungstemperatur (°C)	130 — 140	130 — 140
Lineare Schrumpfung (%)	bis zu 20	13,9
KK-Wert (%)	10 — 60	38,4
KP-Wert (%)	bis zu 90	86
Ausfärbung	symmetrisch asymmetrisch	asymmetrisch
Faserprofil	○ Y	○

KK-Wert . . . . . Helanca-Test für Seide

KP-Wert . . . . . Kontraktion des Bauschgarns, ausgedrückt als Gesamtwert der linearen Schrumpfung und des Garnzusammenziehens infolge der Kräuselung

**Zusammenfassung**

Konjugierte Fasern mit Selbstkräuselleffekten stellen eine Erweiterung des Sortiments an Kräuselgarnen für besondere Einsatzgebiete dar. Die Neuentwicklung erfolgt daher unter folgenden Gesichtspunkten:

- Bei *Stapelfasern* — um Mischgarne mit höherer Voluminösität und Elastizität herzustellen sowie auch Vliesstoffe und Spezialerzeugnisse für technische Anwendungen;
- bei *Endlosfäden* — um Filamentgarne von mittleren Fadenfeinheiten (von 330 bis 1330 dtex) für den Einsatz bei Wohnungstextilien, insbesondere für Bezugsstoffe, zu entwickeln.

Konjugierte Fasern verbessern die elastischen Eigenschaften der Erzeugnisse und ihre Formbeständigkeit, was wieder entscheidend zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften der Fertigartikel aus Polypropylenfasern beitragen kann.

Für eine gründliche Bewertung aller Für- und Widerfaktoren im Zusammenhang mit der großtechnischen Produktionsaufnahme wird zur Zeit die halbttechnische Herstellung vorbereitet. Diese anspruchsvolle Überprüfung der angelaufenen Neuentwicklungen sollte dann wichtige Unterlagen und Anregungen für den weiteren Fortgang auf diesem Gebiet mit sich bringen.

#### Literatur:

- 1) R. H. Brand und S. Backer; Text. Res. J. **32**, 1, S. 39-49 (1962)
- 2) T. D. Brown und W. J. Onions; J. Text. Ind. **52**, 3, S. T 101-T 108 (1961)
- 3) W. E. Fitzgerald und J. P. Knudsen; Text. Res. J. **37**, 6, S. 447-453 (1967)
- 4) A. E. Shiekh, J. F. Bogdan und R. K. Gupta; Text. Res. J. **41**, 4, S. 281-297 (1971)

#### Diskussion

**Herlinger:** Ich danke für Ihren interessanten Bericht, welcher zeigte, daß man Grundlagenforschung und Produktentwicklung durchaus nebeneinander betreiben kann.

Meine erste Frage betrifft die Doppelbrechung, welche Sie mit  $4 \cdot 10^{-3}$  angegeben haben, die nötig ist, um einen Kräuselungseffekt zu erzielen. Gilt dieser Wert nur für Polypropylen?

**Simo:** Ja, diese Resultate gelten nur für Polypropylen.

**Herlinger:** Sie nehmen hier die unterschiedliche Orientierung der Makromoleküle als Grund für den Kräuselungs-

effekt an. Wie stellen Sie sich diese unterschiedliche Orientierung vor, zumal Sie ja das ganze System schon vorher verstrecken?

**Simo:** Die Orientierung der Makromolekülketten wird durch Messung der Doppelbrechung beider Komponenten mit Hilfe eines Polarisationsmikroskops individuell beurteilt. Wir verwenden keine Methode der absoluten Messung.

**Herlinger:** Verwenden Sie ein Zweistrahlendifferenzmikroskop, und messen Sie  $n_x$  und  $n_y$ ? Wir wenden diese Methode an, um Dichtedifferenzen oder Brechungsdifferenzen über den Faserquerschnitt zu bestimmen. Man könnte diese Methode auch hier einsetzen, da ja von der Substanz her schon große Unterschiede in der Doppelbrechung gegeben sind.

**Simo:** Wir messen jede Komponente separat und verwenden dazu eine Vorrichtung unter dem Mikroskop, die ein Drehen der Faser gestattet. Im Prinzip handelt es sich hier um Messungen am Faserquerschnitt in einer bestimmten Lage zur Ebene des polarisierten Lichtes.

**Herlinger:** Wie scharf bleibt eigentlich die Grenzfläche beim Bikomponentenspinnen? Sie haben ja Produkte, die sich nur in der Molekülverzweigung oder in der Molekulargewichtsverteilung unterscheiden, sonst aber identisch sind.

**Simo:** Die Grenzflächen der Komponenten in einer konjugierten Faser sind verhältnismäßig scharf, jedoch nicht in einem solchen Maße wie bei der Zusammensetzung chemisch unterschiedlicher Komponenten. Gegenüber Bikomponentenfasern haben konjugierte Fasern den Vorteil, daß sie kein Splitverhalten aufweisen.

**van Krimpten:** Vielleicht ist diese Frage noch etwas zu früh: Bei uns ist man der Ansicht, daß die Verwendung von 2 Extrudern zur Herstellung einer Faser zu teuer ist. Haben Sie auch andere Möglichkeiten geprüft?

**Simo:** Unsere Entwicklungsarbeiten waren zuerst auf ein Verfahren unter Anwendung nur eines einzigen Extruders orientiert. Wir bezeichnen dieses Verfahren als Adaptor-Spinnverfahren. Hierbei wird zur Herstellung der „zweiten“ Komponente die thermische Instabilität des Polypropylen ausgenutzt. Dieses Spinnverfahren bewährte sich bei der Herstellung von konjugierten Polypropylenstapelfasern. Für Endlosfasern, wo eine hohe Fasergleichmäßigkeit und eine größere technologische Variabilität erforderlich ist, ergab sich als Ergebnis unserer Entwicklungsarbeiten der Einsatz von zwei Extrudern. Daraus ergeben sich zwar etwas höhere Investitionsaufwendungen, die Produktionskosten werden dagegen nur sehr gering beeinflusst.

## Strukturänderungen bei der Texturierung von Polyamiden und Polyestern

Dr. J. O. Warwicker, Shirley Institute, Didsbury-Manchester

Vollverstreckte Fäden aus Polyester und Polyamid wurden auf einer Texturiermaschine mit und ohne Falschdrahtprozeß verarbeitet. Der wichtigste Parameter bei diesen Untersuchungen war die Temperatur des ersten Heizkörpers, die dem Garn entsprechend zwischen 190 und 230°C in geeigneten Stufen variiert wurde. Die erhaltenen Produkte wurden durch eine quantitative Färbe- und Strukturanalyse untersucht. Dabei hat man folgende Techniken eingesetzt: Röntgenanalyse (einschließlich Weit- und Kleinwinkelstreuung), Messung der Dichte und der Doppelbrechung. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen der Entwicklung von Modellen für die Morphologie der PES- und PA-Fäden.

Neuere Untersuchungen befaßten sich mit den Strukturparametern beim Simultanstrecktexturieren von PES-Fäden. Es wurde der Einfluß des Reckverhältnisses, der Heizkörpertemperatur, der Garndrehung und der Texturierungsgeschwindigkeit ermittelt. Außer den Färbe- bzw. Strukturparametern hat man auch die mechanischen Eigenschaften erforscht. Aufgrund dieser Angaben wurde das Modell der PES-Morphologie verbessert, um die Eigenschaftsveränderungen des texturierten Garns zu erklären, die von den Veränderungen der Maschinengrößen stammen.

Fully drawn polyester and polyamide fibres were processed on a texturing machine with and without the false twist process being applied. In these experiments the chief variable was the temperature of the first heater which was varied between 190-230°C in suitable steps according to the yarn. The subsequent products were analysed by quantitative dye experiments and by structural studies which included X-ray wide and low angle scattering, density and birefringence measurements. From these data models for the morphology of the polyester and polyamides were developed.

More recent experiments have been conducted in exploring the structural factors involved in the simultaneous draw texturing of polyester yarns. The influences of the applied draw ratio, the heater temperature, the twist and the speed of texturing were investigated. As well as dyeing and structural data, mechanical property data were also studied. As a result a more refined model for the morphology of polyester was developed to explain the changes taking place in the properties of the textured yarns due to changes in the machine variables.

### Polyamide

Bei den ersten Untersuchungen an Polyamid 6 und 6.6 wurden völlig verstreckte Garne ohne Anwendung des Falschdrahtprozesses über den Heizkörper einer Texturiermaschine geleitet. Aus diesen Versuchen ging hervor<sup>1,2</sup>, daß bei zunehmender Heizkörpertemperatur die Färbegeschwindigkeit des verarbeiteten Garns zuerst abnahm, einen Mindestwert durchschritt und dann wieder zunahm, sodaß die Färbegeschwindigkeit mit einem strukturell empfindlichen Farbstoff (C.I. Direktblau 71) bei der höchsten Heizkörpertemperatur viel höher als die des Vergleichsgarns war.

Die Versuche veranschaulichten außerdem, daß bei

zunehmender Dichte die Röntgen-Lateralordnung zunahm, d. h., die Struktur sich mehr ordnete. Die Doppelbrechung und Röntgenorientierung nahmen ebenfalls bei zunehmender Heizkörpertemperatur zu.

Aufgrund dieser Tatsachen wurde eine Theorie der dynamischen Lücken zwischen den Struktureinheiten entwickelt, in welche Farbstoff eindrang. Ein solches Lückensystem öffnete sich immer mehr, sobald sich die Struktureinheiten besser ordneten. Ein äußerst vereinfachtes Schaubild (Abb. 1) erklärt diesen Sachverhalt. Die lattenartigen Gebilde verkörpern die morphologischen Einheiten, welche aufgrund ihrer gegenseitigen Verflechtung die Lücken bilden, die für die Farbstoffe Zugänge sind. Solche Lücken schwanken in ihrer Größe je nach der thermischen Bewegung und anderen auf sie einwirkenden Kräften und können daher nicht als ein starres System angesehen werden. Beim Erhitzen nimmt der Ordnungsgrad und die Packung der Einheiten zu, sodaß sie kompakter und dünner werden, was im Durchschnitt zu größeren Lücken führt.

Der Bildung von größeren Lücken stehen die Temperungskräfte entgegen, welche die gesamte Morphologie zu kompaktieren versuchen. Wenn also die Einwirkung der Temperungskräfte den Ordnungseffekt in-

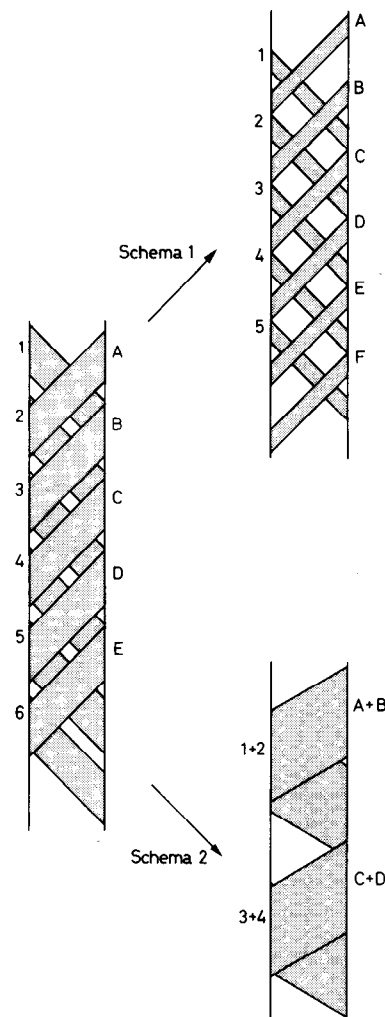


Abb. 1: Schematische Darstellung der Morphologie von Polyamiden unter thermischer Beanspruchung

nerhalb der Einheiten überschreitet, wird die Färbegeschwindigkeit verringert; jedoch trifft der umgekehrte Fall ebenfalls zu. Man kann daher den Schluß ziehen, daß bei einer Vorbehandlung bei höheren Temperaturen die Verbesserung des Ordnungsgrades innerhalb der Einheiten dominiert, was zu zugänglicheren Lücken und einer höheren Färbegeschwindigkeit führt.

Die Versuche hinsichtlich der Falschdrahttexturierung von Polyamiden wurden mit 70/70 Bri-Nylon 6.6 ausgeführt<sup>3</sup>. Falschdraht wurde mit 3346 T/m bei Heizkörpertemperaturen von 180, 200, 210 220, 230 und 240°C erteilt, während die übrigen Versuchsbedingungen konstant gehalten wurden.

Die Färbegeschwindigkeit dieser Garne mit Direktblau 71 wurde durch den Parameter

$$A/\sqrt{t}$$

ausgedrückt, in welchem

A — die Farbstoffaufnahme in g Farbstoff pro 100 g Faser und

t — die Zeit in Stunden

darstellt. Im wesentlichen konnten die gleichen Ergebnisse, die bei glatten Garnen gefunden worden waren, auch hier beobachtet werden; und zwar zeigte auch hier die in bezug auf die Heizkörpertemperatur aufgetragene Kurve  $A/\sqrt{t}$  ein Minimum mit der Ausnahme, daß die Färbegeschwindigkeit für texturierte Garne höher als für die entsprechenden glatten Garne war. Die bei den Färbeversuchen verwendete Garnspannung hatte keinen bedeutenden Einfluß auf die Ergebnisse.

Die Strukturparameter dieser Garne wurden ebenfalls gemessen. Die Gesamtdichte nahm sowohl bei glatten als auch bei texturierten Garnen mit zunehmender Heizkörpertemperatur zu. Die Röntgenorientierung nahm ebenfalls zu. Der Röntgen-Lateralordnungsindex wurde an den Hauptäquatorialreflexionen des Röntgendiagramms für Polyamid 6.6 gemessen und deutete an, daß die Lateralordnung beider Hauptäquatorialebenen mit ansteigender Heizkörpertemperatur zunahm.

Es war daher augenscheinlich, daß die vereinfachte Strukturtheorie sowohl für texturierte als auch für glatte Garne anwendbar war. Jedoch scheint das Aufbringen von Falschdraht die Bildung von Lücken zu fördern oder diese zumindest zu vergrößern.

Die mechanischen Eigenschaften der Garne wurden mit einem Instron-Prüfgerät gemessen. Es stellte sich heraus, daß die Reißfestigkeit, die Reißdehnung, der anfängliche Elastizitätsmodul und die Zerreißarbeit bei texturierten Garnen zur Abnahme neigten, wenn die Temperatur des Heizkörpers anstieg. Die mechanischen Eigenschaften sind daher gegen die Heizkörpertemperatur empfindlich, wie schon bei den Färbegenschaften beobachtet wurde.

Um durch einen Versuch, die entwickelte Theorie zu belegen, wurden Röntgenkleinwinkelstreuungen durchgeführt. In einigen Fällen führten diese zu einem Zweipunkt- und in anderen zu einem Vierpunktdiagramm. Der Abstand und die Intensität der Meridionalbeugung nahm mit erhöhter Heizkörpertemperatur zu.

Je nach den Verhältnissen bei der Erzeugung von Kleinwinkelbeugungen ist die Intensität eine Funktion der Differenz der Elektronendichte der einzelnen Komponenten des Systems, der einzelnen Gewichtsanteile und des bestrahlten Gesamtvolumens. Die Zunahme der Intensität der Meridionalbeugungskreisbögen bei erhöhter Heizkörpertemperatur bedeutet, daß eine Temperaturerhöhung eine Zunahme des Gewichtsanteils der dichteren Bestandteile oder eine Zunahme der Elektronendichte oder beides hervorruft. Jedoch weisen texturierte Garne niedrigere Meridionalintensitäten auf als die ihnen entsprechenden glatten Garne. Da zu erwarten ist, daß die mechanische Wirkung des Falschdrahtverfahrens den Temperungskräften entgegentritt, ist dieses Ergebnis als angemessen zu betrachten. Zusätzlich war die Zunahme des Meridionalabstands bei erhöhter Heizkörpertemperatur bei texturierten Garnen größer als bei glatten Garnen, was bedeutet, daß die Beugungsmittelpunkte bei texturierten Garnen einen größeren Abstand voneinander hatten als bei flachen.

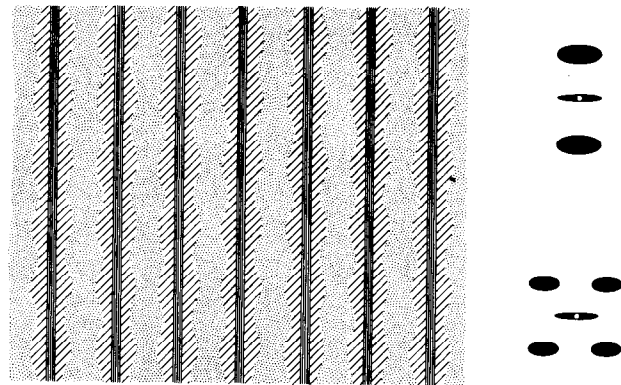


Abb. 2: Vorgeschlagenes Strukturmodell als Erläuterung der Kleinwinkelstreuungsdaten aus Röntgenanalysen: (a) Strukturvorschlag, (b) zweipunktiges Diagramm, (c) vierpunktiges Diagramm

Die Berücksichtigung dieser Tatsachen sowie der bereits diskutierten führte zu der Formulierung einer morphologischen Struktur für Polyamide, die auf Einheiten in der Form von Schisch-Kebab<sup>3</sup> beruhen; ein vereinfachtes Diagramm dieser Struktur ist in Abbildung 2 wiedergegeben. Die Lücken, die wahllos im Bereich C verteilt sein würden, sind in diesem Fall nicht abgebildet. Eine Kristallisierung von B und A oder ein Kristallanschluß von C an B erhöht die Lateralordnung und führt außerdem zu mehr Raum für das Eindringen des Farbstoffs. Eine Bewegung der Einheiten in der Weise, daß Höcker in die Hohlräume passen, würde zu einem Vierpunktdiagramm führen; so wie sie jedoch in der Abbildung erscheinen, würde ein Zweipunktdiagramm entstehen, sodaß Änderungen des Beugungsbildes den Bewegungen der Einheiten zuzuschreiben sind. Dieses Modell entspricht auch den mechanischen Eigenschaften. Obgleich das Modell die für Polyamide herausgefundenen Tatsachen zusammenzufassen scheint, sollte man nicht vergessen, daß das vorgeschlagene Modell sehr vereinfacht worden ist, sodaß sich die Struktur in Wirklichkeit diesem wahrscheinlich nur annähert.

**Polyester**

Auch bei Polyestergarnen läßt sich eine ähnliche Sachlage erkennen; es muß jedoch auf wesentliche Unterschiede hingewiesen werden. Einer dieser Unterschiede ist die Tatsache, daß Polyesterfasern normalerweise mit Dispersionsfarbstoffen gefärbt werden; der für die Strukturuntersuchungen gewählte Farbstoff war in diesem Fall Dispersionsblau 26. Die Dispersionsfarbstoffe üben ihre Färbewirkung aufgrund eines festen Lösungsmechanismus aus, und folglich haben die morphologischen Details mehr Einfluß auf die Färbegeschwindigkeit als bei den eben besprochenen Polyamiden.

Bei den anfänglichen Versuchen mit Polyester<sup>4</sup> wurden glatte Garne auf mehr oder weniger dieselbe Art und Weise untersucht, wie sie für die Polyamide beschrieben worden ist. Das Ergebnis einer Temperaturänderung des Heizkörpers auf die Färbegeschwindigkeit ist in Abbildung 3 veranschaulicht. Die A-Kurven beziehen sich auf Polyestergarne (dtex 83/36), die über den Heizkörper einer Scragg-Shirley-Minibulk-Maschine CS9 geführt wurden, ohne ihnen einen Falschdraht zu erteilen. Die B-Kurven beziehen sich auf Garne, die in einem Ofen auf die erforderliche Temperatur aufgeheizt wurden.

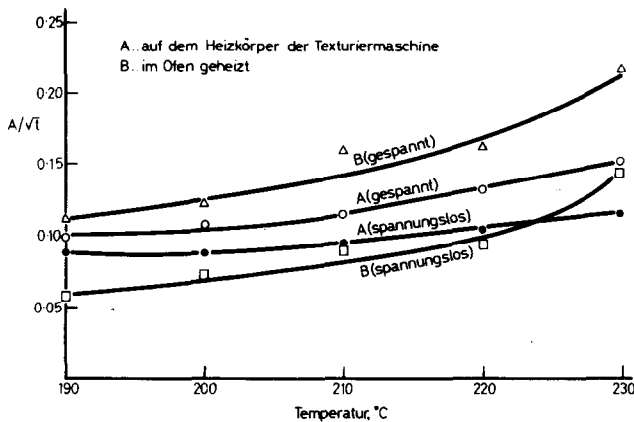


Abb. 3: Einfluß der Vorbehandlungstemperatur auf die Färbegeschwindigkeit ( $A/\sqrt{t}$ ) bei einer Färbetemperatur von 95°C. Polyesterfilamentgarne ohne Drehung

Für jede Art der Aufheizung sind zwei Kurven aufgetragen, von denen jeweils die obere Kurve das Färben unter Spannung auf einem Rahmen und die untere das spannungslose Färben in einem Färbebad wiedergibt. Die Ergebnisse waren überraschend, da die Garnspannung keinen bedeutenden Einfluß beim Färben von Polyamiden zeigte, und, sollte die Garnspannung den Färbvorgang überhaupt beeinflussen, so könnte man erwarten, daß die Färbegeschwindigkeit verringert anstatt erhöht werden würde.

Was die übrigen Aspekte betrifft, so ähneln diese Ergebnisse jenen, die bei Polyamiden festgestellt wurden, nämlich, daß bei höheren Heizkörpertemperaturen die Färbegeschwindigkeit des Garns höher als die des Vergleichsgarns ist. Was die Struktur betrifft, zeigten sich ähnliche Verhältnisse wie bei den Polyamiden: Die Dichte, die Röntgenorientierung, die

Röntgen-Lateralordnung nahmen sämtlich mit steigender Heizkörpertemperatur zu<sup>4</sup>.

Um diese Tatsachen zu begründen, muß die morphologische Struktur von Polyester jener Polyamide ähnlich sein; um jedoch den Einfluß der Garnspannung auf die Färbegeschwindigkeit zu begründen, mußte ein Verwindungsfaktor eingeführt werden, wie in Abbildung 4 veranschaulicht ist. Man muß sich vor Augen halten, daß, wenn ein Dispersionsfarbstoff in Polyester eindringt, die Größe der Farbstoffteilchen der Größe der Kanäle, in welche sie eintreten, angepaßt sein muß. Irgendeine Verwindung dieser Kanäle begrenzt die Anzahl der zum Eintritt des Farbstoffs zur Verfügung stehenden Kanäle — und folglich die Färbegeschwindigkeit.

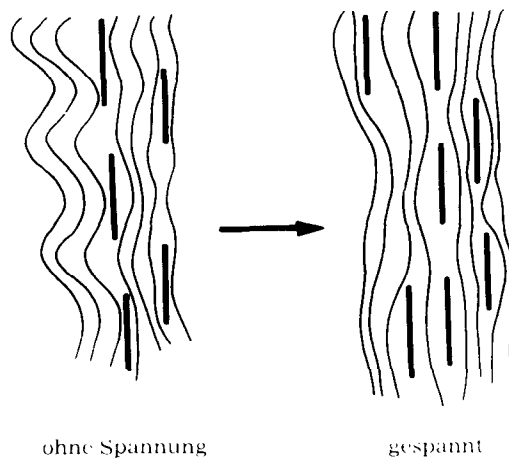


Abb. 4: Darstellung der Krümmung von Kanälen in Polyester unter Zugkraftwirkung.

Wird das Falschdrahtverfahren angewandt, so ähneln die allgemeinen Ergebnisse einander, jedoch zeigen sich einige wesentliche Unterschiede beim Vergleich mit den Eigenschaften der glatten Garne, besonders hinsichtlich der Färbereigenschaften. Die Färbegeschwindigkeit von texturierten Polyestergarnen, die unter Spannung gefärbt wurden, war niedriger als für die entsprechenden glatten Garne. Jedoch hatten texturierte Garne, die vollkommen spannungslos in einem Färbebad gefärbt wurden, höhere Färbegeschwindigkeiten als unter Spannung gefärbte glatte und texturierte Garne. Außerdem nimmt die Färbegeschwindigkeit dieser spannungslos gefärbten, texturierten Garne bei erhöhter Temperatur ab (Abb. 5). Andererseits durchläuft die Färbegeschwindigkeit beim Färben unter Spannung einen Mindestwert, wenn die Heizkörpertemperatur erhöht wird, und als weiterer wesentlicher Punkt ergibt sich bei Erhöhung der Spannung eine parallele Kurve mit einer höheren Färbegeschwindigkeit als bei der niedrigeren Spannung. Als Erklärung der anomalen Ergebnisse des spannungslosen Färbens wurde angenommen, daß diese die Folge einer durch das Falschdrahtverfahren hervorgerufenen Rißbildung auf der Oberfläche des Polyester-garns seien. Risse dieser Art würden den Färbvorgang in einem System, in dem sie völlig offen sind, unterstützen; schließen sie sich jedoch unter der Einwirkung von Spannung, dann wäre das erwartete



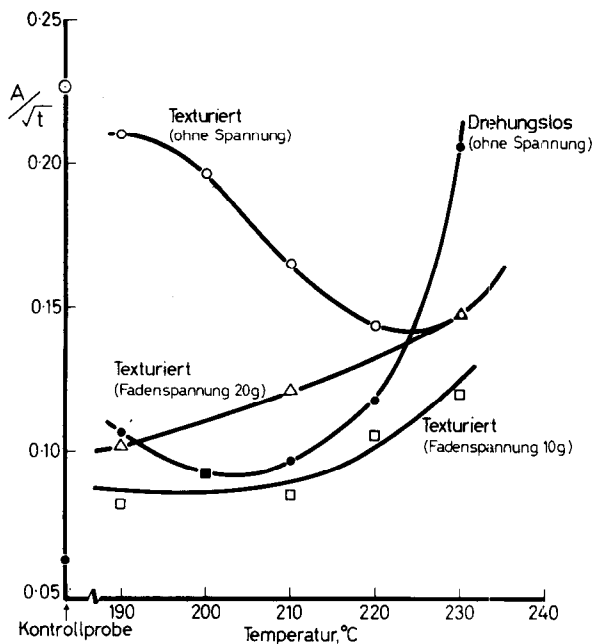


Abb. 5: Einfluß der Vorbehandlungstemperatur auf die Färbegeschwindigkeit ( $A/\sqrt{t}$ ) bei 95°C; Einfluß der Texturierung des Polyestergeräns

Färbeverhalten zu beobachten. Ein Beweis für diese Erklärung ergab sich aus den Oberflächenuntersuchungen von texturierten Polyesterfilamenten unter einem Rasterelektronenmikroskop, aus denen eindeutig hervorging, daß sich Längsrisse auf der Garnoberfläche gebildet hatten.

Obleich bei flüchtiger Betrachtung das Morphologie-Modell des Polyesters dem, das für Polyamid entwickelt wurde, ähnlich erscheint, solange nur Verschlingungen und Oberflächenrisse berücksichtigt werden, so ist doch dieser Standpunkt wahrscheinlich zu sehr vereinfacht. Im Polyester sind die Lücken wahrscheinlich zugängliche Bereiche mit verschiedenen Packungsgraden. Die Art und Disposition der Moleküle in diesen Bereichen sollte einen bedeutenden Einfluß auf die Leichtigkeit der Durchdringung der Moleküle haben. Es ist daher keine Überraschung, daß sich eine Beziehung zwischen dem Färbeverhalten und der Glasumwandlungstemperatur<sup>5</sup> ergibt. Diese Beziehung ist zum Teil auch für die Wirkungsweise von Carriern oder hohen Temperaturen beim Färben von Polyester verantwortlich. Es war daher weiteres Beweismaterial erforderlich, um ein Modell der Morphologie für Polyester erstellen zu können.

Der letzte Trend bevorzugt das Simultan-Strecktexturier(SDT)-Verfahren bei Polyestergeräns; während diesem Texturierverfahren wird die endgültige Morphologie der texturierten Garne gebildet. Der Grund dazu liegt in der Tatsache, daß Polyester abweichend von Polyamiden nach der anfänglichen Extrudierung im allgemeinen nichtkristallin ist. Die teilweise orientierten Garne (POY), die beim SDT-Verfahren eingesetzt werden, ergeben ein Röntgendiagramm, das typisch für einen nichtkristallinen Feststoff mit einem geringen Grad an Orientierung, je nach der Aufspulgeschwindigkeit bei der Herstellung, ist. Nach der Texturierung zeigt sich ein völlig kristallines und orientiertes Röntgendiagramm. Man könnte daher er-

warten, daß die Eigenschaften und Leistungsfähigkeiten der SDT-Garne von entsprechenden Garnen, die auf herkömmliche Weise texturiert worden sind, abweichen.

Bei den Versuchsarbeiten mit SDT-Garnen wurden auch Prüfmuster von einem teilweise orientierten, mit einer Aufspulgeschwindigkeit von 3500 m/min erzeugten Garn entnommen und auf einer Scragg-Maschine SDS 7 unter den auf der SDS 2 üblichen Verhältnissen texturiert. Die untersuchten Variablen<sup>6</sup> umfaßten: das angewandte Streckverhältnis, die Heizkörpertemperatur, die Durchlaufgeschwindigkeit des Garns durch die Maschine und die beim Falschdrahtverfahren gegebene Drehung. Um den Einfluß des Falschdrahtverfahrens besonders hervorzuheben, wurden entsprechende glatte Garne verarbeitet, für welche die Maschineneinstellungen dieselben waren wie bei den texturierten Garnen, jedoch mit der Ausnahme, daß der Falschdraht in diesen Fällen entfiel.

Wie bei früheren Versuchsarbeiten wurden die mechanischen Eigenschaften an einem Instron-Prüfgerät gemessen. Die Art der Spannungs-Dehnungs-Schaubilder, die sich ergeben, ist in Abbildung 6 wiedergegeben.

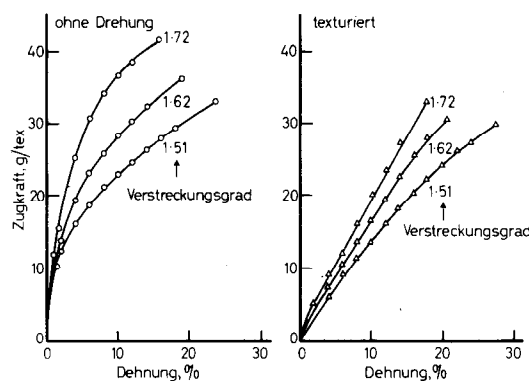


Abb. 6: Kraft/Dehnungs-Linie von Polyestergeräns (glatt und texturiert)

Aus den Ergebnissen wurde ersichtlich, daß Änderungen der Garnaufgeschwindigkeit und der Drehung keinen bedeutenden Einfluß auf die Reißfestigkeit und Reißdehnung hatten; die Zerreißarbeit änderte sich nicht in Abhängigkeit von der Drehung, und die Garnfeinheit wurde hauptsächlich durch das angewandte Streckverhältnis geregelt. Sowohl die glatten als auch die texturierten Garne änderten sich auf ähnliche Weise. Die Reißfestigkeit nahm zu, und die Reißdehnung nahm ab, wenn das angewandte Streckverhältnis erhöht wurde. Innerhalb des untersuchten Temperaturbereichs, d. h. von 195 bis 210°C, änderte sich die Reißfestigkeit und Reißdehnung bei erhöhter Heizkörpertemperatur nicht sehr stark; jedoch haben später ausgeführte Versuchsarbeiten gezeigt, daß größere Änderungen beobachtet werden können, wenn noch höhere Temperaturen eingesetzt werden. Der anfängliche Elastizitätsmodul wurde ebenfalls von der Laufgeschwindigkeit des Garns geringfügig beeinflusst, und bei texturierten Garnen übte die Drehung eine gewisse Wirkung auf ihn aus (Abb. 7, 8, 9). Die Zerreißarbeit nahm ab, wenn das angewandte Streckverhältnis, die Durchlaufgeschwindigkeit des Garns und

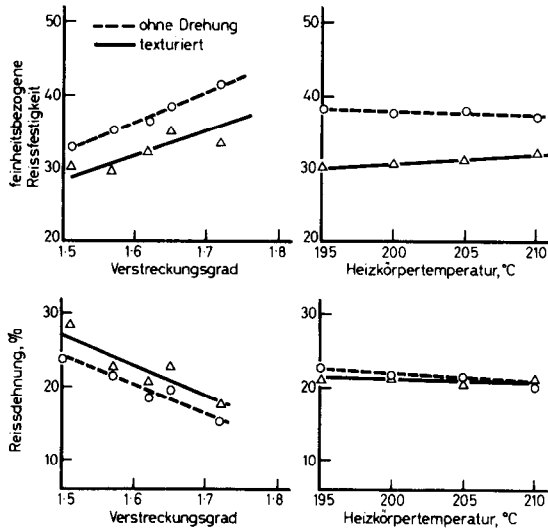


Abb. 7: Titerbezogene Reißkraft und Reißdehnung von Polyestergerne (glatt und texturiert) in Abhängigkeit vom Verstreckungsverhältnis und der Temperatur des ersten Heizkörpers

die Heizkörpertemperatur erhöht wurden. Diese Arten von Änderungen zeigen daher Änderungen der Morphologie an und müssen bei der Formulierung einer Struktur für Polyester berücksichtigt werden.

Struktureinwirkungen machen sich auch bei Färberversuchen bemerkbar. Bei diesen Garnen wurde mit sehr großem Flottenverhältnis mit Dispersionsblau 26 sowohl bei 95 °C als auch bei 130 °C mit und ohne Palanil A als Carrier gefärbt. Wie in früheren Versuchen wurde die Färbegeschwindigkeit durch den

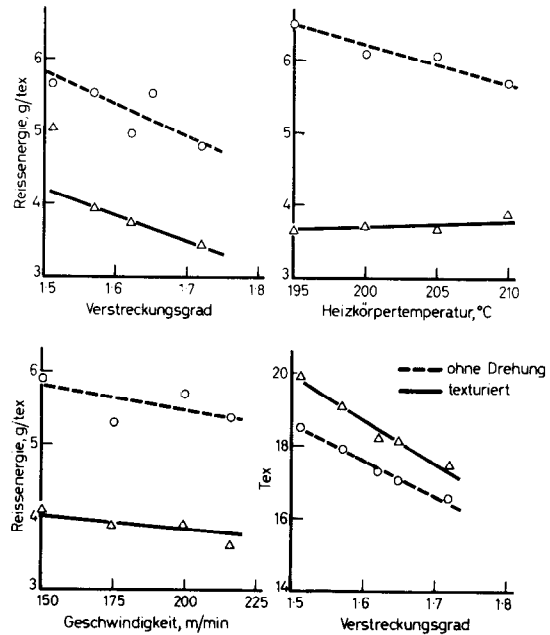


Abb. 9: Reißenergie der glatten und texturierten Polyestergerne in Abhängigkeit vom Verstreckungsgrad, von der Temperatur des ersten Heizkörpers, von der Garneschwindigkeit und vom Titer in Abhängigkeit vom aufgelegten Verstreckungsgrad

Parameter  $A/\sqrt{t}$  dargestellt; bei einer Temperatur von 130 °C war es ebenfalls möglich, den Färbegleichgewichtszustand ( $A\infty$ ) aufzuzeichnen. Dabei wurde gefunden, daß die Garnlaufgeschwindigkeit sowohl für glatte als auch für texturierte Garne die Färbeparameter nicht beeinflußt und die Drehung bei texturierten Garnen nur einen kleinen Einfluß hat (Abb. 10), wenn ein Carrier vorhanden war. In den Färb-

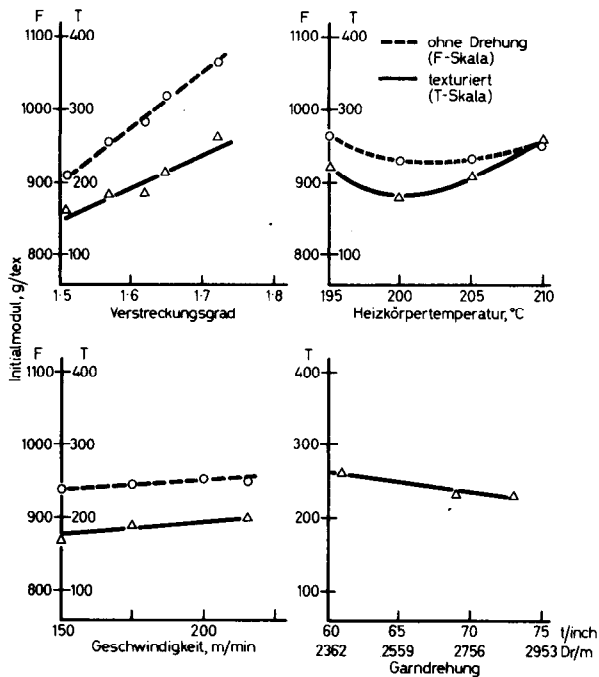


Abb. 8: Initialmodul von glatten und texturierten Polyestergerne gegen den Verstreckungsgrad, die Temperatur des ersten Heizkörpers, die Garneschwindigkeit und den aufgelegten Drehungsgrad (bei Texturgarnen) aufgetragen

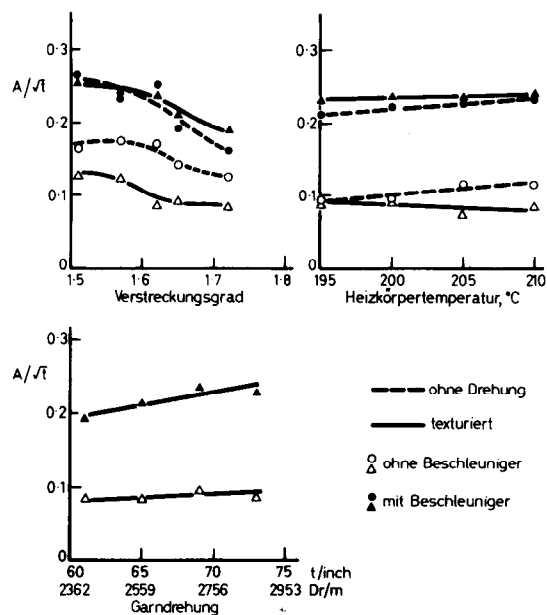


Abb. 10: Die Färbegeschwindigkeit  $A/\sqrt{t}$  (mit und ohne Beschleuniger bei 95 °C) in Abhängigkeit vom aufgelegten Verstreckungsgrad (glatte und texturierte Garne), von der Temperatur des ersten Heizkörpers (glatte und texturierte Garne) und vom aufgetragenen Drall (texturierte Garne)

versuchen bei 95°C waren die den Färbeprozess beeinflussenden Hauptveränderlichen das angewandte Verstreckungsverhältnis und im kleineren Umfang die Heizkörpertemperatur. Auch hier haben weitere Versuchsarbeiten gezeigt, daß höhere Temperaturen einen größeren Einfluß auf die Färbung haben, als die Ergebnisse angeben. Ähnliche Ergebnisse für die Färbegeschwindigkeit ( $A/\sqrt{t}$ ) erbrachten Färbversuche bei 130°C (Abb. 11). Jedoch wurde der Wert für den Färbegleichgewichtszustand ( $A_\infty$ ) am meisten vom Streckverhältnis beeinflusst. Es muß an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß ein den Färbebädern zugesetzter Carrier keine durch Strukturänderungen hervorgerufene Farbeunterschiede beseitigt. Zusätze dieser Art stellen daher keine Möglichkeit dar, um Streifigkeitsprobleme, die auf diese Ursache zurückzuführen sind, zu lösen.

Röntgenorientierungsmessungen wurden dadurch ausgeführt, daß der Kehrwert der Halbwertsbreite bei halber Intensität ( $1/\psi_{1/2}$ ) der Azimutabtastung um den Kreisbogen (100) ausgedrückt wurde. Obgleich dies kein unmittelbares Maß der Axialorientierung darstellt, wurde es als kennzeichnend für Änderungen der Orientierung an diesen betreffenden Garnen angesehen. Dieser Parameter nahm in Abhängigkeit von dem angewandten Verstreckungsverhältnis bei glatten Garnen zu; er nahm jedoch bei den entsprechend texturierten Garnen ab. Er durchschritt einen Maximalwert (Abb. 12) bei zunehmender Heizkörpertemperatur, und es wurden gewisse Änderungen in Abhängigkeit von der Garnlaufgeschwindigkeit beobachtet; jedoch hatte die Drehung bei texturierten Garnen wenig Einfluß.

Die nach dem Verfahren von Warwicker<sup>1</sup> ge-

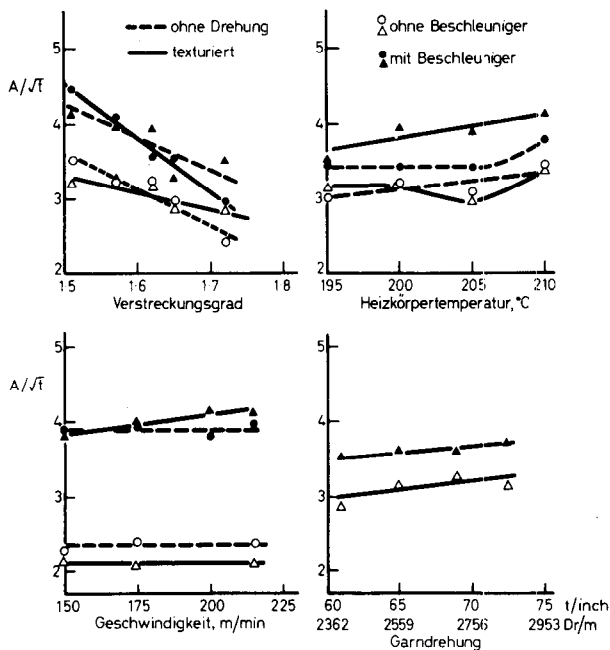


Abb. 11: Die Färbegeschwindigkeit  $A/\sqrt{t}$  (mit und ohne Beschleuniger bei 130°C) in Abhängigkeit vom Verstreckungsgrad, von der Temperatur des ersten Heizkörpers, von der Garngeschwindigkeit (glatte und texturierte Garne) und vom aufgetragenen Drall (nur die texturierten Garne)

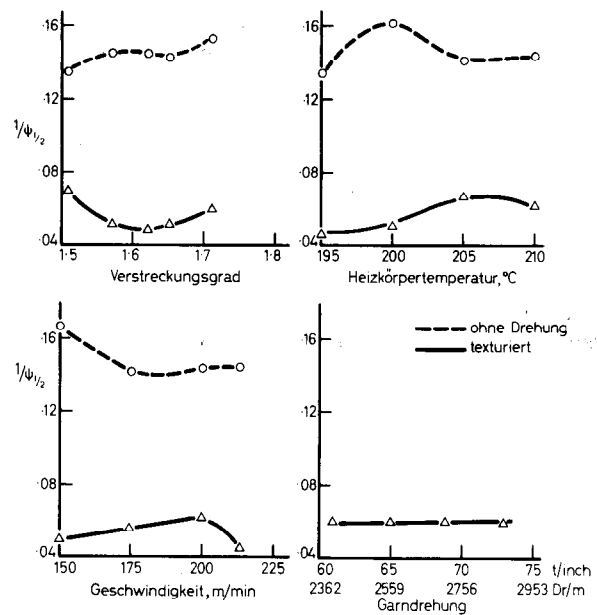


Abb. 12: Orientierungsgrad (aus Röntgenanalysen) von glatten und texturierten Polyestergarnen in Abhängigkeit vom Verstreckungsverhältnis, von der Temperatur des ersten Heizkörpers, von der Garngeschwindigkeit und vom aufgetragenen Drall (texturierte Garne)

Die Färbversuche wurden mit großem Flottenverhältnis durchgeführt, und es kann daher nicht ohne weiteres angenommen werden, daß ein ähnliches Verhalten unter betrieblichen Verhältnissen zu erwarten ist. So zeigten z. B. Morris und Barnes<sup>7</sup> an denselben Garnen, die hier besprochen werden, daß unter wirtschaftlich interessanten Verhältnissen, wo eine Farbstofferschöpfung eintritt, Wirkware bedeutende Farbtonabweichungen aufwies, wenn die Garne bei verschiedenen Heizkörpertemperaturen texturiert worden waren, und die Farbstoffaufnahme mittels des Reflexionsverfahrens geschätzt wurde.

Dichtemessungen mit einer Kolonne, welche Mischungen aus Chloroform und Normalheptan enthielt, zeigten, daß sich die Dichte keiner der Garne bedeutend änderte, obgleich texturierte Garne ständig niedrigere Dichtewerte als glatte Garne lieferten.

gemessene Röntgen-Lateralordnung zeigte keine bedeutenden Abweichungen für die Ebenen (010) und (100), die hauptsächlich Äquatorialebenen, deren Normalen ungefähr im rechten Winkel zueinander stehen. Werden diese Messungen als Abweichungen von der Größe der morphologischen Einheiten angesehen, dann müssen diese Einheiten Größen von ca. 40,6 x 37,6 Å bei glatten Garnen und von 31,8 x 27,3 Å bei texturierten Garnen besitzen; die Länge wurde nicht bestimmt.

Röntgenkleinwinkelstreuungsuntersuchungen zeigten, daß sämtliche Garne ein disperses Vierpunktdiagramm ergaben. Die integrierte Intensität und der Abstand der Meridionalbeugung dieser Diagramme wurden gemessen. Die Intensität nahm bei Zunahme des angewandten Verstreckungsverhältnisses (Abb. 13) und bei erhöhter Heizkörpertemperatur ab, außerdem auch bei erhöhter Garnlaufgeschwindigkeit. Die Drehung hatte

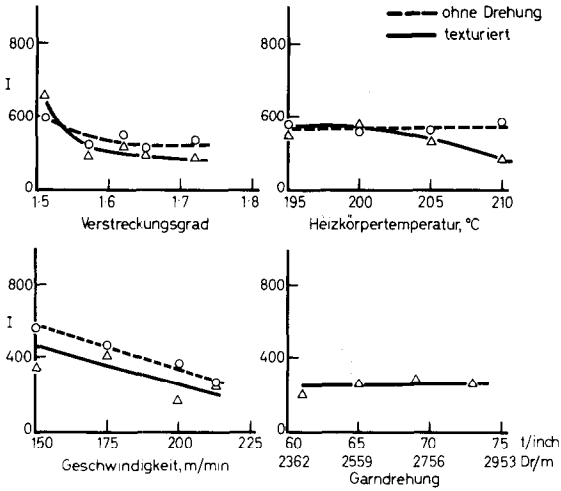


Abb. 13: Meridionale Intensität aus dem Röntgenkleinwinkeldiagramm von ungezwirnten und texturierten Polyestergerne in Abhängigkeit vom Verstreckungsverhältnis, von der Temperatur des ersten Heizkörpers, von der Garngeschwindigkeit und vom aufgebracht Drall (texturierte Garne)

jedoch sehr wenig Einfluß bei texturierten Garnen, und die Heizkörpertemperatur beeinflusste die Intensität bei glatten Garnen kaum. Der Abstand bei glatten Garnen (Abb. 14) nahm in Abhängigkeit zum angewandten Verstreckungsverhältnis ab, stieg bei erhöhter Heizkörpertemperatur an und fiel bei verringerter Garnlaufgeschwindigkeit ab. Texturierte Garne wiesen keinerlei Änderung des Abstandes bei Änderung irgendeiner Maschinenkenngröße auf.

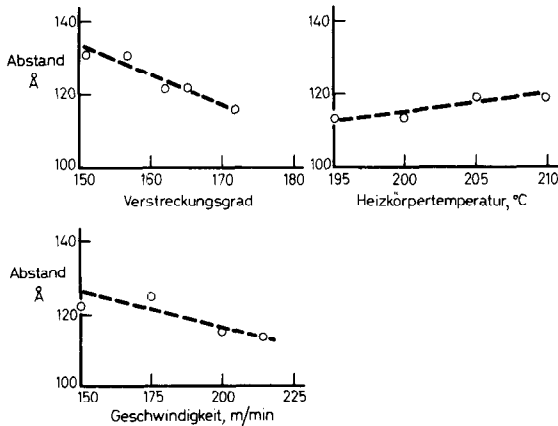


Abb. 14: Meridionaler Abstand aus dem Röntgenkleinwinkeldiagramm von ungezwirnten Polyestergerne in Abhängigkeit vom Verstreckungsverhältnis, von der Temperatur des ersten Heizkörpers und von der Garngeschwindigkeit

Diese Ergebnisse zeigen deutlich an, daß die Änderung der Maschinenkenngrößen bedeutenden Einfluß auf die Struktur der Garne ausübt. Wird daher ein einheitliches Erzeugnis verlangt, so muß diesen Kenngrößen große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie sind jedoch auch bei der Erklärung der Struktur und Morphologie der Polyesterfasern sehr wertvoll.

Beim Erstellen eines Morphologie-Modells von Poly-

esterfasern, welches diese Ergebnisse berücksichtigt, muß man berücksichtigen, daß das teilweise orientierte Vorlagegarn nichtkristallin ist.

Eine Struktur dieser Art kann man sich so vorstellen, daß sie aus wahllos angeordneten Ketten besteht, die wahllos Spiralen bilden oder wahllos gefaltet sind und wahllos angeordnete Kohäsionsstellen wie bei vulkanisiertem Gummi besitzen. Wird eine solche gummiartige Vernetzung unter dem Einfluß von Wärme verstreckt, wie es beim Simultanstrecktexturierverfahren der Fall ist, so reißen einige der Kohäsionsstellen, die Ketten werden ausgerichtet, und es tritt eine Kristallisierung ein. Eine Kristallisierung dieser Art stellt einen nicht umkehrbaren Vorgang dar, und in dieser Beziehung weicht das System vom Gummi ab. Während dieses Vorganges findet auch ein Fließen des Materials und eine Neubildung der Kohäsionsstellen statt. Bei glatten Garnen ist wahrscheinlich ein höherer Grad an zufälliger Kohäsion vorhanden als bei texturierten Garnen, da die mechanische Einwirkung des Falschdrahtverfahrens der Bildung von Kohäsionsstellen entgegentritt. Auf diese Weise wird eine in einer gummiartigen Grundmasse eingebettete kristalline Struktur erzielt. Die unter Spannung gebildeten kristallinen Einheiten sind wahrscheinlich aus geradlinigen Ketten zusammengesetzt, und es handelt sich bei diesen wahrscheinlich um lange, fibrilläre Einheiten verschiedener Lateralordnung und Größe, die in der Grundmasse in einem gewissen Winkel zur Faserachse verteilt sind. Wahrscheinlich werden gleichzeitig sowohl zwischen diesen Einheiten als auch in der Grundmasse gewundene zugängliche Kanäle gebildet, in welche Farbstoffmoleküle und sonstige Moleküle eindringen können. In der Projektion erscheinen diese Einheiten als kreuz und quer laufend, was in einem vereinfachten Diagramm in Abbildung 15 veranschaulicht ist.

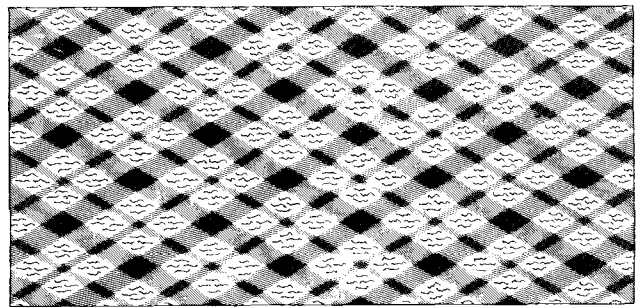


Abb. 15: Vorgeschlagenes Polyesterstrukturmodell in idealisierter Form

Werden diese beschriebenen Versuchsergebnisse in das Modell der Struktur und Morphologie von Polyester einbezogen, so ergibt sich auch eine Erklärung der erhaltenen Daten. Wenn z. B. glatte Garne eine größere Anzahl zufälliger Kohäsionsstellen als texturierte Garne besitzen, dann sollte ihnen auch ein höherer Grad von Gummielastizität und auch eine höhere anfängliche Streifigkeit aufgrund der wahllos gefalteten Ketten zwischen diesen Stellen innewohnen. Diese Tatsache erklärt den Unterschied im Verlauf der Spannungs-Dehnungs-Diagramme und die Unter-

schiede im anfänglichen Elastizitätsmodul sowie der Reißfestigkeit zwischen den glatten und texturierten Garnen. Außerdem kann man erwarten, daß sowohl die glatten als auch die texturierten Garne bei einer Erhöhung der angewandten Streckverhältnisse kompakter werden, was zu der beobachteten Erhöhung der Festigkeit und des anfänglichen Elastizitätsmoduls führt. Die Heizkörpertemperatur sollte die Menge und Vervollkommnung der kristallinen Einheiten vergrößern; wenn jedoch kein teilweises inneres Schmelzen der Struktur stattfindet, können die Verwicklungen der Einheiten und der Grundmasse solchen Änderungen widerstehen. Unterschiede in der Lückenstruktur würden ebenfalls auf entsprechende Weise auftreten. Innerhalb der untersuchten Temperaturbereiche sind keine großen Änderungen aufgetreten, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß der Einfluß der Temperatur auf die Ergebnisse bei höheren Temperaturen, bei denen voraussichtlich ein teilweises inneres Schmelzen der Struktur stattfindet, ausgeprägter ist. Die Garnlaufgeschwindigkeit ist in Wirklichkeit ein Maß für die Zeit, in der das Garn mit dem Heizkörper in Berührung kommt (eine erhöhte Laufgeschwindigkeit entspricht einer niedrigeren Temperatur). Die Ergebnisse werden deshalb wahrscheinlich nur bei höheren Heizkörpertemperaturen beeinflusst. Unter gewissen Umständen und für gewisse Garneigenschaften könnte man erwarten, daß die Anzahl der Drehungen eine Rolle spielt, da diese den Grad der zufälligen Kohäsion beeinflussen könnte; aus diesem Grund spielt die Anzahl der Drehungen eine untergeordnete Rolle.

Die Färbereigenschaften gehen ebenfalls aus diesen Änderungen hervor, und es ist daher keine Überraschung, daß Carrier den Einfluß dieser Differenzen nicht beseitigen können, sobald die Struktur einmal geändert worden ist. Carrier sind daher keine Lösung für Streifenprobleme, die durch Strukturänderungen verursacht worden sind, da Carrier jedoch besonders bei Hochtemperatur-Färbeverfahren die Struktur beeinflussen können, ist es möglich, daß sie die Streifeneffekte in einigen Fällen sogar noch verschlimmern, anstatt zu beseitigen.

Die Ergebnisse haben veranschaulicht, daß sich die Dichte und die Röntgen-Lateralordnung bei diesen Garnen nicht weitgehend ändern, woraus zu schließen ist, daß sich die eigentliche Morphologie, wenn sie einmal gebildet worden ist, nicht ändert, was weiterhin andeutet, daß eine affine Formänderung bei der Verstreckung stattfindet.

Schließlich stimmt die erwartete Struktur auch mit den Ergebnissen der Röntgenkleinwinkelbeugungsmessung überein. Die Meridionalabstände dieser Diagramme für texturierte Garne ändern sich mit keinem der Maschinenkennwerte, was mit der Annahme übereinstimmt, daß sowohl bei texturierten Garnen als auch bei glatten Garnen eine statistisch einheitlichere Struktur aufgebaut wird. Die bei glatten Garnen ermittelten Abweichungen in den Abständen stimmen mit der Tatsache überein, daß die zufälligen Kohäsionsstellen zwar durch Verstrecken verringert, jedoch durch Aufheizen vermehrt werden, sodaß sie dem vorgeschlagenen Modell ebenfalls entsprechen. Das disperse Vierpunktdiagramm kann sich aus den Bereichen mit abwechselnd höherer und niedrigerer Elektronendichte ergeben, die auf die vorgeschlagene Weise sta-

tistisch angeordnet sind. Es ist ein Fehlschluß, daß die Meridionalintensität eines solchen Diagramms unbedingt von den regelmäßig gefalteten Ketten in den morphologischen Einheiten verursacht wird. Eine vor kurzem veröffentlichte Dissertation von Miller<sup>8</sup> über optische Analoga von morphologischen Systemen in Polymeren hat gezeigt, daß Vier- oder Zweipunktdiagramme von Modellen mit gefalteten Ketten geliefert werden können; jedoch können sie auch in gleicher Weise von Systemen mit gestreckten Ketten stammen. Es wird angenommen, daß bei der vorgeschlagenen Struktur gestreckte Ketten mit großer Wahrscheinlichkeit in den kristallinen Einheiten vorkommen und daß der Formfaktor und die Anordnung dieser Bereiche die beobachteten Röntgenkleinwinkelbeugungsdiagramme hervorrufen können.

Die Versuchsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen, und weitere Untersuchungen über die Eigenschaften von texturierten Garnen, die mittels des Simultan-Strecktexturierverfahrens sowohl aus Polyamiden als auch aus Polyestern hergestellt werden, werden durchgeführt. Verfeinerungen der aufgestellten Strukturmodelle können sich dabei mit großer Wahrscheinlichkeit ergeben, wodurch ein größeres Verständnis der Beziehung zwischen Garnstruktur und Garneigenschaften ermöglicht wäre. Auf diesem Verständnis beruht die Kontrolle der wirtschaftlichen Verfahren, um Garne zu erhalten, die für den Kunden akzeptierbar sind.

**Literatur:**

- 1) J. O. Warwicker: J. Soc. Dyers Colour., **86**, 303 (1970)
- 2) J. O. Warwicker: Br. Polym. J., **3**, 68 (1971)
- 3) J. O. Warwicker: J. Appl. Polym. Sci., **19**, 1147 (1975)
- 4) J. O. Warwicker: J. Soc. Dyers Colour., **88**, 142 (1972)
- 5) J. H. Dumbleton, J. P. Bell and T. Murayama; J. Appl. Polym. Sci., **12**, 2491 (1968)
- 6) J. O. Warwicker; J. Appl. Polym. Sci., **22**, 187-202 (1978)
- 7) W. J. Morris and D. S. Barnes; Shirley Inst. Bull. Manchester, **49**, Nr. 2, 26 (1976)
- 8) J. Miller; Dissertation, Cardiff University College der Universität von Wales, Sept. 1975

**Diskussion**

**Herlinger:** Herzlichen Dank, Herr Dr. Warwicker, für den Vortrag, der uns so weit weg von der Maschinentechologie brachte und der gezeigt hat, welche molekularen und morphologischen Veränderungen beim Texturieren von Polyester und Polyamiden vor sich gehen.

**Schutz:** Ich bin immer wieder erstaunt, daß heute noch Leute von dem kristallinen Anteil der Fasern fasziniert sind. Seit vielen Jahren haben wir gezeigt, daß es der nichtkristalline Teil ist, dem die größere Bedeutung zukommt. Wenn daher jemand wissen will, warum bei einer gegebenen Spannung die Farbstoffaufnahme größer ist, so ist dies doch sehr leicht zu verstehen. Die Fasern zeigen doch meistens ein Poisson-Verhältnis unter 0,5, was heißt, daß beim Ausdehnen der Fasern das Faservolumen erhöht wird. Wir haben gezeigt, daß diese positive Veränderung mit der Spannung auch tatsächlich in dieser Richtung erfolgt. Kleine Poren werden zu großen Poren, und dadurch können die Farbstoffe besser in die Faser eindringen. Die gesamte Orientierung in der Faser liegt als Anordnung der Hohlräume vor. Ich kann aber hier leider keinen zusätzlichen Vortrag halten, denn das würde 2 Stunden dauern, daher möchte ich mich entschuldigen.

**Warwicker:** Ich glaube nicht, daß wir einander widersprechen, ich bin ganz Ihrer Meinung. Was Sie sagen, ist ja ganz richtig, denn die nichtkristallinen Anteile sind die wichtigsten. Wir müssen sie aber mit dem kristallinen Teil in Beziehung bringen, denn dieser Teil ist ja auch vorhanden. Wir haben auch noch weitere Untersuchungen durchgeführt, die hier nicht zur Sprache kamen, die aber genau mit dem übereinstimmen, was Sie eben sagten. Daher bin ich für Ihren Beitrag sehr dankbar.

**Herlinger:** Die Poren, von denen Herr Dr. Schutz sprach, sind aber eigentlich makroskopische Einheiten. In diese könnten daher richtige Farbstoffpakete einwandern. Bei Polyester ist das nicht der Fall.

**Schutz:** Ich spreche von Poren von 1.8 nm aufwärts im Falle von Polyester, also von Farbstoff-Monomolekülen. Wir konnten noch nie Farbstoffpakete beobachten, denn der Farbstoff liegt hier immer in monomolekularer Verteilung vor. Glauben Sie nicht, daß alle diese Probleme durch das Konzept des freien Volumens und der dynamischen Änderung dieses Volumens während des Färbeprozesses erklärt werden könnten?

**Warwicker:** Das ist sicher möglich. Wenn man sich für die Struktur interessiert, dann ist man auch bestrebt, die Ursachen für diese Veränderung anzugeben. Daher habe ich mich bemüht zu erklären, wie diese Vorgänge von der Strukturseite her erklärt werden könnten.

**Riggert:** Nach einer allgemeinen Theorie sollten POY-Garne einen gewissen Anteil kristalliner Teile enthalten. Durch diese Kristallinität wird auch die hohe Lagerbeständigkeit erklärt. Sie sagten, daß Sie bei den Weitwinkeluntersuchungen keine Reflexe fanden, die auf kristalline Teile hinweisen. Wie glauben Sie dies erklären zu können? Sind diese kristallinen Teile vielleicht sehr, sehr klein?

**Warwicker:** Wir müssen mit dem Wort *kristallin* sehr vorsichtig sein. Es gibt eine Theorie, die man auch in der Literatur findet, die vor allem von Bosley vertreten wird, in der er alles was aggregiert ist, bereits als kristallin bezeichnet. Das allerdings ist Unsinn. Eine kristalline Phase sollte nur dann eine solche sein, wenn eine dreidimensionale Ordnung vorherrscht. Das sollte eine fundamentale Definition dafür sein. Man kann natürlich auch Aggregationen von Molekülen ohne Kristallisation in einer Faser vorfinden. Wenn Sie nun von POY sprechen, dann glaube ich, daß Sie hier eine willkürlich geordnete Substanz vor sich haben. POY, bei sehr hohen Geschwindigkeiten gespult, bilden eine Ausnahme; kristalline Teile sind hier sicher vorhanden. Wenn Sie sich daher das Weitwinkelröntgendiagramm ansehen, werden Sie keine Weitwinkelreflexe für die kristallinen Anteile finden. Wenn Sie diese Unterscheidung einhalten, gibt es keine Widersprüche. Gerade in letzter Zeit sind sehr viele Un-

klarheiten aufgetreten, verursacht durch Leute, die sich hauptsächlich mit den mechanischen Eigenschaften beschäftigen und dann alles, was irgendwie aggregiert ist, bereits kristallin nennen. Das aber ist nicht richtig. Ich sehe die Verhältnisse von der Seite der Röntgenuntersuchungen, und für mich haben kristalline Bereiche eine dreidimensionale Ordnung.

**Herlinger:** Das heißt, man sollte dann die einzelnen Begriffe präziser definieren und von Röntgenkristallinität sprechen?

**Warwicker:** Ja, das würde ich für richtig halten.

**Herlinger:** Die gesamte Farbstoffaufnahme, über lange Zeit gesehen, ist sie von der Erwärmung unabhängig?

**Warwicker:** Sie unterscheiden wohl das Gleichgewichts-färben?

**Herlinger:** Ja.

**Warwicker:** Sie meinen also diesen endgültigen Sättigungspunkt? Ja, dieser ist von der Temperatur abhängig.

**Herlinger:** Glauben Sie nicht auch, daß etliche der Phänomene, die Sie aufzeigten, durch die verschiedene Struktur der äußeren und der inneren Teile einer Faser bedingt sind?

**Warwicker:** Sie haben ganz recht. Ich habe das Bild doch etwas vereinfacht, denn Polyester zeigt ganz deutlich einen dünnen Mantel, und dieser hat einen Einfluß auf die Färbbarkeit. Wenn Sie diesen Mantel nun biegen, das heißt kräuseln, dann wird der Einfluß auf diesen anders sein als auf die Teile im Inneren.

**Herlinger:** Wie glauben Sie, daß die Farbstoffaufnahme der Faser zu Beginn der Färbung durch diese äußere Schicht beeinflusst wird?

**Warwicker:** Diese äußere Schicht ist sozusagen die Barriere zwischen dem Färbepfad und der richtigen inneren Struktur, und sie wird natürlich die Diffusionskoeffizienten beeinflussen und in der Folge die Farbstoffaufnahme. Ich glaube aber, daß man beim praktischen Färben gar nicht zu solchen Verhältnissen kommt, bei denen diese Einflüsse wesentlich werden.

**Herlinger:** Haben Sie Zeta-Potentialmessungen durchgeführt, um die Veränderungen an der Oberfläche im Verlauf der Texturierung zu charakterisieren?

**Warwicker:** Wir haben elektronenmikroskopische Untersuchungen durchgeführt und fanden auf diese Art die Spannungsrißbildung. Es müssen hierzu aber noch viel mehr Untersuchungen gemacht werden, denn dies ist ein sehr bedeutender Punkt.

## Trocknen und Thermofixieren von Polyesterartikeln unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten

Dipl.-Ing. M. Pabst, Montforts Maschinenfabrik, Mönchengladbach

Nachdem die grundsätzlichen thermodynamischen Zusammenhänge beim Trocknen und Fixieren erläutert worden sind, wird im ersten Teil ein Diagramm abgeleitet, welches es gestattet, durch eine gezielte Variation der freien Trocknungsparameter, wie Düsentemperatur, Kammerklima, Eingangsfeuchte etc. eine festumrissene Produktmenge mit einem deutlichen Kostenminimum in bezug auf energetische sowie anteilige fixe Kosten zu trocknen. Es werden Anregungen gegeben, abgeleitet von der Diskussion des Diagramms, wie in der Praxis durch meß- und regeltechnische Einflußnahme diese Kostenminimierung zu erzielen ist.

Im zweiten Teil wird der erhebliche Einfluß der Überziehung der Fixierzeit auf die Gesamtkostenentwicklung für diesen Prozeß aufgezeigt. Es werden auch hier Methoden genannt, wie durch eine kontrollierte Prozeßführung die Kosten erheblich reduziert werden können.

After having explained the basic thermo-dynamic coherences on drying and setting, in the first part a diagramme will be established permitting to dry a fixed product quantity by a dexterous variation of the free drying parameters such as nozzle temperature, chamber climate, initial moisture etc. at a distinct minimum of expenses with regard to energy depending and corresponding fixed cost.

Basing on the discussion of the diagramme, advice will be given about the possibilities to reach this reduction of cost in practice by means of the influence of measuring and technical controlling measures.

As regards the topic "heat setting", the considerable influence of excessive setting times on the development of the general cost is clearly pointed out. Methods will be explained according to which a controlled working process contributes considerably to the reduction of these expenses.

Würde man das Thema weit fassen, dann müßte am Anfang der Betrachtung die Auswahl und Auslegung des für den Trocknungs- bzw. Fixierprozeß und für die zu erwartende Produktmenge optimalen Maschinenaggregats stehen. Ich verweise aber hier nur auf Literatur<sup>1</sup>, wo sehr ausführlich auf den Einfluß der Beheizungsart auf die spezifischen Trocknungskosten eingegangen wird. Auch die Abhängigkeit der Trocknungskosten von der Felderzahl (Spannrahmen-trockner) und von der pro Feld installierten Lüfterleistung ist bereits beschrieben<sup>2</sup> sowie der erhebliche Einfluß auf die Gesamttrocknungskosten beim Unterschreiten der Warennormalfeuchte am Auslauf des Trockners. Auch wurde dort schon auf den Einfluß des Kammerklimas hingewiesen.

In dieser Arbeit soll an einem konkreten Beispiel untersucht werden, ob bei Einbeziehung aller auf die Trocknungskosten einfluß nehmenden Parameter eine Minimierung der auf eine bestimmte Produkt-

menge bezogenen Ausrüstungskosten auf einer vorgegebenen Anlage möglich ist. Hierzu ist es erforderlich, die Abhängigkeit aller Einzelgrößen zu untersuchen, und diese dann in einer Endgegenüberstellung hinsichtlich eines Kostenminimums zu analysieren.

Es wird bewußt ein bestimmtes Produkt bzw. eine bestimmte Produktgruppe den nachfolgenden Rechnungen zugrunde gelegt, da so eine genaue Aussage über die letztlich pro Meter Ware entstehenden Gesamtkosten beim Trocknen bzw. Fixieren getroffen werden kann.

Die Voraussetzungen hierfür sind:

- Es sollen auf einem Spannrahmen von 10 Sektionen (bzw. 5 Feldern) mit Erdgasheizung 9,6 Mio. m 100 %ige Polyesterware getrocknet und thermofixiert werden.
- Es stehen 2 Betriebsschichten zur Verfügung entsprechend 4000 Stunden/Jahr.
- Mit einem Ausnutzungsfaktor von  $\gamma_1 = 0,8$  ergibt das 3200 Effektivstunden/Jahr.

Warenspezifische Daten:

Gewicht	$g_o = 260 \text{ g/m}^2$
Breite	$B = 160 \text{ cm}$
Spez. Wärme	$C_w = 0,35 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
Anfangsfeuchte	$f_1 = 0,7$ (d. h. 70 % bezogen auf $g_o$ )
Endfeuchte	$f_2 = 0$
Warenart	PES 100 %

Der Trockner soll bei dieser Warenqualität eine spezifische Verdampfungsleistung von  $G_D = 54 \text{ kg/h m}$  Sektion bei  $160^\circ\text{C}$  Düsentemperatur haben. Der zu dieser Leistung gehörende Dampfgehalt  $x$  im Trockner beträgt 15 Vol. %.

$x$  ist hier definiert als

$$x = \frac{\text{Dampfvolumen}}{\text{Luftvolumen} + \text{Dampfvolumen}} \cdot 100.$$

d. h.,  $x$  entspricht dem Dampfpartialdruck im Trocknungsmedium.

Die energiebezogenen spezifischen Kosten werden angesetzt

mit DM 0,12/kWh (Stromkosten)

und DM 0,30/Nm<sup>3</sup> (Erdgas,  $H_u = 7600 \frac{\text{kcal}}{\text{Nm}^3}$ ).

Die fixen Kosten werden, ausgehend von den Jahresfixkosten, auf die jeweiligen erforderlichen Betriebsstunden für die Produktmenge 9,6 Mio. m anteilig umgerechnet.

Zur Ermittlung der Jahresfixkosten werden folgende Werte zugrunde gelegt:

$K_L$ -Lohnkosten: DM 20,—/h · 4000 h/Jahr  
= DM 80.000,—/Jahr

$K_R$ -Raumkosten: DM 6,—/m<sup>2</sup> Monat  
Gesamtfläche 200 m<sup>2</sup> (einschl. Transportwege etc.)  
 $6 \cdot 200 \cdot 12 = \text{DM } 14.400,—/\text{Jahr}$

$K_w$ -Wartungskosten = Investkosten · 0,05  
= DM 25.000,—/Jahr

$K_K$ -Kapitalkosten:

Investkosten = Kaufpreis · 1,3  
= DM 500.000,—.

a) Kalkulatorische Zinsen:

$$K_Z = \frac{\text{Investkosten}}{2} \cdot \frac{p}{100}$$

bei einem angenommenen Zinssatz von 8 % ist

$$K_Z = \frac{500.000}{2} \cdot \frac{8}{100} = \text{DM } 20.000,-/\text{Jahr.}$$

b) Kalkulatorische Abschreibung:

$$K_A = \frac{\text{Investkosten}}{\text{Nutzungsdauer}}$$

Es wird angenommen, daß die Investkosten linear auf eine Nutzungsdauer von 10 Jahren abgeschrieben werden.

Damit wird

$$K_A = \frac{500.000}{10} = 50.000,-/\text{Jahr.}$$

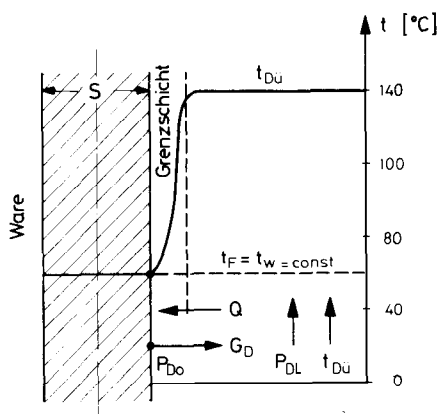
$$\text{Gesamtkapitalkosten } K_K = K_Z + K_A = \text{DM } 70.000,-/\text{Jahr}$$

$$\text{Damit sind die fixen Gesamtkosten } K_P = \text{DM } 189.400,-/\text{Jahr.}$$

**Trocknung**

Zum besseren Verständnis der späteren Berechnungen muß zunächst auf die grundsätzlichen thermodynamischen und physikalischen Beziehungen bei der konvektiven Trocknung hingewiesen werden<sup>3</sup>. Die Abbildung 1 zeigt dies an einem Schnitt durch die Ware von der Dicke s.

Die Gleichung (1) in Abbildung 1 beschreibt die vom Trocknungsmedium Luft auf die nasse Ware übertragene Wärmemenge Q. Der Luftzustand ist durch die Temperatur (Düsentemperatur t<sub>Dü</sub>) und durch den in der Luft herrschenden Partialdampfdruck P<sub>DL</sub>



- (1) Wärmeaustausch :  $Q = F \alpha [t_{Dü} - t_w]$
- (2) Stoffaustausch :  $[r] G_D = F \frac{\beta}{R \cdot T} [P_{Dü} - P_{DL}] [r]$
- (3)  $G_D = \frac{Q}{r} = \frac{F \alpha}{r} [t_{Dü} - t_w]$

Abb. 1: Grundlagen über Wärme- und Stoffaustausch beim Trocknen

gekennzeichnet. Dieser Partialdampfdruck bestimmt wiederum die sich an der Warenoberfläche während der freien Verdampfung einstellende Gleichgewichtstemperatur, d. h. die Warentemperatur t<sub>w</sub>. Die Wärmeübergangszahl α wird bestimmt durch die Intensität der Bedüsung, die Düsengeometrie und den Abstand: Düse — Ware. α ist also letztlich wie die Düsenfläche F<sub>D</sub> (Trocknergröße) eine Trocknerkonstante, so daß letztlich nur die Temperaturdifferenz t<sub>Dü</sub> — t<sub>w</sub> die übertragene Wärmemenge bestimmt.

Parallel zum Wärmeaustausch findet ein Stoffaustausch statt, und zwar durch das Verdampfen des Wassers von der Ware in das Trocknungsmedium. Der Stoffaustausch wird durch die Gleichung (2) in Abbildung 1 beschrieben. Man erkennt, daß ähnlich dem Temperaturgefälle bei Gleichung (1) hier das Dampfdruckgefälle P<sub>Dü</sub> — P<sub>DL</sub> (neben spezifischen Konstanten) für die Menge der in der Zeiteinheit verdampften Wassermenge G<sub>D</sub> ausschlaggebend ist. (P<sub>Dü</sub> = Dampfdruck an der Oberfläche der Ware, P<sub>DL</sub> = Teildampfdruck im Trocknungsmedium.) Nun wird im stationären Zustand durch die zugeführte Wärmemenge Q eine entsprechende Wassermenge G<sub>D</sub> verdampfen, so daß man unter Einbeziehung der Verdampfungswärme r des Wassers Wärme- und Stoffaustausch gleichsetzen kann. Das führt dann zu der wichtigen Beziehung der Gleichung (3), welche es gestattet.

- über einen Leistungstest die Trocknerkonstante α, deren Kenntnis auch beim Thermofixieren von Bedeutung ist, zu bestimmen und
- bei bekanntem α die Änderung der Trocknungsleistung (≙ Produktionsgeschwindigkeit) durch Variation der übrigen beeinflussbaren Parameter, wie Düsentemperatur t<sub>Dü</sub> und Warentemperatur t<sub>w</sub>, zu berechnen.

Diese Gesetzmäßigkeiten gelten strenggenommen nur für den sog. ersten Abschnitt der Trocknung. Es wird vorausgesetzt, daß die Verdampfung über die gesamte Trocknung von der Oberfläche der Ware erfolgt, d. h., die an der Oberfläche verdampfende Wassermenge wird ständig durch Kapillartransport aus dem Wareninneren ersetzt. Da diese Annahme für Polyesterartikel bis zu sehr niedrigen Restfeuchten zutrifft, wird bei den weiteren Berechnungen der geringe Einfluß des sog. zweiten Trocknungsabschnittes vernachlässigt.

Hierzu ist noch erforderlich, die Abhängigkeit der Warentemperatur vom Zustand des Trocknungsmediums zu kennen. Eine Berechnungsmethode dazu wurde bereits ausgearbeitet<sup>4</sup> (siehe auch im Anhang). In Abbildung 2 ist der Verlauf von t<sub>w</sub> über dem Dampfteildruck bzw. dem Volumenanteil des Dampfes im Gesamtvolumen des Trocknungsmediums aufgezeigt ( $x = \frac{V_D}{V_L + V_D} \cdot 100$ ). Parameter sind drei verschiedene Düsentemperaturen: 140, 160 und 180 °C. Man erkennt die für die folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wichtigen Zusammenhänge:

- Die Feuchtetemperatur der Ware t<sub>w</sub> ändert sich nur ganz geringfügig mit steigender Düsentemperatur, d. h., gemäß  $G_D \sim (t_{Dü} - t_w)$  erhöht sich die Verdampfungsleistung (und damit die Pro-



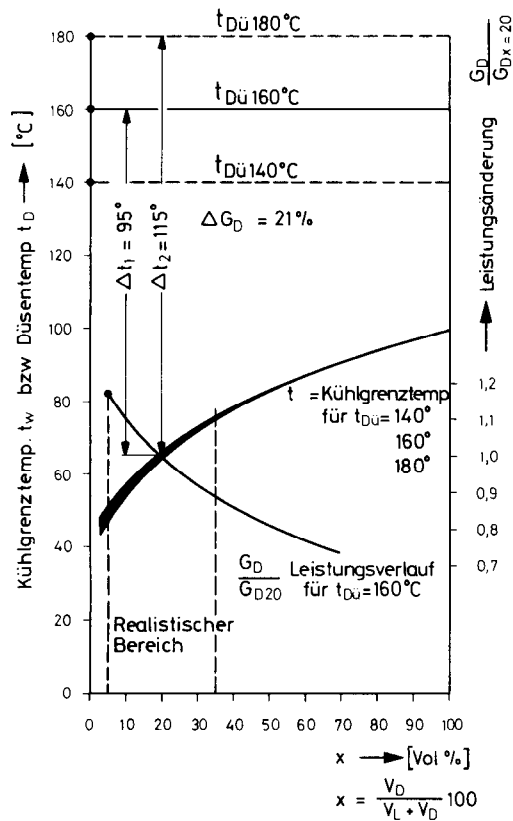


Abb. 2: Beharrungstemperatur der Ware beim Trocknen  $t_w$  bei verschiedenen Dampfgehalten  $x$  im Trockner und Einfluß der Leistungsänderung über  $x$  bei  $t_{Dü} = 160^\circ\text{C}$

duktionsleistung) direkt proportional zur größeren Temperaturdifferenz: Düsentemperatur — Warentemperatur.

- Die Trocknungsleistung  $\frac{G_D}{G_{D20}}$  läßt sich bei vorgegebener Düsentemperatur in einem rel. großen Bereich durch die Einstellung des Kammerklimas  $x$ , d. h. über die Abluftmenge bzw. die Frischluftzufuhr zum Trockner, beeinflussen.

Für den eingetragenen Leistungsverlauf  $\frac{G_D}{G_{D20}}$  wurde willkürlich die Leistung bei  $x = 20$  Vol. % zu 1 angesetzt. Die bisherigen Ableitungen rechtfertigen aber allgemein die Zulässigkeit der Berechnungsformel für die Produktionsgeschwindigkeit  $v$  bei veränderten Parametern:  $t_{Dü}$  bzw.  $t_w = f(x)$ .

$$v = v_0 \frac{(t_{Dü} - t_w)}{(t_{Dü0} - t_{w0})} \quad [\text{m/min}] \quad (4)$$

$v_0$  = bekannte Produktionsgeschwindigkeit bei einer bestimmten Düsentemperatur  $t_{Dü0}$  und einer bestimmten Warentemperatur  $t_{w0}$ , gegeben durch ein bestimmtes Kammerklima  $x$ .

Bevor die Untersuchung der Einzelkosten angestellt wird, soll vorerst am Diagramm der Abbildung 3 gezeigt werden, wie erheblich der Anteil der durch die Frischluftaufheizung zur Einstellung der verschiedenen Kammerklimata ( $x$ ) erforderlichen Wärmemenge wird, vor allem dann, wenn die Trocknung unkon-

trolliert mit Werten von unterhalb  $x = 10$  % betrieben wird. Dieser Umstand und die deutliche Beeinflussung der Produktionsgeschwindigkeit durch das Kammerklima lassen es sinnvoll erscheinen, alle in der Folge zu ermittelnden Einzelwärmemengen bzw. Kosten über dem Dampfgehalt  $x$  im Trockner aufzutragen. Als Parameter werden drei Düsentemperaturen gewählt ( $140, 160, 180^\circ\text{C}$ ) da, wie gezeigt worden ist, die Düsentemperatur ebenfalls von großem Einfluß auf die Produktionsleistung ist.

**Bestimmung der Wärmemengen beim Trocknen**

Die Gesamtwärmemengen und somit die Wärmekosten lassen sich durch die Addition der anteiligen Einzelwärmemengen unter Berücksichtigung des Einflusses von  $x$  sowie der gewählten Parameter ermitteln.

Die Gesamtwärmemenge  $Q_{GES}$  setzt sich zusammen aus:

- der Prozeßwärme  $Q_{PR}$ ,
- der Ventilatorwärme  $Q_{VENT}$ ,
- der Verlustwärme  $Q_V$  und
- der Frischluftwärme  $Q_F$ .

$Q_{PR}$ :

beinhaltet die physikalisch gegebenen Wärmemengen zum Aufheizen von Ware und Wasser, zum Verdampfen des Wassers und zur Überhitzung des Wasserdampfes auf die jeweilige Kammertemperatur. Diese Wärmemenge ist weitgehend unbeeinflussbar durch die Prozeßführung und wird lediglich geringfügig

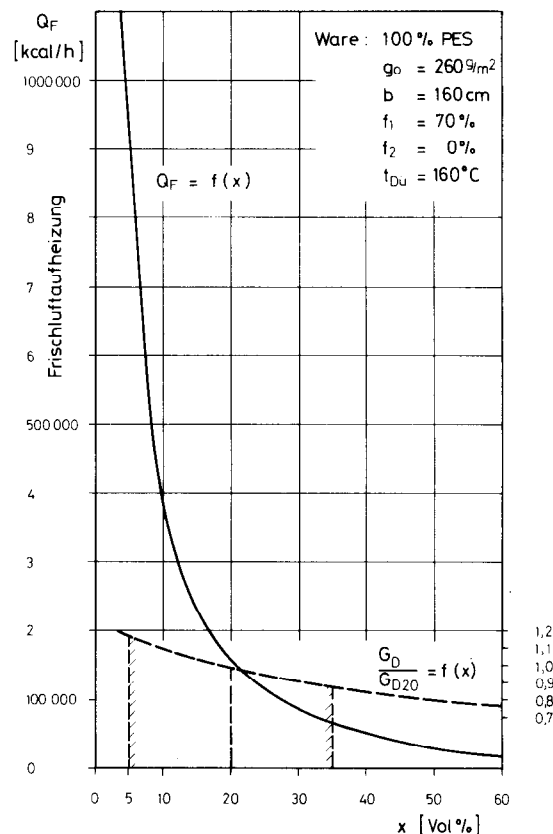


Abb. 3: Wärmebedarf für Frischluftaufheizung und Leistungsänderung über  $x$  [Vol. %]

durch die Parameter der Trocknung beeinflusst.  $Q_{PR}$  ist weitgehend unabhängig von der Laufzeit der eingangs angenommenen Gesamtproduktion von 9,6 Mio. m Ware.

$Q_{VENT}$ : ist anlagenspezifisch und ändert sich nur geringfügig mit den Trocknungsbedingungen, muß aber bei Produktionszeitänderungen auf die jeweilige Laufzeit angerechnet werden. Das gleiche gilt für die Verlustwärme.

$Q_V$ : ist ebenfalls anlagenspezifisch und setzt sich aus den Strahlungs- und Konvektionsverlusten von Trocknungskammer und Transportorganen zusammen.

$Q_P$ : ist, wie schon in Abbildung 3 gezeigt, sehr durch die Prozeßführung beeinflussbar.

In Abbildung 4 sind diese Einzelwärmemengen für eine Düsentemperatur von 160°C über dem Dampfgehalt  $x$  [%] aufgetragen und in der Kurve  $Q_{GES}$  aufaddiert. In dieser Darstellung ist  $Q$  in kcal/h aufgetragen, d. h., der durch unterschiedliche Produktionszeit für die Gesamtmtrage bedingte Einfluß ist hier noch nicht berücksichtigt. Die dem Diagramm zugrunde liegenden Berechnungsformeln sind im Anhang zusammengestellt. Die Diskussion des Diagramms zeigt, daß die Verlustwärme und Ventilatorwärme einen relativ geringen Anteil an der Gesamtwärme haben (bei der Ventilatorwärme wird allerdings bei der Kostenbetrachtung der hohe spezifische Energiepreis der Stromkosten einen Einfluß haben).

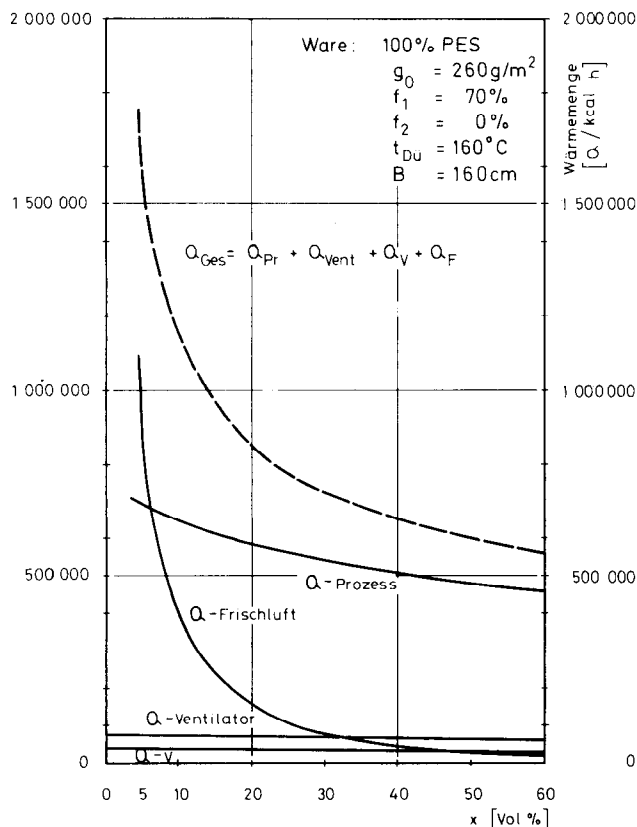


Abb. 4: Einzelwärmemengen bzw. Gesamtwärmemenge über  $x$  [Vol. %]

Die Prozeßwärme wird im wesentlichen durch die hohe Verdampfungswärme des Wassers bestimmt. Der Wärmebedarf für die Frischluftaufheizung ist stark progressiv im Bereich geringer Dampfgehalte im Trockner und beeinflusst entsprechend die Charakteristik des Kurvenverlaufs für  $Q_{GES}$ .

**Ermittlung der Gesamtenergiekosten beim Trocknen**

Wie schon in Abbildung 2 gezeigt wurde, steigt die Trocknungsleistung des Spannrahmens, d. h. die Produktionsgeschwindigkeit, mit abnehmendem Dampfgehalt im Trockner. Die Tabelle 1 verdeutlicht das für die Werte:  $x$  von 5 % bis 60 % und die Düsentemperaturen 140, 160 und 180 °C.

$V$  = Produktionsgeschwindigkeit [m/min]

$Z$  = Produktionszeit für 9,6 Mio. m in h.

$$Z = \frac{9\,600\,000}{V \cdot 60 \cdot \gamma_i}$$

$\gamma_i = 0,8$

Für Stillstandszeiten (20 %) werden nur 25 % der Wärmemenge angesetzt, die bei der Produktion erforderlich ist.

**Tabelle 1: Produktionsgeschwindigkeit mit steigendem Dampfgehalt im Trockner**

x Vol. %	$t_{Du} = 140^\circ C$		$t_{Du} = 160^\circ C$		$t_{Du} = 180^\circ C$	
	V m/min	Z h	V m/min	Z h	V m/min	Z h
5	47	4255	56,1	3565	64,8	3086
10	43,4	4608	52,8	3788	61,8	3236
15	40,7	4914	50	4000	59,3	3373
20	38,4	5208	48	4167	57,2	3496
25	36,4	5495	46	4348	55,5	3604
30	34,3	5831	44,4	4505	53,7	3724
40	31,6	6329	41,4	4831	51	3922
50	29,0	6897	38,9	5141	48,7	4107
60	26,8	7463	36,9	5420	46,7	4283

Man erkennt hier schon den erheblichen Einfluß der Parameter. Die Extreme liegen für die Produktionsgeschwindigkeit zwischen  $v = 64,8$  m/min (bei  $x = 5$  % und  $t_{Du} = 180^\circ C$ ) und  $v = 26,8$  m/min (bei  $x = 60$  % und  $t_{Du} = 140^\circ C$ ). Die zugehörigen Produktionszeiten verhalten sich wie 3086 h zu 7463 h, wobei allerdings ein Spannrahmen von  $x = 60$  % unrealistisch ist. Die obere Grenze dürfte bei gutgedichteten Anlagen bei 35 bis 40 % liegen.

Mit den in Tabelle 1 ermittelten Laufzeiten der Produktgruppe 9,6 Mio. Meter können jetzt die anteiligen Energiekosten berechnet sowie die anteiligen Fixkosten für die jeweilige Produktionszeit aus den ermittelten Jahresfixkosten (bezogen auf 4000 h/Jahr) bestimmt werden.

In Abbildung 5 sind die so ermittelten Kosten in Form eines Diagramms über  $x$  [Vol. %] für eine Düsentemperatur von  $t_{Du} = 160^\circ C$  eingetragen.

Der Verlauf der Gesamtenergiekosten war aus  $Q_{GES}$  der Abbildung 4 zu erwarten: Eine schwache Progress-

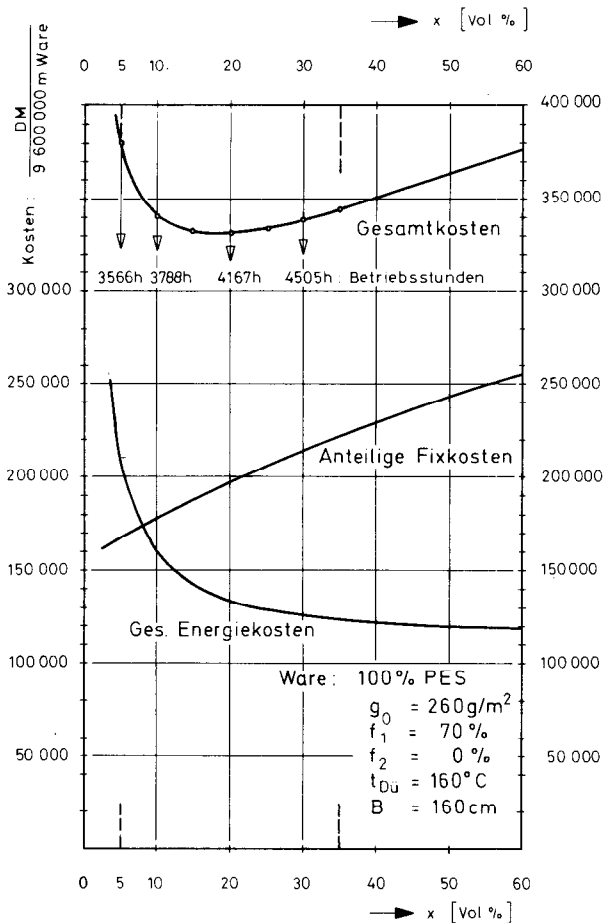


Abb. 5: Summendiagramm aus Gesamten Energiekosten und anteiligen Fixkosten über x; Gesamtkostenverlauf der Produktion von 9,6 Mio. m Ware über x

sion im Bereich hoher Kammerfeuchten entspricht einem geringen Frischluftvolumen, und eine starke Progression im Bereich niedriger Feuchten entspricht einem sehr großen Frischluftvolumen.

Die anteiligen Fixkosten verlaufen fast linear degressiv von hohen zu niederen Dampfgehalten im Trockner, was einleuchtend ist, da die Gesamtproduktionsdauer für die betrachtete Metrage bei geringen Kammerfeuchten am niedrigsten ist und entsprechend bei großem x am höchsten.

Addiert man die beiden Kostenkurven (gesamte Energiekosten+anteilige Fixkosten = Gesamtkosten), so zeigt das Ergebnis (obere Kurve in Abb. 5), daß sich in der Tat ein Kurvenverlauf mit einem ausgeprägten Minimum für die auf die Produktion von 9,6 Mio. m bezogenen Gesamtkosten ergibt.

Dieses Kostenminimum liegt bei x = 20 Vol. % und beträgt DM 331.402.—, was 0,03982 DM/lfm. entspricht. Würde die Produktionsmenge bei x = 5 Vol. % gefahren, so lägen die Gesamtkosten schon bei DM 382.232.—, was 0,03452 DM/lfm. entspräche, das wäre eine Differenz von DM 50.830.—, was 15,3 % gleichkäme. Hier zeigt sich deutlich, wie wichtig es ist, das Kammerklima ständig durch geeignete Meßgeräte zu kontrollieren<sup>4</sup>.

Das Diagramm gestattet noch eine weitere Aussage:

Im Bereich von 10 bis 30 Vol. % ist der Kostenverlauf über x recht flach:

(x = 10): DM 339.146,—; (x = 20): DM 331.402,—; (x = 30): DM 339.324,—.

Produktionszeit [h]: 3788 4167 4505

d. h., bei Engpässen in der Produktion kann der Spannrahmen, z. B. zwischen der Fahrweise x = 10 und x = 20 (= 379 Stunden), für eine andere Produktgruppe bei nur relativ geringer Kostensteigerung freigestellt werden. Diese Möglichkeiten lassen sich aber nicht in eine exakte Kostenkurve einarbeiten, da hierzu betriebliche Erwägungen ausschlaggebend sind.

In Abbildung 6 ist nun das eigentliche Gesamtergebnis dieser Arbeit bezüglich des wirtschaftlichen Trocknens zusammengestellt.

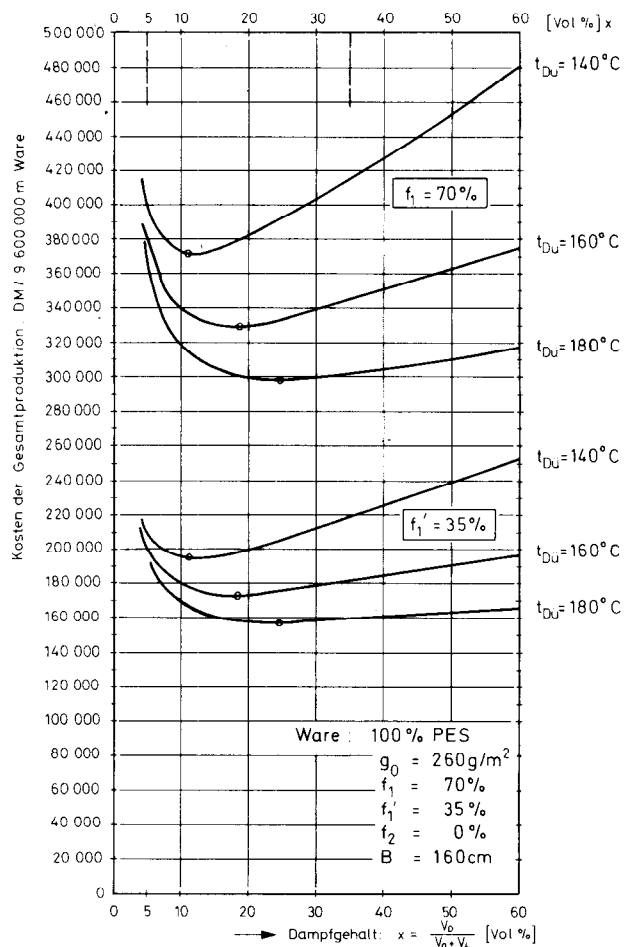


Abb. 6: Gesamtkosten der Produktion als Funktion vom Dampfgehalt x [Vol. %]

Parameter: Düsentemperatur  $t_{Du}$  und Anfangsfeuchte  $f_1$  [%]

Es sind wieder die Kosten der Gesamtproduktion von 9,6 Mio. m Ware über x [Vol. %] unter Einbeziehung der gewählten Parameter  $t_{Du} = 140, 160$  und  $180^\circ\text{C}$  aufgetragen. Als weiterer Parameter wurde eine niedrigere Eingangsfeuchte des Materials von  $f_1 = 35\%$  eingeführt.

Die Diskussion dieses Diagramms gibt nun sehr interessante Aufschlüsse:

- Die Minima der Gesamtkosten verschieben sich mit steigender Düsentemperatur zu höheren Dampfgehalten  $x$ .
- Bei niedrigen Düsentemperaturen sind die Minima stärker ausgeprägt als bei hohen Temperaturen.
- Die Kosten für die Gesamtproduktion verringern sich erheblich mit steigender Düsentemperatur.

Hier ein Vergleich der optimalen Betriebspunkte:  $t_{Du} = 140^\circ C, x = 10$  und  $t_{Du} = 180^\circ C, x = 25$ :

Gesamtkosten ( $t_{Du} = 140^\circ C$ ):	DM 373.321.— oder DM 0,0389/lfm
Gesamtkosten ( $t_{Du} = 180^\circ C$ ):	DM 299.628.— oder DM 0,0312/lfm
Einsparung	DM 73.693.— oder 19,7 %

**Tabelle 2: Gesamtkosten für 9,6 Mio. m Ware**

$K_{FIX}$  — anteilige Fixkosten  
 $K_{GES}$   $K_{FIX}$  + gesamte Energiekosten bei 70 % bzw. 30 % Eingangsfeuchte

$x$ [Vol. %]	$Z$ [h]	$K_{FIX}$ [DM]	$K_{GES}$ 70 % $f_1$ [DM]	$K_{GES}$ 35 % $f_1$ [DM]	70 % $f_1$ K/m Ware [DM/lfm]	35 % $f_1$ K/m Ware [DM/lfm]
$t_{Düse} = 140^\circ C$						
5	4255	201474	401314	211493	0,041804	0,022030
10	4608	218189	373321	196740	0,038888	0,020494
15	4914	232678	375188	197721	0,039081	0,020596
20	5208	246599	382713	201690	0,039866	0,021009
25	5495	260188	392786	206998	0,040915	0,021562
30	5831	276098	407367	214683	0,042434	0,022363
40	6329	299678	428397	225765	0,044625	0,023517
50	6897	326573	454889	239727	0,047384	0,024972
60	7463	353373	481416	253706	0,050148	0,026428
$t_{Düse} = 160^\circ C$						
5	3565	168803	382232	201436	0,039816	0,020983
10	3788	179362	339146	178730	0,035328	0,018618
15	4000	189400	331966	174946	0,034580	0,018244
20	4167	197307	331402	174649	0,034521	0,018193
25	4348	205878	334964	176526	0,034892	0,018388
30	4505	213312	339324	178824	0,035346	0,018627
40	4831	228748	350969	184961	0,036559	0,019267
50	5141	243426	363434	191530	0,037858	0,019951
60	5420	256637	375116	197686	0,039075	0,020592
$t_{Düse} = 180^\circ C$						
5	3086	146122	375377	197824	0,039102	0,020607
10	3236	153225	319412	168330	0,033272	0,017534
15	3373	159712	305137	160807	0,031785	0,016751
20	3496	165536	300843	158544	0,031338	0,016515
25	3604	170649	299628	157904	0,031211	0,016488
30	3724	176331	301292	158781	0,031385	0,016540
40	3922	185707	305663	161084	0,031840	0,016780
50	4107	194466	311394	164105	0,032437	0,017094
60	4283	202800	317521	167333	0,033075	0,017431

Dazu kommt eine Laufzeiteinsparung von: 4608 h — 3604 h = 1004 h (siehe auch Tabelle 2).

- Die Kosten der betrachteten Gesamtproduktion lassen sich erheblich verringern durch Maßnahmen zur besseren mechanischen Vorentwässerung (z. B.  $f_1 = 35\%$ ).

Hier wieder ein Vergleich der optimalen Betriebspunkte:

- a)  $t_{Du} = 180^\circ C, f_1 = 70\%$
- b)  $t_{Du} = 180^\circ C, f_1 = 35\%$

Gesamtkosten a) DM 299.628,— oder DM 0,0312/lfm  
 b) DM 157.904,— oder DM 0,0165/lfm

Einsparung DM 141.724,— oder 47,3 %

Die Produktionszeit reduziert sich fast auf die Hälfte.

Die gerade bei Polyesterartikel günstigen Voraussetzungen zur mechanischen Hochentwässerung (geringe Quellungswasserwerte) sollten nach diesen Zahlen jeden Betroffenen veranlassen, über die Möglichkeit der Installation eines geeigneten Aggregates nachzudenken, zumal der Kapitalrückfluß in kürzester Zeit gewährleistet sein dürfte. Geeignete Maschinen zur mechanischen Hochentwässerung von Polyesterartikeln sind beschrieben<sup>6</sup>.

Fassen wir die Erkenntnisse aus dem bisher Abgeleiteten für die wirtschaftliche Trocknung zusammen:

- Der Trockner sollte eine hohe Leistungsdichte haben, d. h. eine große installierte Lüfterleistung pro Sektion und ein in bezug auf diese Lüfterleistung optimiertes Bedüsungssystem, d. h.,  $\alpha$  sollte groß sein.
- Die Trocknungstemperatur sollte so hoch, wie technologisch tragbar, eingestellt werden. Hierzu soll erwähnt werden, daß im ersten Trocknungsabschnitt die Temperatur der nassen Ware auch bei hohen  $t_{Du}$  nie den für  $t_w$  gefundenen Wert übersteigen kann und sich erst im Endabschnitt der Trocknung die Produkttemperatur der Düsentemperatur nähert, d. h., hohe Düsentemperaturen im ersten Teil des Trockners bzw. produktverträgliche Temperaturen am Ende des Trockners einzustellen. Die Beheizung mit Niederdruckdampf (Turbinenabdampf) ist wegen des geringen Temperaturniveaus unwirtschaftlich, auch wenn er kostengünstig zur Verfügung steht<sup>2</sup>.
- Das Kammerklima sollte durch geeignete Meßgeräte kontrolliert werden und vor allem bei Trocknern mit relativ niedriger Düsentemperatur auf den Punkt des Kostenminimums eingestellt werden können.
- Die mechanische Vorentwässerung ist nach wie vor die kostengünstigste Art der *Trocknung*. Diesem Umstand sollte durch geeignete Aggregate Rechnung getragen werden.

**Fixieren**

Beim Fixieren von Polyesterartikeln kann ein echtes Kostenminimum wie bei der Trocknung nicht erarbeitet werden, da die Fixierung ein zeitabhängiger Prozeß ist und somit alle Einzelkostenkurven mit

wachsender Fixierzeit eine steigende Tendenz aufweisen. Weiterhin lassen sich keine prozeßrelevanten (physikalisch begründbaren) Angaben zu der erforderlichen Frischluftmenge machen, die, wie wir beim Trocknen gesehen haben, von erheblichem Einfluß auf die Gesamtkosten ist. Die ideal gewaschene Ware könnte mit der theoretischen Frischluftmenge „0“ gefahren werden. In der Praxis muß aber zum Teil mit erheblichen Absaugraten gefahren werden, um die aus der Ware in Rauchform austretenden Präparationen zu entfernen. Das heißt aber nicht, daß eine genaue Prozeßführung nicht auch hier zu einem Kostenoptimum führen kann.

Ein wichtiges Kriterium ist das Aufheizen der Ware auf Fixiertemperatur und die Kenntnis des Punktes im Fixierrahmen, an welchem die Ware ihre Solltemperatur erreicht hat. Hiernach kann und sollte nach einem gewissen Sicherheitszuschlag der Fixierprozeß abgebrochen werden.

Zur Ermittlung der Aufheizcharakteristik der Ware wurde früher allgemein die aus den Gesetzmäßigkeiten für den stationären Wärmeübergang abgeleitete Beziehung benutzt:

$$t_{wz} = t_{Du} - \frac{(t_{Du} - t_{w1})}{\frac{\alpha \cdot Z}{e \cdot g_o \cdot C_w}} \cdot 3600$$

Hierin bedeuten:

$t_{wz}$  [°C] — die Momentantemperatur der trockenen Ware zu einem bestimmten Zeitpunkt Z

Z [s] — die Zeit

$t_{Du}$  [°C] — die Düsentemperatur

$t_{w1}$  [°C] — die Warentemperatur beim Eintritt

Im Exponenten finden wir:

$\alpha$  [kcal/m<sup>2</sup>h°C] — den schon aus der Trocknung als wichtige maschinenspezifische Kennzahl bekannten Wert

$g_o$  [kg/m<sup>2</sup>] — das spezifische Warengewicht

$C_w$  [kcal/kg°C] — die spezifische Wärme der Ware

Mit diesem Ansatz lassen sich überschläglich die Aufheizkurven von vor allem leichten Artikeln und für Maschinen mit kleinen  $\alpha$ -Werten berechnen.

Für schwerere Artikel (etwa ab 100 g/m<sup>2</sup>) und bei Hochleistungsaggregaten ist dieser Ansatz nicht mehr zulässig, da der Einfluß der Wärmeleitung von der Oberfläche ins Materialinnere zu groß wird.

Houben<sup>8</sup> hat, ausgehend von Überlegungen über den instationären Wärmeübergang, einen Ausdruck abgeleitet, der die Wärmeleitung berücksichtigt:

$$Z_A = (Z_{A0} \cdot \frac{g}{g_o})^{0,115}$$

Dieser Zusammenhang gilt nur für:

$\alpha \sim 280$  kcal/m<sup>2</sup>h°C

$Z_A$  = Aufheizzeit (Endtemperaturdifferenz 1 °C)

$Z_{A0}$  = Aufheizzeit für ein Polyestergewebe von  $g_o = 100$  g/m<sup>2</sup> →  $Z_{A0} = 2,7$  s

$g$  = das vorliegende Warengewicht [g/m<sup>2</sup>]

Hiernach wird für unser konkretes Beispiel

( $g_o = 260$  g/m<sup>2</sup>,  $t_{Du} = 180$  °C, 9,6 Mio. m Ware)

$Z_A = 9$  s mit einem Verweilzeitzuschlag von  $Z_V = 5$  s die Gesamtfixierzeit:  $Z_G = Z_A + Z_V = 14$  s

In Abbildung 7 sind die Energiekosten, die anteiligen Fixkosten sowie die Gesamtkosten über die Fixierzeit aufgetragen. Die Luftmenge wurde mit ca. 12 000 m<sup>3</sup>/h angesetzt.

Man erkennt leicht, daß bei Überziehen der errechneten Fixierzeit die Gesamtkosten erheblich ansteigen, hauptsächlich beeinflusst durch die mit steigender Laufzeit der 9,6 Mio. m stark zunehmenden anteiligen Fixkosten. Bei Anheben der Fixierzeit von 14 auf 25 s erreicht man schon Gesamtkosten von 300.000,— DM, die denen der Trocknung bei 180 °C,  $f_1 = 70$  % entsprechen. Daraus ist zu ersehen, wie wichtig beim Fixieren die Kenntnis der Aufheizzeit ist.

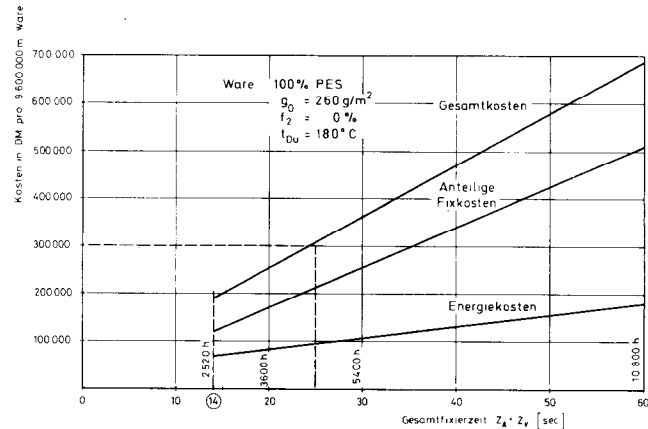


Abb. 7: Energiekosten und anteilige Fixkosten sowie Gesamtkosten beim Thermofixieren in Abhängigkeit von der Fixierzeit

Die Berechnung kann zumindest eine Orientierung geben. Die ständige Kontrolle der Warentemperatur durch Strahlungsthermometer sowie die aus Stichproben ermittelten Effektivtemperaturen über die Differentialthermoanalyse sind weitere Möglichkeiten, den Prozeß zu kontrollieren und somit ein sehr kostenintensives Überziehen des Thermofixierprozesses zu vermeiden.

Nach dem Erreichen der Fixiertemperatur kann im Bereich der Sicherheitsverweilzone ( $Z_V$ ) eine Energieeinsparung durch Reduzierung der Lüfterdrehzahl sinnvoll sein.

**Zusammenfassung**

Es wurde gezeigt, daß sich durch die Auswahl und die meßtechnische Kontrolle bzw. Regelung der Trocknungsparameter an einem vorgegebenen Spannrähmentrockner für eine vorgegebene Produktmenge eine eindeutige Kostenoptimierung erzielen läßt.

Beim Fixieren läßt sich ebenfalls durch eine gezielte Prozeßführung eine Überziehung der Fixierzeit vermeiden. Die Voraussetzung dafür ist die Kenntnis

wichtiger maschinenspezifischer Leistungsdaten sowie der Einsatz von kontrollierenden Meß- und Regelgeräten für Düsentemperaturen, Warentemperaturen sowie für das Kammerklima.

$c_{H_2O}$  [kcal/kg°C] = spez. Wärme des Wassers  
 $\Delta f = f_1 - f_2$  = Feuchtedifferenz der Ware, bezogen auf  $g_o$   
 $t_w$  [°C] = Temperatur der feuchten Ware im Beharrungszustand (zur Ermittlung von  $t_w$  als Funktion von  $x$ , siehe unten)  
 $r$  [kcal/kg] = Verdampfungswärme des Wassers bei der Temperatur  $t_w$

$c_{pH_2O}$  [kcal/kg°C] = mittlere spez. Wärme des Wasserdampfes  
 $F$  [m<sup>2</sup>] = Oberfläche der Trocknungskammer  
 $k$  [kcal/m<sup>2</sup>h°C] = Wärmedurchgangszahl der Kammerisolierung  
 $t_K$  [°C] = Kammerinnentemperatur  
 $N_{eff}$  [kW] = vom Lüftermotor abgegebene Leistung (20 °C)  
 $\gamma_{IR}$  = Riemenwirkungsgrad  
 $\gamma_{DL}$  [kg/m<sup>3</sup>] = spez. Gewicht des Dampf-Luftgemisches bei Düsentemperatur  
 $\gamma_{20}$  [kg/m<sup>3</sup>] = spez. Gewicht der Luft bei 20 °C  
 $c_{pL}$  [kcal/kg°C] = mittlere spez. Wärme der Luft

ANHANG

Berechnungsgrundlagen

1. Prozeßwärme  $Q_{PR}$  setzt sich zusammen aus (Formelzeichen s. u.):

$$\begin{aligned} Q_{WARE} &= g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot c_w \cdot (t_{Du} - t_{Wo}) && \text{Auf-} \\ Q_{H_2O} &= g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot c_{H_2O} \cdot \Delta f \cdot (t_w - t_{w1}) && \text{hei-} \\ Q_{VERD} &= g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot \Delta f \cdot r && \text{zung} \\ Q_{H_2OÜ} &= g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot c_{pH_2O} \cdot \Delta f \cdot (t_{Du} - t_w) && \text{Verdampfung} \\ & && \text{Über-} \\ & && \text{hitzung} \end{aligned}$$

2. Verlustwärme  $Q_v$  setzt sich zusammen aus:

$$Q_{ISOL} = F \cdot k \cdot (t_K - t_R)$$

$$Q_{KETTE} = 1200 \cdot v \cdot c_K \cdot \Delta t_K$$

3. Ventilatorwärme \*

$$Q_{VENT} = 860 \cdot N_{eff} \cdot \gamma_{IR} \cdot \frac{\gamma_{DL}}{\gamma_{20}} \cdot n$$

4. Frischluftwärme

$$Q_F = G_L \cdot c_{pL} \cdot (t_K - t_R)$$

Die Frischluftmenge  $G_L$  kann über die Dampfmenge  $G_D$  und den Dampfgehalt  $x$  im Trockner ausgedrückt

werden:  $(x = \frac{V_D}{V_D + V_L})$

$$G_L = \frac{\gamma_L}{\gamma_D} \cdot G_D \cdot \frac{(1-x)}{x}; \quad G_D = g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot \Delta f$$

damit wird

$$Q_L = \frac{\gamma_L}{\gamma_D} \cdot g_o \cdot B \cdot v \cdot 60 \cdot \Delta f \cdot \frac{(1-x)}{x} \cdot c_{pL} \cdot (t_K - t_R)$$

Formelzeichen und Dimensionen:

$Q$  [kcal/h] = Wärmemenge  
 $g_o$  [kg/m<sup>2</sup>] = spez. Warengewicht  
 $B$  [m] = Warenbreite  
 $v$  [m/min] = Warengeschwindigkeit  
 $c_w$  [kcal/kg°C] = spez. Wärme der Ware  
 $t_{Du}$  [°C] = Düsentemperatur  
 $t_{w1}$  [°C] = Anfangstemperatur der Ware (hier gleich  $t_R$  = Raumtemperatur 20 °C)

Zur Bestimmung der Temperatur  $t_w$  in Abhängigkeit von  $x$  wurde die auf höhere Temperaturen erweiterte Sprung'sche Formel<sup>3</sup> in folgender Form benutzt:

$$P_{DL} = P_{Do} - 6,65 \left(1 - \frac{P_{Do}}{P}\right) \cdot \frac{P}{10270} \cdot \left(1 + \frac{t_w}{1000}\right) \cdot (t_{Du} - t_w)$$

in Verbindung mit der auf die Verhältnisse bei Wasser zugeschnittenen Clausius-Clapeyronschen Gleichung<sup>5</sup>:

$$\lg P_{Do} = 25,51 - \frac{2976}{T_w} - 5,262 \lg T_w$$

Hierin bedeuten:

$P_{DL}$  = Partialdampfdruck des Wasserdampfes in Luft  
 $P_{Do}$  = Dampfdruck des Wassers bei Beharrungstemperatur der Ware  $t_w$   
 $P$  = Gesamtdruck (Barometerstand)  
 $t_w$  = in unserem Falle Warentemperatur im Trockner (allgemein Feuchtthermometertemperatur)  
 $t_{Du}$  = Düsentemperatur  
 $T_w$  = Warentemperatur im Trockner in °K

Aus den beiden Formeln wurde die hier abgedruckte Tabelle 3 berechnet und zur Bestimmung von  $t_w$  ( $t_F$ ) in Abhängigkeit vom Partialdruck (in %) und verschiedenen Düsentemperaturen  $t_{Du}$  ( $t_L$ ) benutzt.

Die Tabelle 3 gestattet dem Praktiker durch eine einfache Messung am trockenen und feuchten Thermometer das Trocknerklima zu kontrollieren.

\* Die vom Ventilator aufgenommene Leistung muß bei der Berechnung der Gaskosten für die Prozeßwärme in Abzug gebracht werden

Tabelle 3: Psychrometertabelle

Wasserdampfpartialdruck im Dampf-Luftgemisch [Vol. %]

$t_w = t_f$ feucht	$t_{Du} = t_L$ trocken	100	120	140	160	180	200	220	240	260
50.		9.32	8.09	6.86	5.63	4.40	3.18	1.95	0.72	0.50
51.		10.02	8.80	7.58	6.36	5.14	3.92	2.70	1.48	0.25
52.		10.75	9.54	8.33	7.11	5.90	4.69	3.47	2.26	1.05
53.		11.51	10.31	9.10	7.90	6.69	5.49	4.28	3.08	1.87
54.		12.30	11.10	9.91	8.71	7.51	6.32	5.12	3.92	2.73
55.		13.12	11.93	10.74	9.55	8.37	7.18	5.99	4.80	3.62
56.		13.96	12.79	11.61	10.43	9.25	8.07	6.90	5.72	4.54
57.		14.84	13.67	12.51	11.34	10.17	9.00	7.83	6.67	5.50
58.		15.75	14.60	13.44	12.28	11.12	9.97	8.81	7.65	6.49
59.		16.70	15.55	14.41	13.26	12.11	10.96	9.82	8.67	7.52
60.		17.68	16.54	15.41	14.27	13.14	12.00	10.87	9.73	8.59
61.		18.70	17.57	16.45	15.32	14.20	13.08	11.95	10.83	9.70
62.		19.75	18.64	17.53	16.41	15.30	14.19	13.08	11.97	10.85
63.		20.84	19.74	18.64	17.54	16.44	15.34	14.25	13.15	12.05
64.		21.97	20.88	19.80	18.71	17.63	16.54	15.46	14.37	13.28
65.		23.14	22.07	20.99	19.92	18.85	17.78	16.71	15.64	14.57
66.		24.35	23.29	22.23	21.18	20.12	19.06	18.01	16.95	15.89
67.		25.60	24.56	23.52	22.48	21.43	20.39	19.35	18.31	17.27
68.		26.90	25.87	24.85	23.82	22.80	21.77	20.74	19.72	18.69
69.		28.24	27.23	26.22	25.21	24.20	23.19	22.18	21.18	20.17
70.		29.63	28.63	27.64	26.65	25.66	24.67	23.68	22.68	21.69
71.		31.06	30.09	29.11	28.14	27.17	26.19	25.22	24.24	23.27
72.		32.55	31.59	30.64	29.68	28.72	27.77	26.81	25.86	24.90
73.		34.08	33.14	32.21	31.27	30.34	29.40	28.46	27.53	26.59
74.		35.66	34.75	33.83	32.92	32.00	31.09	30.17	29.25	28.34
75.		37.30	36.41	35.51	34.62	33.72	32.83	31.93	31.04	30.14
76.		38.99	38.12	37.25	36.38	35.50	34.63	33.76	32.88	32.01
77.		40.74	39.89	39.04	38.19	37.34	36.49	35.64	34.79	33.94
78.		42.55	41.72	40.89	40.07	39.24	38.41	37.58	36.76	35.93
79.		44.41	43.61	42.80	42.00	41.20	40.40	39.59	38.79	37.99
80.		46.33	45.55	44.78	44.00	43.22	42.44	41.67	40.89	40.11
81.		48.32	47.56	46.81	46.06	45.31	44.56	43.81	43.06	42.31
82.		50.36	49.64	48.91	48.19	47.47	46.74	46.02	45.29	44.57
83.		52.47	51.78	51.08	50.39	49.69	48.99	48.30	47.60	46.91
84.		54.65	53.98	53.32	52.65	51.98	51.32	50.65	49.98	49.32
85.		56.90	56.26	55.62	54.99	54.35	53.71	53.08	52.44	51.80
86.		59.21	58.61	58.00	57.39	56.79	56.18	55.58	54.97	54.37
87.		61.60	61.02	60.45	59.88	59.30	58.73	58.16	57.58	57.01
88.		64.05	63.51	62.97	62.43	61.89	61.35	60.81	60.27	59.73
89.		66.59	66.08	65.57	65.07	64.56	64.06	63.55	63.05	62.54
90.		69.19	68.72	68.25	67.78	67.31	66.84	66.38	65.91	65.44
91.		71.88	71.45	71.01	70.58	70.15	69.71	69.28	68.85	68.42
92.		74.64	74.25	73.85	73.46	73.06	72.67	72.28	71.88	71.49
93.		77.49	77.13	76.78	76.42	76.07	75.71	75.36	75.00	74.65
94.		80.42	80.10	79.79	79.47	79.16	78.84	78.53	78.22	77.90
95.		83.43	83.16	82.88	82.61	82.34	82.07	81.79	81.52	81.25
96.		86.53	86.30	86.07	85.84	85.61	85.38	85.15	84.93	84.70
97.		89.71	89.53	89.35	89.16	88.98	88.79	88.61	88.43	88.24
98.		92.99	92.85	92.72	92.58	92.44	92.30	92.16	92.03	91.89
99.		96.36	96.27	96.18	96.09	96.00	95.91	95.82	95.73	95.64
100.		99.82	99.78	99.74	99.70	99.66	99.62	99.58	99.54	99.50

Wasserdampfpartialdruck in Dampf-Luftgemischen [Vol %]

**Literatur:**

- 1) J. Vernazza: Über die Kosten beim Trocknen textiler Flächengebilde auf dem Spannrahmen bei verschiedenen Beheizungsarten; Melliand Textilber. 5, 1971
- 2) A. Schraud: Verringerung der Produktionskosten durch Energieeinsparung beim Trocknen, Thermofixieren und Waschen von Textilbahnen; Melliand Textilber. 5, 1975
- 3) Krischer-Kröll: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik; Springer-Verlag
- 4) M. Pabst: Die Kostenoptimierung von Trocknungsprozessen durch energiebewußte Abluftregelung
- 5) E. Schmidt: Einführung in die technische Thermodynamik; Springer-Verlag
- 6) K. v. Wersch: Kostensparende Trocknung von synthetischen Wirk- und Strickwaren; Wirkerei-Strickerei-Technik 10, 1977
- 7) M. Pabst, K. v. Wersch: Neue Verfahren des Flottenauftrags; Melliand Textilber. 1, 1978
- 8) H. Houben: Aufheizen von textilen Flächen in Spannrahmen und Hotflues; Text. Prax. Intern. 9, 1976

**Diskussion**

**Herlinger:** Sie haben ganz präzise gezeigt, wie man auf rationelle Art und Weise auch beim Trocknen und Thermofixieren mit einem Kostenminimum auskommen kann. Was vielleicht früher einmal der Meister durch Intuition und Gefühl machte, reicht heute nicht mehr aus, sondern man braucht schon echte Meßdaten, um eine Anlage optimal zu fahren.

**Bösch:** Was halten Sie beim Wärmeverbrauch für wirtschaftlicher: die Rückgewinnung von Wärme oder eine Drosselung der Abluft?

**Pabst:** Es ist bei der Trocknung leider unmöglich, mehr als 10% der Wärmeenergie, die für die Trocknung eingesetzt wurde, zurückzugewinnen, wobei aber vorausgesetzt wird, daß die Wärmeenergie dem Trockner immer wieder zugeführt wird und nicht anderwärtig, z. B. für eine Raumheizung, ausgenützt wird. Dieser geringe Prozentsatz von nur ca. 10%, bezogen auf die Einsatzwärmeenergie, resultiert daher, daß der Hauptanteil der Wärme benützt wird, um das Wasser zu verdampfen, was ungefähr bei 50 bis 60°C (Kühlgrenztemperatur) erfolgt. Dies bedeutet, daß Sie diese Wärmeenergie auch wieder nur bei 50 bis 60°C durch Unterschreitung des Kondensationspunktes im Wärmetauscher zurückgewinnen können. Dieses Temperaturniveau ist aber für den Spannrahmen völlig uninteressant. Man kann daher bei der

Wärmerückgewinnung in der Ausnützung der Ablufttemperatur nur bis zum Bereich von 60° zurückgehen, und daraus ergeben sich die geringen Anteile von nur 10%. Wärmerückgewinnung ist sicher nicht unsinnig. Immerhin ist ein Anteil von 4 bis 5% der Gesamtkosten durch diese Vorgangsweise einzusparen. Sie können aber dadurch auch einen größeren Fehler machen, der bis zu 15% betragen kann, wenn Sie den Spannrahmen falsch fahren, d. h., wenn die Abluftmenge nicht ideal eingestellt ist. Ich würde daher Ihre Frage so beantworten: Zuerst alle Verfahrensparameter optimal einstellen und dann erst zur Wärmerückgewinnung übergehen.

**Böck:** Glauben Sie nicht, daß eine Abluftregelung besser wäre als eine Wärmerückgewinnung?

**Pabst:** Ich würde eine Abluftregelungsanlage einer Wärmerückgewinnungsanlage für den reinen Trocknungsprozeß vorziehen.

**Herlinger:** Welche und wie gute Methoden hat man zur kontinuierlichen Messung und Regelung der Warenfeuchte?

**Pabst:** Die Warenfeuchte läßt sich bei Mischartikeln oder nativen Fasern gut durch bekannte Widerstandsmessungsmethoden ermitteln. Bei reinen Synthetics, z. B. bei reinem Polyester, ist es problematisch, die Restfeuchte zu bestimmen. Ich halte hier den indirekten Weg, den Temperaturanstieg der Ware nach dem Verlassen des ersten Trocknungsabschnitts pyrometrisch zu bestimmen, für den besten. In dem gezeigten Diagramm, das eine reine Trocknung beschreibt, läßt sich der Punkt, bei dem die Warentemperatur einen Anstieg verzeichnet — dies ist die Beendigung der Trocknung — und gegen die Düsentemperatur geht, leicht feststellen. Diesen Punkt pyrometrisch zu bestimmen, ist einfacher als die Restfeuchte am Material selbst zu ermitteln mittels Mikrowellenmeßgeräten oder anderen Einrichtungen, die sehr aufwendig und teuer sind. Diese Methoden können sinnvoll sein, wenn es darum geht, im Hochfeuchtebereich festzustellen, wie hoch und gleichmäßig eine Flottenapplikation ist oder wie gleichmäßig eine Trocknung nach einem Infrarotschacht oder ähnlichem über die Warenbreite ist.

**Herlinger:** Läßt sich im Gebrauch die Nutzung der Anlage innerbetrieblich so disponieren, wie Sie das angegeben haben, und wie groß ist dort die Fehlerbreite? Es gibt auch Stillstandszeiten durch Reparaturen und ähnliches. Wie gehen diese in Ihre Rechnung ein?

**Pabst:** Ich habe in meine Kostenberechnung eine Stillstandszeit von 20% miteinbezogen und habe für Wartung und Reparaturen immerhin einen Betrag von 25.000,— DM/Jahr in meine Rechnung eingesetzt. In meinen Fixkosten sind also die von Ihnen genannten Kosten bereits enthalten. Auch wurde davon ausgegangen, daß während der Stillstandszeiten nicht der volle Energieverbrauch erfolgt. Der berechnete Energieanteil wurde für diese Zeit auf 25% reduziert. Ich meine daher, daß meine Voraussetzungen doch sehr praxisnahe gewählt wurden.



**INSERENTENVERZEICHNIS**

	Seite
AUSTRIA FASERWERKE Ges.m.b.H., 4860 Lenzing . . . . .	135
Chemiefaser Lenzing AG, 4860 Lenzing	
Faserverkauf . . . . .	13
Gewebeverkauf . . . . .	71
SFA/SFM . . . . .	141
Wilhelm Höhnel KG, 4021 Linz/Donau . . . . .	103
KSB Österreich Ges.m.b.H., 1140 Wien . . . . .	30
Mobil Oil Austria, 1040 Wien . . . . .	63
Österreichische Chemische Werke Ges.m.b.H., 1151 Wien . . . . .	134
Semperit AG, 1041 Wien . . . . .	140
Chemische Fabrik Stockhausen & Cie., 4150 Krefeld . . . . .	41
Ing. Gottfried Tschamler, 1191 Wien . . . . .	116

*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**