

LENZINGER BERICHTE

Folge 24

Dezember 1967

Vorträge, gehalten auf der 6. Internationalen Chemiefasertagung vom 14. bis 16. Juni 1967 in Dornbirn,
sowie Ausschnitte aus den Diskussionen

	Seite
Eröffnungsansprache	
Generaldirektor Komm.-Rat R.H. Seidl, Lenzing	5
Neue Entwicklungen der Polypropylenfasern	
Dir. Prof. Dr. Ing. G. Natta, Mailand, und Dir. Dr. Ing. M. Compostella, Terni Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	8
Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendungsgebiete von Elastomeren	
Dipl.Ing. W. Röhrig, Dormagen Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	26
Physikalische Eigenschaften der Polyamide im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten	
Dr. H.O. Puls, Pontypool Diskussionsleitung: Prof. Dr. H. Köb, München	51
Struktur und Eigenschaften von Viskosefasern	
Dir. Dr. H. Krässig, Lenzing Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	66
Chemiefasern als Quelle des Fortschritts in der Weberei	
Dir. Dr. K. Greenwood, Manchester Diskussionsleitung: Prof. Dr. H. Köb, München	83
Einsatz der verschiedenen Chemiefasertypen zur Herstellung textiler Flächengebilde	
Dr. R. Kleim, Lyon Diskussionsleitung: Prof. Dr. H. Köb, München	92
Permanent-Press - Schlagwort oder echter Fortschritt	
Dr. E. Kratzsch, Wuppertal Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	103
Entwicklung spezieller Polyesterfasertypen für bestimmte Einsatzgebiete	
Dr. J. Thimm, Frankfurt am Main Diskussionsleitung: Dr. W. Albrecht, Kassel	116
Chemiefaserindustrie und Textilindustrie im Umbruch	
Dr. H. Karus, Wuppertal Diskussionsleitung: Prof. Dr. H. Köb, München	130
Rückblick und Ausblick	
Generaldirektor Komm.-Rat R.H. Seidl, Lenzing	140

Eröffnungsansprache

anlässlich der 6. Internationalen Chemiefasertagung vom 14. bis 16. Juni 1967 in Dornbirn durch den Präsidenten des Österreichischen Chemiefaserinstituts, Generaldirektor K.R. Rudolf H. Seidl

Der Präsident des Österreichischen Chemiefaserinstituts begrüßt die aus- und inländischen Gäste, stellt die Vortragenden vor und gibt das Grundthema der diesjährigen Tagung bekannt.

The President of the Austrian Man-Made Fiber Institute welcomed the international and Austrian guests. He went on to introduce lecturers and to announce basic subjects of this year's congress.

Meine Damen und Herren!

Ich freue mich, daß Sie so zahlreich unserer Einladung gefolgt sind und begrüße Sie aufs herzlichste. Mein Gruß gilt den Teilnehmern aus dem Ausland und aus Österreich. Zu meiner Freude sehe ich im Auditorium viele alte Bekannte.

Das Österreichische Chemiefaser-Institut hat heuer zum sechsten Male Wissenschaftler von Rang und Namen, Fachleute aus der Chemiefaserproduktion und führende Vertreter der verarbeitenden Textilindustrie sowie des Handels aus Österreich und aus dem Ausland nach Dornbirn eingeladen. Hier, inmitten des durch seine Textilindustrie weltbekannten Landes Vorarlberg, wollen wir in offener Aussprache zum Thema „Faserforschung für die Gestaltung moderner Textilien“ die Probleme erörtern, die der stürmische Aufschwung der Chemiefasern auf der ganzen Welt mit sich gebracht hat. Als wir im Jahre 1962 die erste derartige Tagung durchführten, hatte niemand erwartet, daß diese Veranstaltung ein so lebhaftes Echo finden würde. Die Tatsache, daß wir von Jahr zu Jahr einen immer größer werdenden Kreis von Gästen begrüßen können, beweist die Bedeutung, die den Chemiefasern heute von allen Sparten der Textilwirtschaft beigemessen wird. Die Chemiefasern bestreiten allerdings auch einen immer größeren Anteil am Textilrohstoffverbrauch der Welt.

Ich möchte nun die Herren Vortragenden, die sich lebenswürdigerweise für diese Tagung zur Verfügung gestellt haben, im besonderen begrüßen und sie Ihnen in der Reihenfolge des Vortragsprogrammes vorstellen:

Dr.-Ing. Mario Compostella, Direktor des Forschungsinstituts der Gesellschaft Polymer in Terni, spricht zum Thema „*Neue Entwicklungen der Polypropylenfasern*“.

Dipl.Ing. Wolfgang Röhrig, Anwendungstechnische Abteilung der Farbenfabriken Bayer AG., Dormagen: „*Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendungsgebiete von Elastomeren*“.

Dr. Hans Oscar Puls, Leiter der physikalischen Forschungsgruppe der I.C.I. (Fibres) Ltd. in Pontypool: „*Physikalische Eigenschaften der Polyamide im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten*“.

Dr. Hans A. Krässig, Direktor der Abteilung Forschung und Entwicklung der Chemiefaser Lenzing AG.: „*Struktur und Eigenschaften von Viskosefasern*“.

Dr. Kurt Greenwood, Technischer Direktor der Firma Dominions Export, Manchester: „*Chemiefasern als Quelle des Fortschritts in der Weberei*“.

Dr. Robert Kleim, Direktor der Abteilung Faserspinnerei der Rhodiaceta, Lyon: „*Einsatz der verschiedenen Chemiefasertypen zur Herstellung textiler Flächengebilde*“.

Dr. H. Erich Eberhard Kratzsch, Anwendungstechnische Abteilung der Glanzstoff AG., Wuppertal: „*Permanent Press - Schlagwort oder echter Fortschritt*“.

Dr. Jürgen Thimm, Leiter der Anwendungstechnischen Abteilung Textil, Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt am Main - Hoechst: „*Entwicklung spezieller Polyesterfasertypen für bestimmte Einsatzgebiete*“.

Dr. Horst Karus, Prokurist der Glanzstoff AG., Wuppertal: „*Chemiefaserindustrie und Textilindustrie im Umbruch*“.

Das vergangene Jahr hat wieder ein Rekordergebnis der Chemiefaserproduktion auf der ganzen Welt gebracht. Während noch vor fünfzehn Jahren die Naturfasern Baumwolle und Wolle zusammen über 82 Prozent des Gesamtweltverbrauchs zu decken vermochten, sind 1966 die Chemiefasern am Welttextilverbrauch bereits mit 32 Prozent, also mit fast einem Drittel, beteiligt gewesen. Die Baumwolle dagegen hat ihren Marktanteil in den letzten Jahrzehnten von 72 auf 60 Prozent reduziert. Im vergangenen Jahr betrug dieser nur noch 58,5 Prozent. Das bedeutet einen mengenmäßigen Rückgang von 1965 auf 1966 um über 1,2 Millionen Tonnen. Der Anteil der Wolle ging von 10 auf 8 Prozent zurück. Im gleichen Zeitraum stieg jedoch der Anteil der Chemiefasern am Textilfaserweltverbrauch von 18 auf 32 Prozent. Dabei liegen die „klassischen“ Chemiefasern, das heißt jene auf Zellulosebasis, mit einer Gesamtproduktion von 3 350 000 Tonnen und einem Anteil von 18 Prozent nach wie vor an der Spitze. Allerdings stagnierte im abgelaufenen Jahr deren Produktion infolge eines durch Überkapazitäten hervorgerufenen weltweiten Preisdruckes und nicht zuletzt auch infolge von Rezessionserscheinungen in der Textilwirtschaft, die ja mit der Chemiefaserwirtschaft aufs engste verbunden ist, vor allem in Westeuropa. Dennoch haben sich - nicht zuletzt dank der in jüngster Zeit neuentwickelten Typen von Viskosespinnfasern, wie sie beispielsweise die Modalfasern darstellen - die zellulosischen Fasern neue, aussichtsreiche Einsatzgebiete erschließen können, weil sie durch Verbesserung ihrer textilen Eigenschaften den Ansprüchen der bei der Verarbeitung immer mehr verwendeten Hochleistungsmaschinen besser gerecht zu werden vermögen. Zugleich haben sich um die Jahreswende auch Ansätze zur Beendigung des Preisverfalls bemerkbar gemacht, sodaß mit Recht erwartet werden darf, daß die zellulosis-

wird. Wir wollen damit den tiefgreifenden Strukturwandel hervorheben, der sich heute in der Textilwirtschaft der Welt vollzieht und der sich auch auf dem Chemiefasersektor sehr bemerkbar macht. Da mit Anfang dieses Jahres auch die Produktionspatente der Polyesterfasern nach dem Verfahren der I.C.I. ausgelaufen sind, zeigen sich gerade dort starke Expansionstendenzen, die zu vielen Neugründungen von Erzeugungsstätten in Europa und Übersee führten. Durch den hohen Investitionsaufwand ist die Chemiefaserindustrie jedoch darauf angewiesen, ihre Produktion auf weite Sicht zu planen. Daraus ergeben sich in manchen Zweigen zwangsläufig Überkapazitäten, die sich in verschärfter Konkurrenz auswirken. Denn keine Industrie, am allerwenigsten die kapitalintensive Chemiefaserindustrie, kann ohne kostendeckende Preise auskommen. Um rationell produzieren zu kön-

nen, darf sie ihre Produktionsmengen nicht unter bestimmte Grenzen senken. Darum werden sich in nächster Zukunft weitere Preiskämpfe kaum vermeiden lassen. Dies bedeutet ein langsames Zurückfließen der Investitionen. Durch das ständige Absinken der Preise erleidet die vertikal orientierte Textilindustrie gewaltige Verluste. Die Preispolitik sollte deshalb einigermaßen zwischen Faserhersteller und Faserwerker abgestimmt werden. Zuletzt werden aber angesichts des ständigen Anstiegs der Weltbevölkerung und des noch rascher zunehmenden Textilbedarfs der Menschheit alle derartigen Probleme nur vorübergehende Bedeutung haben. Vielleicht wird es nur noch kurze Zeit dauern, bis diese heute so problematisch erscheinenden Überkapazitäten vom Bedarf eingeholt und aufgenommen werden.

HÖLLER- EISEN

INH. MAX LÖBERBAUER

AUSZUG AUS UNSEREM VERKAUFSPROGRAMM:

Eisen ▪ Stahl ▪ Maschinen
Baustoffe ▪ Werkzeuge ▪ Beschläge
Sanitäre Einrichtungen
Haus- und Küchengeräte
Kühlschränke ▪ Nähmaschinen
Waschmaschinen ▪ Wäscheschleudern
Moderne Haushaltsmaschinen
Waffen ▪ Wintersportgeräte
Herde ▪ Öfen ▪ Kamine usw.
eigene Propangasvertriebsstelle
und vieles mehr!

GMUNDEN, KAMMERHOFGASSE 6, TEL. 96 01 SERIE
SALZBURG, KAISERSCHÜTZENSTR. 6, TEL. 7 64 41

Neue Entwicklungen der Polypropylenfaser

Dir. Prof. Dr. Ing. G. Natta
Institut für Industrielle Chemie des Polytechnikums,
Mailand, und

Dir. Dr. Ing. M. Compostella
Forschungsinstitut der Gesellschaft Polymer, Terni

Unter den neuen, im letzten Jahrzehnt entwickelten und industriell hergestellten Fasern verdient die Polypropylenfaser besondere Beachtung. Das ihr entgegengebrachte Interesse ist nicht zuletzt auf die niedrigen Gestehungskosten zurückzuführen, die sie, bedingt durch den niedrigen Preis des Ausgangsmaterials Propylen, durch die einfachen, heute die Erzielung sterisch sehr reiner Polymerisate hoher Kristallinität ermöglichenden Polymerisationsverfahren, und schließlich durch das reibungslose Spinnen der Polymerisatschmelze zu Fäden und Fasern über Extruderspinnköpfe, zu einer der wirtschaftlichsten Fasern machen.

Je nach den Extrusions-, Streck- und Fixierbedingungen können Produkte unterschiedlichster Eigenschaften erzielt werden, die den verschiedensten Anforderungen zahlreicher Anwendungsgebiete gerecht werden.

Im besonderen wird auf die Eigenschaften der Monofilamente und auf die Herstellungsverfahren für Hochbauschgarne eingegangen. Da die Polypropylenfaser auf Grund ihrer paraffinischen Natur nur sehr geringe Affinität für die normalerweise eingesetzten Farbstoffe besitzt, wurden besondere Techniken zur Ermöglichung der Färbung entwickelt, auf die eingehend hingewiesen wird.

Weiters wird die Mischverarbeitung von Polypropylen-Stapelfaser mit Baumwolle und Wolle untersucht. Diese Fasermischungen bieten gegenüber reiner Naturfaser weitaus überlegene Eigenschaften.

Among the new fibres developed and industrially produced during the past decade, the polypropylenes deserve special consideration. The interest they have created is due not least to the low cost of production which, thanks to the low price of the raw material, propylene; to the simplicity of present polymerisation processes yielding polymerizates of high steric purity and high crystallinity; and finally to the smooth extrusion of the polymerizate melt through extruder jets, makes polypropylene one of the most economical fibres.

Depending on the conditions employed in extruding, stretching and setting these fibres, the properties of resultant products can be varied over a wide range, and adapted to the diversified requirements of numerous fields of application.

Special attention is devoted to the properties of monofilaments as well as to the processes employed in making high-bulk yarns. Since polypropylene fibres, by reason of their paraffinic nature, display merely limited affinity for the customarily used dyestuffs, special techniques had to be developed to permit proper dyeing, which are discussed in detail.

In addition, the use of polypropylene staple in blends with cotton and wool is investigated. The properties of these blends are by far superior to those offered by the natural fibres in their pure state.

In einem von uns am 14. 9. 1960 im Rahmen der Tagung „Industrielle Chemie“ in Linz gehaltenen Vortrag¹⁾ hatten wir über die Polypropylenfasern berichtet, deren industrielle Produktion kurz vorher in Italien in den Werken Terni der POLYMER-Gesellschaft angelaufen war. Bei dieser Gelegenheit war die Möglichkeit der Herstellung von Textilfasern hervorgehoben worden, für die als Grundmaterial, im Gegensatz zu allen anderen bis dahin hergestellten, aus linearen, polare Gruppen enthaltenden Makromolekülen aufgebauten Fasern, von polaren Gruppen freie polymere Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden.

In den letzten Jahren hat die Entwicklung der Polyolefinfasern einen bemerkenswerten Aufschwung genommen und sie zu einer Bedeutung erhoben, die ihr als vierter Synthesefaserklasse einen Platz neben den drei anderen bereits bekannten großen Faserklassen (Polyamid-, Polyester- und Polyacrylfasern) sichert.

Zu dieser neuen Faserklasse gehört neben dem isotaktischen Polypropylen auch das lineare Niederdruckpolyäthylen. Während jedoch Polyäthylen fast ausschließlich auf dem Gebiet der Monofile eingesetzt wird, da seine niedrige Schmelztemperatur und der wachsartige Griff einem Einsatz als Stapelfaser und Endlos Garn entgegenstehen, erschließen sich dem Polypropylen hingegen, dank seiner höheren Schmelztemperatur und der Möglichkeit, je nach sterischer Reinheit und den angewandten Verarbeitungsbedingungen eine große Auswahl verschiedenster Produkte zu erzielen, zahlreiche interessante Einsatzgebiete, deren Anforderungen oft stark voneinander abweichen. So werden zum Beispiel Polypropylenfasern und -garne, wie im folgenden näher ausgeführt wird, für Teppiche, Seil- und Tauwerk, Wirkwaren, Dekorationsstoffe und industrielle Anwendungszwecke eingesetzt.

Die Gründe für den Erfolg des isotaktischen Polypropylens als Ausgangsmaterial für Synthesefasern sind technischer und wirtschaftlicher Natur.

Polypropylenfasern weisen eine Kombination physikalischer und chemischer Eigenschaften auf, die sie für zahlreiche Verwendungszwecke zum idealen Werkstoff machen, worauf wir im folgenden noch zurückkommen werden.

Zu den technischen Vorzügen des Polypropylens sind die geringen Gestehungskosten zu rechnen, die auf den niedrigen Preis des monomeren Ausgangsmaterials sowie auch auf die hohen Polymerisationsausbeuten und das einfache Spinnen der Polymerisatschmelze über Extruderspinnköpfe zurückzuführen sind. Selbstverständlich reicht der niedrige Preis allein nicht aus, den verbreiteten Einsatz des Polypropylens zu erklären. Die bei der Verarbeitung der Fasern zu Fertigwaren anfallenden Kosten würden seine Verwendung stark schmälern, würden sie nicht durch andere Vorzüge technischen Charakters ausgeglichen.

Die Verarbeitung des isotaktischen Polypropylens zu Textilfasern nach dem Schmelzspinnverfahren (dessen wirtschaftliche Vorteile klar auf der Hand liegen) bot zahlreiche Probleme, die zur Ausarbeitung einer in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht vorteilhaften Verfahrenstechnik

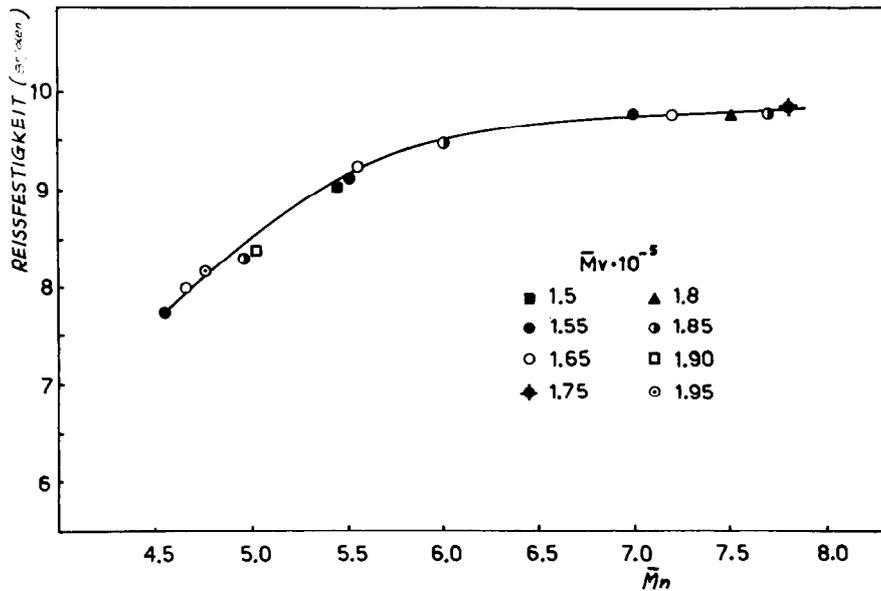


Abb. 1: Variation der Reißfestigkeit als Funktion des Zahlenmittels des Molekulargewichtes \bar{M}_n der Faser²⁾

für die Extrusion, die Reckung und die Fertigstellung gelöst werden mußten.

Im Gegensatz zu anderen nach dem Schmelzspinnverfahren zu Fasern verarbeiteten Polymerisaten (Polyamide und Polyester) ist im Falle des isotaktischen Polypropylens weder eine Ausbildung von Wasserstoffbrücken (Polyamide) noch von Dipolbindungen (Polyesterfasern) festzustellen, durch die sich die Ketten besonders leicht aneinanderlegen. Aus diesen Gründen setzt die Erzielung hoher Reißfestigkeit (insbesondere für Seilwerk und Fischernetze von Bedeutung) den Einsatz von Polymerisaten voraus, die durch hohes Molekulargewicht und hohe chemische und sterische Reinheit eine starke Orientierung und hohe Kristallinität des gereckten Fadens ermöglichen²⁾.

In Abbildung 1 wird für verschiedene Produkte unterschiedlichen viskosimetrischen Molekulargewichts die Variation der Reißfestigkeit als Funktion des Zahlenmittels des Molekulargewichts \bar{M}_n aufgezeigt.

Die wirtschaftlich vorteilhafte Verarbeitung eines Polymerisates derart hohen Molekulargewichtes und damit hoher Viskosität (Abb. 2) ist lediglich durch das günstige rheologische Verhalten der Polypropylenmelze möglich^{4), 5)}.

Es darf nicht vergessen werden, daß zur Erzielung eines mittleren Molekulargewichtes der Faser von \bar{M}_n ca. 60 000 auf Grund der Degradation des Polymerisates beim Aufschmelzen und Verspinnen von einem Polymerisat ausgegangen werden muß, das ein mittleres viskosimetrisches Molekulargewicht von ca. 400 000 aufweist.

Im ersten Teil dieses Vortrags werden die die Fasereigenschaften beeinflussenden Parameter behandelt, wobei wir zu der Erkenntnis kommen, daß zur Erzielung von den praktischen Bedürfnissen der verschiedensten Anwendungssektoren entsprechenden Qualitäten unterschiedliche Polypropylenfasertypen einzusetzen sind.

Im zweiten Teil des Vortrags wird ein jüngstes Entwicklungsgebiet, und zwar die Herstellung eines endlosen Polypropylen-Spezialgarnes behandelt werden, das für viele An-

wendungszwecke interessant zu werden verspricht. Anschließend wird unter besonderer Berücksichtigung des in Italien industriell angewandten Verfahrens kurz auf die Methoden zur Erzielung der Anfärbbarkeit dieser Fasern hingewiesen.

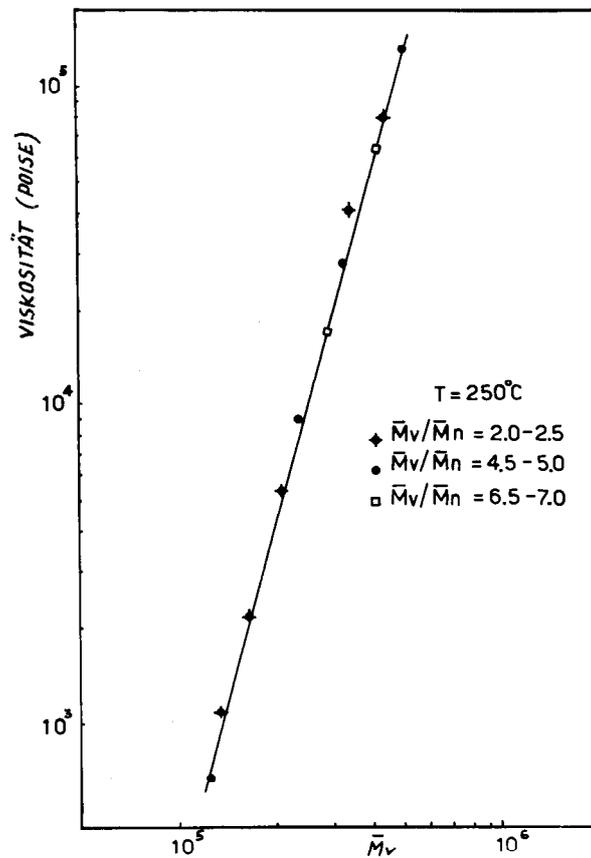


Abb. 2: Newtonsche Viskosität einiger Polymerisate unterschiedlichen Heterogenitätsverhältnisses als Funktion des mittleren viskosimetrischen Molekulargewichtes³⁾

Zum Abschluß dieser Ausführungen wird eine interessante neue Entwicklung des isotaktischen Polypropylen auf einem Gebiet behandelt werden, das zwischen Fasern und Folien liegt, das heißt die industrielle Produktion gereckter Flachfäden.

Eigenschaften der Polypropylenfasern und sie beeinflussende Faktoren

Die Eigenschaften der Polypropylenfasern sollen hier der Einfachheit halber in zwei verschiedene Kategorien unterteilt werden. Die Werte der ersten Kategorie von Eigenschaften sind in der Hauptsache durch die chemische Natur des Polypropylen gegeben und sind vom Fabrikationsprozeß der Faser praktisch unabhängig, während die der zweiten Kategorie zum größten Teil durch die chemisch-physikalischen Eigenschaften des verwendeten Polypropylen (Molekulargewicht, sterische Reinheit usw.) und die Arbeitsbedingungen bei der Extrusion, Reckung usw. bestimmt werden.

Zur ersten Kategorie ist die Dichte zu rechnen (die niedrigste von allen bis heute verwendeten Fasern), die auch unter drastischen Temperaturbedingungen und bei gefährlichen Konzentrationen sehr hohe Säure- und Laugenbeständigkeit, die vollkommene, im trockenen und nassen Zustand konstante Eigenschaften garantierende Wasserunempfindlichkeit sowie die hohe, durch die Paraffinnatur des isotaktischen Polypropylen bedingte Beständigkeit gegen die verschiedensten Verschmutzungen und die leichte Waschbarkeit.

Einigen ebenfalls auf die chemische Natur des Polypropylen zurückzuführenden Nachteilen, wie der geringen Wärme- und Lichtbeständigkeit und dem Fehlen von Affinität zu den verschiedenen Farbstofftypen, wurde und wird bereits zufriedenstellend begegnet. Insbesondere wurden Wärme- und Lichtbeständigkeit auf ein Niveau erhoben, das den Fasern zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten mit einer breiten Sicherheitsspanne erschließt.

Die Eigenschaften der zweiten Kategorie, das heißt jene, die in erster Linie von den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Polymerisates und dem Fabrikationsprozeß abhängen, können in einem breiten Bereich variiert und damit den praktischen Anforderungen der einzelnen Anwendungsgebiete angepaßt werden.

a) Mechanische Eigenschaften und Formfestigkeit

Über die die mechanischen Eigenschaften und die Formfestigkeit der Fasern beeinflussenden Größen wurde bereits in zahlreichen Veröffentlichungen^{1), 2), 4), 6) - 10)} berichtet. Ein dagegen bisher noch nicht erschöpfend untersuchter, für die verschiedenen Verwendungszwecke jedoch außerordentliche Bedeutung besitzender Faktor ist der Einfluß der kristallinen Textur des unverstreckten Fadens, des Verstreckungsverhältnisses und der Fixierung auf die Kraft-Dehnungskurve.

Abbildung 3 zeigt die Kraft-Dehnungskurven für unterschiedlich verstreckte Fäden nach Fixierung bei freier und kontrollierter Schrumpfung. Es wurde hiebei von einem unverstreckten, nichtorientierten Faden smektischer Struktur* (Molekulargewicht $M_n = 55\ 000$) ausgegangen. Unter diesen Bedingungen besitzt der verstreckte Faden (je nach Verstreckungsbedingungen) keine oder nur beschränkte Kristallinität. Durch die Wärmebehandlung (Fixierung) kann, je nachdem, ob mit freier oder kontrollierter Schrumpfung gearbeitet wird, oder ob hohe oder niedrige Verstreckverhältnisse gewählt wurden, eine ziemlich hohe Kristallinität erzielt werden.

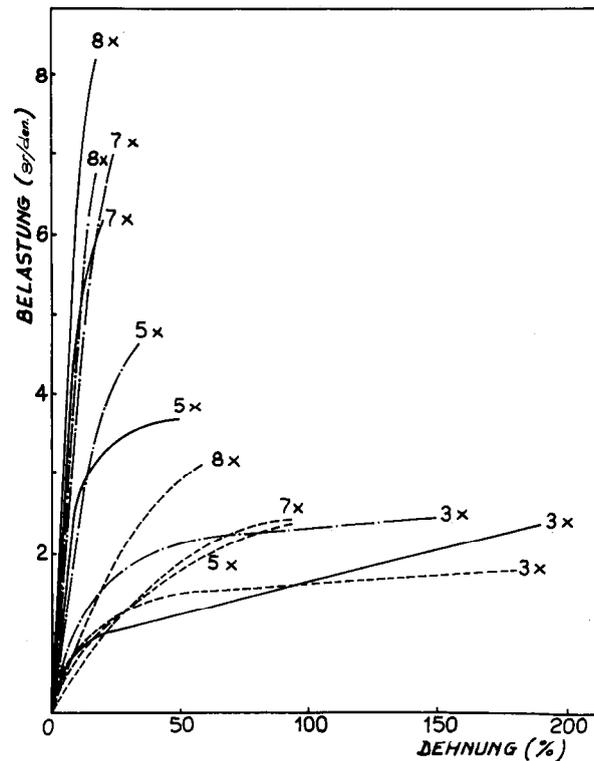


Abb. 3: Kraft-Dehnungskurven verstreckter und wärmebehandelter Fäden (Spinnfaden smektischer Struktur)¹¹⁾
 - verstreckt
 - verstreckt und bei 130°C und kontrollierter Schrumpfung fixiert
 - verstreckt und bei 130°C und freier Schrumpfung fixiert

Es wurde festgestellt, daß es beim frei schrumpfenden Fäden zu einer schnelleren und ausgedehnteren Kristallisation kommt als im Falle kontrollierter Schrumpfung. Des weiteren ist die Kristallisation, wie in Tabelle 1 für eine Verstreckungstemperatur von 90°C gezeigt wird, umso größer, je geringer das angewandte Verstreckverhältnis war.

* Über die Erzielung und die Eigenart der smektischen Struktur von Polypropylenfasern wurde bereits in einem vorhergehenden Vortrag gesprochen¹⁾.

Tabelle 1

Verstreckverhältnis	Kristallinität in %		
	nicht fixiert	kontrollierte Schrumpfung	freie Schrumpfung
1:3	40	70	70
1:5	keine	50	66
1:7	keine	44	62
1:8	keine	46	60

Die Fixierung bei freier Schrumpfung führt infolge des durch sie bedingten Orientierungsverlustes selbstverständlich stets zu einer Verringerung der Festigkeit und des Elastizitätsmoduls. Diese Abnahme der Festigkeitswerte und des Elastizitätsmoduls tritt umso deutlicher hervor, je stärker der Faden verstreckt wurde, da eine hohe Verstreckung notwendigerweise eine Zunahme der Schrumpfung und damit eine Verminderung der Orientierung bewirkt, worauf wir in Kürze zurückkommen werden. Zwar ist die Fixierung bei freier Schrumpfung von einer Erhöhung der Kristallinität begleitet, die jedoch nicht ausreicht, um die Wirkung des Orientierungsverlustes auszugleichen, was eine Abnahme der Festigkeit und des Elastizitätsmoduls zur Folge hat.

Im Falle einer Fixierung bei kontrollierter Schrumpfung zeigt sich die Situation weitaus komplexer. Dabei nimmt die Festigkeit mit Ausnahme sehr stark verstreckter Fäden (1 : 8) zu, während der Elastizitätsmodul abnimmt, ausgenommen der Fall wenig verstreckter Fäden (1 : 3).

Zur Erklärung dieses Verhaltens müssen wir uns ins Gedächtnis rufen, daß auch bei Fixierung mit kontrollierter Schrumpfung eine gewisse innere Entspannung und damit ein Orientierungsverlust in den amorphen Bereichen stattfindet¹¹⁾. Dieser Orientierungsverlust liegt selbstverständlich weit unter dem bei gleichbleibenden anderen Bedingungen im Fall freier Schrumpfung festzustellenden Wert. Auf Basis der Abhängigkeit der Schrumpfung vom Verstreckungsverhältnis muß außerdem angenommen werden, daß der Orientierungsverlust umso stärker sein wird, je höhere Werte die angewandten Verstreckverhältnisse erreichen.

Die Wärmebehandlung ist zwar, wie schon vorher gesagt, von einer Kristallinitätserhöhung begleitet. Reicht diese jedoch nicht aus, die Auswirkung des Orientierungsverlustes voll und ganz auszugleichen, ist eine Festigkeitsverringerung und Abnahme des Elastizitätsmoduls festzustellen. (Dies gilt für den Elastizitätsmodul der 1 : 8, 1 : 7 und 1 : 5 verstreckten Fäden, aber für die Reißfestigkeit lediglich im Falle des 1 : 8 verstreckten Fadens.)

Übertrifft dagegen die Wirkung der Kristallinitätserhöhung die der Orientierungsabnahme, so erhöhen sich Elastizitätsmodul und Festigkeit (dies gilt für 1 : 7, 1 : 5 und 1 : 3 verstreckte Fäden in bezug auf die Festigkeit und für den 1 : 3 verstreckten Faden hinsichtlich des Elastizitätsmoduls, der sich auf praktisch konstantem Niveau hält).

Aus Abbildung 3 ist zu ersehen, wie hohe Festigkeitswerte durch hohe Verstreckverhältnisse und Fixierung bei kontrollierter Schrumpfung erzielt werden können, wobei jedoch nicht außer acht zu lassen ist, daß dieses Resultat le-

diglich durch die Verwendung von Spinnfasern hohen mittleren Molekulargewichtes M_n ermöglicht wird.

Es ist interessant festzustellen, daß Fasern erzielt werden können, die zwar die gleiche Reißfestigkeit besitzen, jedoch durch vollkommen unterschiedliche Werte des Elastizitätsmoduls und der Bruchdehnung gekennzeichnet sind. Dies ist ein Beispiel für die zahlreichen Möglichkeiten, die sich durch zweckmäßige Variation des Fabrikationsprozesses zur Erzielung von Fasern bieten, welche einander in einigen Eigenschaften zwar entsprechen, in anderen dagegen sich oft bemerkenswert unterscheiden.

Wird zum Beispiel nicht von einem unverstreckten nicht-orientierten Faden smektischer Struktur, sondern von einem Spinnfaden gemäßigter Kristallinität ausgegangen, so erhält man durch Variation des Verstreckverhältnisses und der Fixierungsbedingungen Fäden, deren Kraft-Dehnungskurven in Abbildung 4 wiedergegeben sind. In diesem Falle unterscheidet sich die Situation grundlegend von der in Abbildung 3 illustrierten.

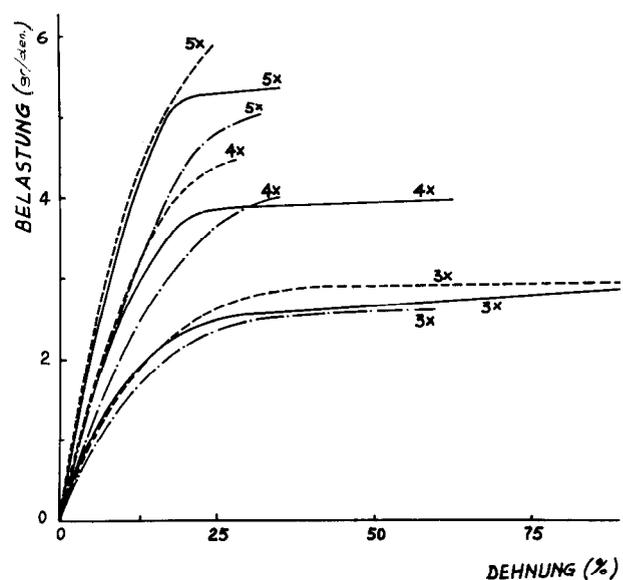


Abb. 4: Kraft-Dehnungskurven unterschiedlich verstreckter und wärmebehandelter Fäden (Spinnfäden 50%iger Kristallinität)¹¹⁾

- verstreckt
- verstreckt und bei 130°C und kontrollierter Schrumpfung fixiert
- verstreckt und bei 130°C und freier Schrumpfung fixiert

In Abbildung 5 ist die Schrumpfung der verstreckten Fäden bei 130°C als Funktion des Verstreckverhältnisses aufgezeichnet. Es ist klar zu erkennen, daß die Schrumpfung der verstreckten Fäden der Abbildung 4 bei gleichem Verstreckverhältnis weit unter der der in Abbildung 3 untersuchten Fäden liegt.

Die Erklärung dieses unterschiedlichen Schrumpfverhaltens ist nicht einfach, da die verstreckten Fäden auch bei

Verwendung eines kristallinen schmelzgesponnenen Fadens praktisch gleiche oder doch nur wenig höhere Kristallinität aufweisen als diejenigen, bei denen von einem Spinnfaden smektischer Struktur ausgegangen wurde. Dies zeigt sich bei einem Vergleich der in Tabelle 1 und 2 gegebenen Daten.

Tabelle 2

Verstreckverhältnis	Kristallinität in %		
	nicht fixiert	kontrollierte Schrumpfung	freie Schrumpfung
1:3	50	60	60
1:4	30	45	55
1:5	keine	35	45

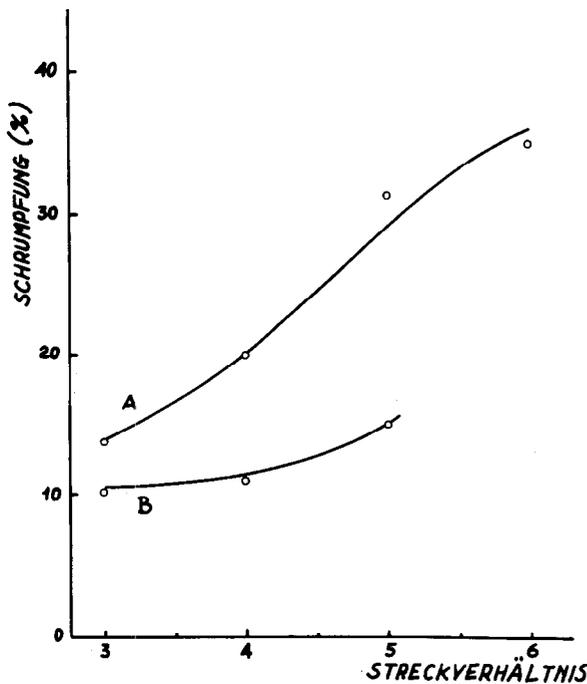


Abb. 5: Schrumpfung verstreckter Fäden bei 130°C als Funktion des Verstreckverhältnisses¹¹⁾
 A) Spinnfaden smektischer Struktur
 B) Spinnfaden kristalliner Struktur

verstreckten Fadens, setzt sich jedoch andererseits der Erzielung einer weitgehenden Parallellagerung der Makromoleküle und damit hoher Reißfestigkeit entgegen.

Die Schrumpfungsdifferenzen zwischen den aus unterschiedlichen Spinnfäden erhaltenen verstreckten Fäden zeigen sich nicht nur bei 130°C, sondern auch bei tieferen Temperaturen. Aus Abbildung 6 ist die Temperaturabhängigkeit der Schrumpfung für zwei Fäden zu ersehen, die zwar ähnliche mechanische Eigenschaften aufweisen, jedoch aus zwei verschiedenen Spinnfäden hergestellt wurden. Fäden des Typs A sind zweifellos für die Anwendungen geeignet, für die eine hohe Schrumpffähigkeit Voraussetzung ist (zum Beispiel für "high bulk"- oder Hochbauschgarne für Wirk- und Strickwaren).

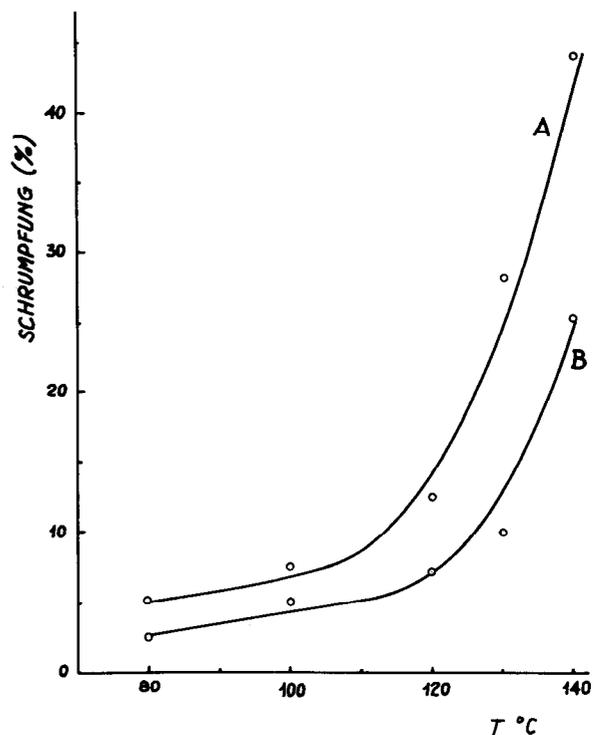


Abb. 6: Temperaturabhängigkeit der Schrumpfung¹¹⁾
 A) 1 : 5 verstreckter Faden (Spinnfaden amorpher Struktur)
 B) 1 : 4 verstreckter Faden (Spinnfaden kristalliner Struktur)

Man darf nicht vergessen, daß es in Wirklichkeit bei der Verstreckung eines kristallinen Fadens zur Auflösung von Kristalliten und damit einer Verringerung der Kristallinität kommt. Es ist jedoch anzunehmen, daß stets kleine Kristallite zurückbleiben, die als "cross-link" physikalischer Natur, das heißt als sogenannte Haftpunkte zwischen den einzelnen Makromolekülen wirken und somit deren Beweglichkeit und damit auch die Schrumpfung beschränken. Die Gegenwart dieser vorgebildeten, als "cross-link" wirkenden Kristallite verringert zwar einerseits die Schrumpfung des

Fäden des Typs B sind dagegen nach erfolgter Schrumpfung* für all jene Verwendungszwecke geeignet, bei denen hohe Ansprüche an die Formhaltung gestellt werden.

b) Rückstellvermögen (Stauchelastizität)

Neben den Festigkeitswerten, der Dehnung und der Schrumpfung ist insbesondere für den Teppichsektor eine weitere Eigenschaft der Polypropylenfasern von ausschlaggebender Bedeutung. Es handelt sich um das Rückstellvermögen nach Druckbeanspruchung unter hoher Belastung.

Diese Größe ist vom Orientierungsgrad und der Kristallinität und damit nach den obigen Ausführungen von der kristallinen Textur des Spinnfadens, dem Verstreckverhältnis und der darauffolgenden Wärmebehandlung (Fixierung) abhängig.

Abbildung 7 zeigt das elastische Rückstellvermögen bei Druckbeanspruchung** in Funktion des Verstreckverhältnisses für die verschiedenen in Abbildung 4 untersuchten Fasertypen. Das elastische Rückstellvermögen erhöht sich mit steigender Kristallinität und abnehmender Orientierung.

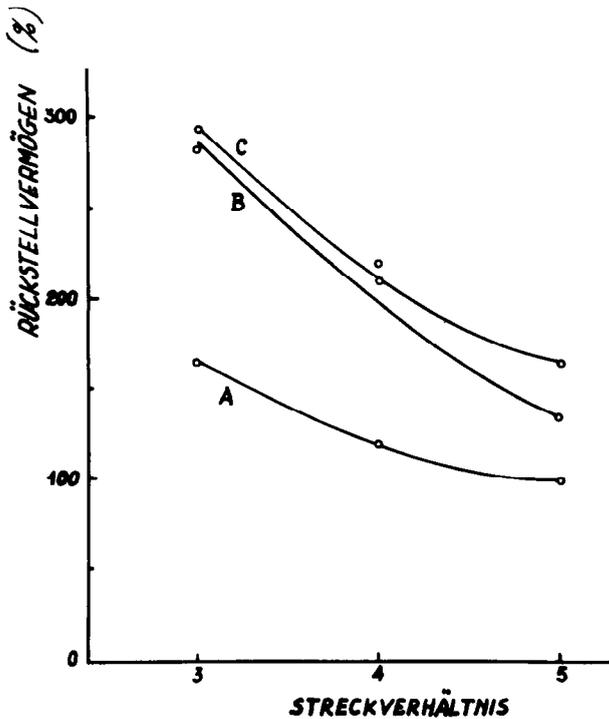


Abb. 7: Elastisches Rückstellvermögen bei Druckbeanspruchung als Funktion des Verstreckverhältnisses und der Fixierung
 A) verstreckter Faden
 B) verstreckter, bei 130°C und kontrollierter Schrumpfung fixierter Faden
 C) verstreckter, bei 130°C und freier Schrumpfung fixierter Faden

* Die freie Schrumpfung eines Fadens des Typs A bei einer Temperatur von 130°C ist praktisch nicht nutzbar, da sie von einer starken Verringerung der Reißfestigkeit begleitet ist, wohingegen diese Möglichkeit für einen Faden des Typs B gegeben ist (siehe Abb. 3 und 4).

** Das Rückstellvermögen bei Druckbelastung wird durch die Messung des spezifischen Volumens einer 2,4 g schweren, bei einem Druck von 300 at (V_0) eine Minute lang belasteten Probe und des spezifischen Volumens der gleichen Probe 30 Minuten nach Entlastung (V_1) bestimmt. Das Rückstellvermögen des Materials, das heißt seine Fähigkeit, nach Entlastung wieder in die ursprüngliche Lage zurückzufedern, wird durch folgende Beziehung gegeben:

$$\text{Rückstellvermögen} = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \cdot 100$$

c) Abrieb- oder Scheuerfestigkeit

Diese kurze Ausführung über den Einfluß des Herstellungsverfahrens auf die Fasereigenschaften soll mit der Behandlung einer Eigenschaft abgeschlossen werden, die einen entscheidenden Einfluß auf die Anwendungsmöglichkeiten der Polypropylenfaser besitzt: der Abrieb- oder Scheuerfestigkeit^{1,2)}.

Diese Größe ist in erster Linie von der Kristallinität abhängig, was auch aus Abbildung 8 hervorgeht, in der für Fäden unterschiedlicher Kristallinität die Abhängigkeit der Scheuertouren bis zum Faserbruch als Funktion der Belastung der Faser selbst wiedergegeben ist¹³⁾.

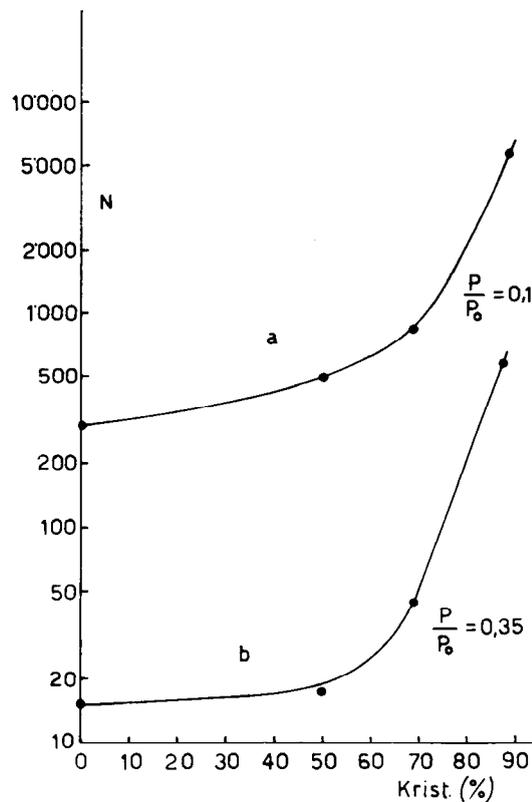


Abb. 8: Scheuerfestigkeit von Fäden unterschiedlicher Kristallinität als Funktion der angewandten Belastung⁴⁾

Anwendungsgebiete der Polypropylenfasern

Werfen wir nun einen Blick auf die verschiedenen Anwendungsgebiete der Polypropylenfasern.

a) Industrielle Einsatzmöglichkeiten

Da den Polypropylenfasern auf zahlreichen Gebieten von den Polyäthylenfasern der Weg geebnet wurde, soll an dieser Stelle auch kurz auf letztere eingegangen werden, um das den Polypropylenfasern entgegengebrachte Interesse besser bewerten zu können.

Als man vor ungefähr zehn Jahren in Italien mit der industriellen Produktion von Monofilen aus Niederdruckpolyäthylen begann, hatte man noch keine vollkommen klaren Vorstellungen von ihren Einsatzmöglichkeiten. Schon bald darauf erkannte man jedoch, daß die Vorzüge hoher Reißfestigkeit, verbunden mit geringer Dehnung und extrem niedrigem Gewicht, den Polyäthylenfasern das Eindringen in zahlreiche Sektoren gestatteten, die bis dahin von Natur- und anderen Synthesefasern beherrscht worden waren.

Das erste sich den Polyäthylenmonofilamenten erschließende Anwendungsgebiet war das des Seil- und Tauwerks, unter besonderer Berücksichtigung des Sektors Schifffahrt, auf dem der hydrophobe Charakter des Polyäthylens von allen Hochseefischern besonders geschätzt wurde.

Auch auf anderen Gebieten, wie zum Beispiel denen der Bespannungen für Liegestühle und Sonnenschirme, der Planen und Markisen, war eine lebhafte Entwicklung zu verzeichnen.

Die durch besondere Marktsituationen bedingt einsetzende starke Preissenkung für Polyäthylenfäden ließ dieselben schließlich auch in wichtige Einsatzbereiche der Landwirtschaft vordringen. Insbesondere für Hagelschutznetze konnte den Landwirten (infolge der Ausarbeitung einer zweckmäßigen Lichtstabilisierung durch spezielle UV-Absorber auf Basis von Ruß) eine Lebensdauer der Netze von wenigstens fünf Jahren garantiert werden.

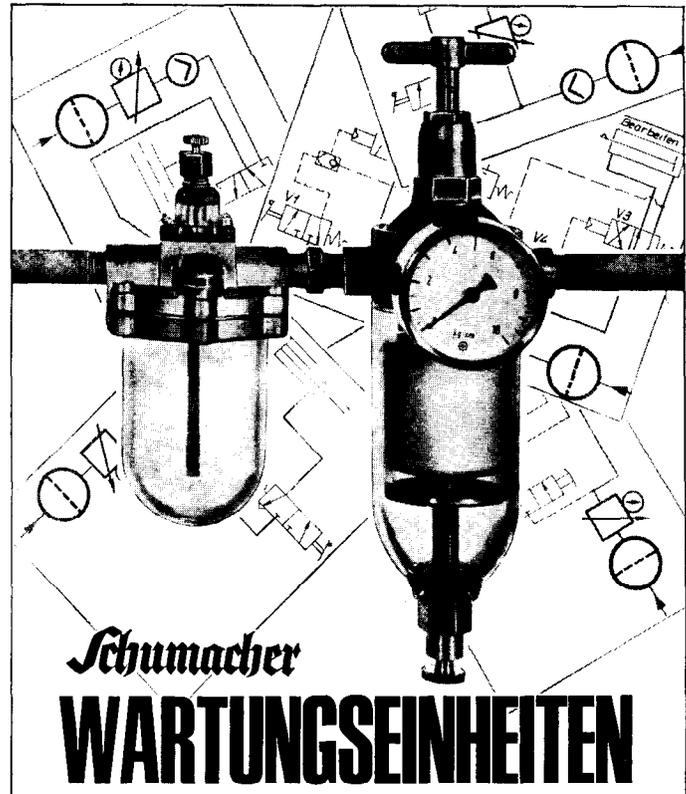
Eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten finden Polyäthylenfäden des weiteren auf technischen Sektoren, von denen hier nur einige aufgezeigt werden sollen. So haben sie sich zum Beispiel bei der Herstellung von Filtergeweben insbesondere in solchen Fällen bewährt, wo in Gegenwart sehr starker Säuren gearbeitet wird, die jede andere Faser angreifen würden.

Sie werden für Siebe, bei der Herstellung von Förderbändern und für Jalousiegurte eingesetzt. In Mischverarbeitung mit Naturfasern verleihen sie den Fertigartikeln bessere Beständigkeit usw.

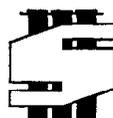
Allein für Italien ist ein jährlicher Verbrauch von ca. 3000 Tonnen Fäden auf Basis von Niederdruckpolyäthylen anzunehmen.

Die Einsatzmöglichkeiten der Polypropylenmonofilamente entsprechen mehr oder weniger jenen der Monofile auf Basis von Niederdruckpolyäthylen. Allerdings ist in allen hohen Lichtstabilität erfordernden Fällen Polyäthylen der Vorzug zu geben, während die Polypropylenmonofilamente den aus Polyäthylen hergestellten in bezug auf die Reißfestigkeit und die Höhe des Erweichungspunktes (besonders auf dem Gebiet des Seilwerks wichtig) ohneweiters überlegen sind.

Für industrielle Anwendungen kann Polypropylen nicht nur in Form von Monofilamenten, sondern auch als Endlos Garn eingesetzt werden, was die Erzielung höherer Reißfestigkeiten ermöglicht. Für den Sektor des Seil- und Tauwerks und der Fischernetze ist isotaktisches Polypropylen infolge der Herstellungsmöglichkeit von Fasern ausgezeichneter Reißfestigkeit (8 bis 9 g/den), hoher Scheuerfestigkeit, guter Schwimmfähigkeit sowie gleich hoher Trocken- und Naß-



Unsere Druckluft-Wartungseinheiten bestehen aus Filter, Regler und Öl-Nebler. Die Filter dienen zur Abscheidung von Öl, Wasser und Rohrleitungsschmutz aus der Druckluft. Die Regler, die mit dem Filter kombiniert sind, bestehen aus Reduzierventil und Manometer und sind für Vordrucke bis zu 10 atü geeignet. Der Sekundärdruck kann von 0-3 atü oder von 0-6 atü geregelt werden. - Der nachgeschaltete Öl-Nebler sorgt für eine exakte Schmierung beweglicher und gleitender Teile und dient als Korrosionsschutz.



Schumacher'sche Fabrik
712 Bietigheim

Telefon (07142) 77 21, Telex 72 42 17

Vertreter: Dipl. Ing. Clemens Frischherz
Wien I., Führichgasse 6, Telefon 52 72 72

festigkeit zur Fabrikation hochfester Endlosgarne für die Weiterverarbeitung besonders gut geeignet. Man kann behaupten, daß von sämtlichem heute hergestellten Seil- und Tauwerk auf Basis von Natur- oder Synthefasern dasjenige aus Polypropylen, selbst im Vergleich zu Polyäthylen, das leichteste und naßfesteste ist. Seile aus Polypropylenfasern besitzen eine Trockenreißfestigkeit, die jener mit hochfesten Polyamidfasern erzielten vergleichbar ist (Abb. 9).

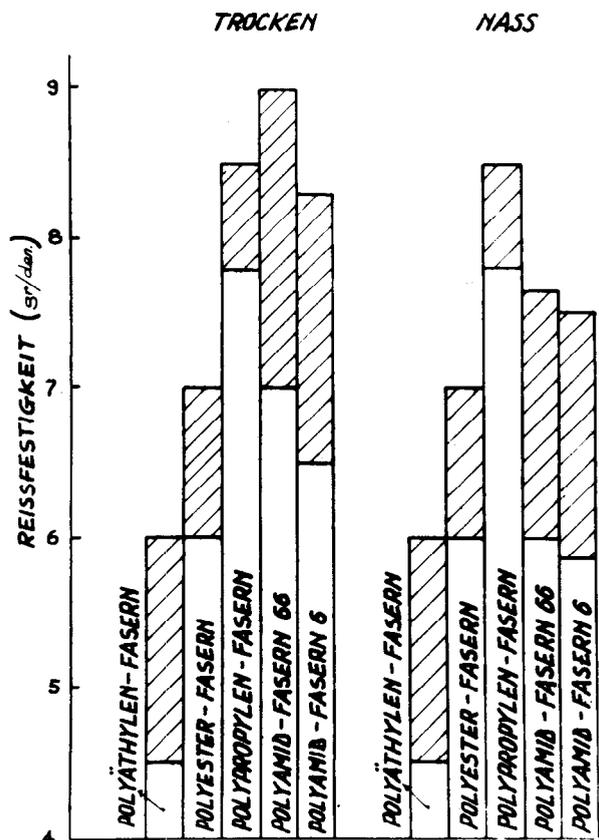


Abb. 9: Trocken- und Naßreißfestigkeit verschiedener Fasertypen (die schraffierte Zone entspricht dem Variabilitätsbereich)
 Aus: Polypropylenfaser - Heft 15 und 18
 Polymer S.p.A., Montecatini-Edison-Konzern

Zur Erzielung hochfester Endlosgarne ist, nach den vorherigen Ausführungen zu schließen, ein hohes Verstreckverhältnis und der Einsatz von Spinnfasern erforderlich, die neben hohem Molekulargewicht eine smektische nichtorientierte Textur aufweisen.

Neben den Verwendungsmöglichkeiten auf dem Sektor des Tau-, Seil- und Netzwerks stehen den Polypropylenfasern noch zahllose andere Anwendungsgebiete offen, was ihnen einen ständigen Verbrauchszuwachs sichert. In erster Linie besitzt Polypropylen eine derart hohe Kristallinität, daß es bei zweckmäßiger Stabilisierung für die Herstellung von Bürsten und Besen eingesetzt werden kann.

Auf dem Teppichsektor seien nicht die sich auf Hunderte von Tonnen belaufenden, insbesondere auf dem nordamerikanischen Markt für die Herstellung von Grundgeweben für Tufting-Teppiche eingesetzten Polypropylenfasermengen vergessen.

Eines der jüngsten Entwicklungsgebiete ist die Herstellung von sogenanntem "polisplit", das sind gereckte und gedrehte Bändchen, die als Ersatz des bekannten, in der Landwirtschaft verwendeten Bindegarns dienen und in Mischverarbeitung mit Jute für die Sackfabrikation umfangreichen Einsatz finden, worauf später im Kapitel „Gereckte Flachfäden“ noch näher eingegangen wird.

b) Dekorationsstoffe für die Inneneinrichtung

Die hohe Scheuerfestigkeit, Anschmutzresistenz und leichte Entfleckbarkeit sowie die große Auswahl an Spinnfarben machen Polypropylenfasern zu einem idealen Werkstoff für Dekorationsstoffe.

Aus der in Abbildung 10 für Wolle/Propylenfaser- und Baumwolle/Propylenfaser-Mischgewebe aufgezeigten Scheuerfestigkeit ist klar zu ersehen, welche Vorteile durch die Mischung mit Polypropylenfaser gegenüber reinen Natur-

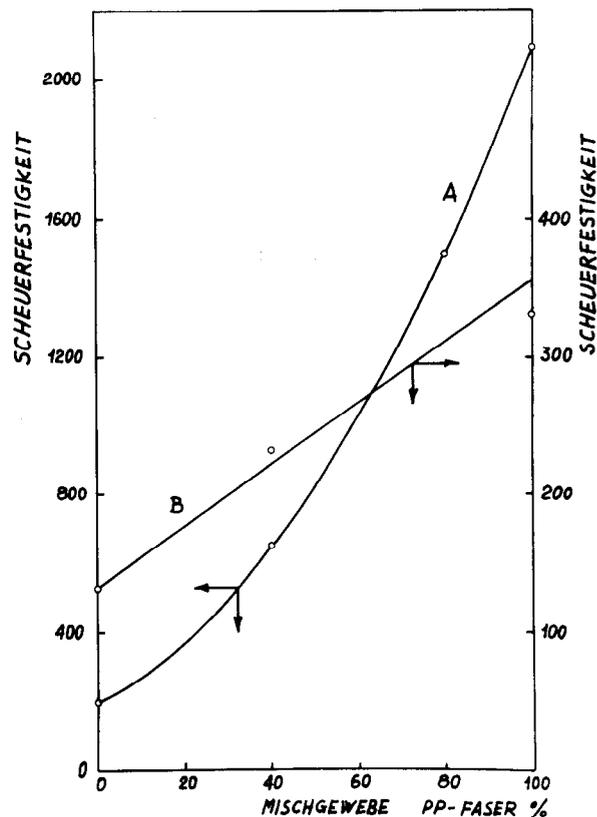


Abb. 10: Scheuerfestigkeit von Mischgeweben als Funktion des Polypropylenfaseranteils
 A) Wolle/Propylenfaser-Mischgewebe (250 g/m²)
 B) Baumwolle/Propylenfaser-Mischgewebe (180 g/m²)
 (ASTM D 1175-64T, Inflated Diaphragm Method Stoll Quartermaster - Schleifpapier 500 A)

fasergeweben erzielt werden können. Für die Herstellung von Dekorationsstoffen sind Fasern hoher Kristallinität einzusetzen.

c) Teppiche

Neben der hohen Scheuerfestigkeit, Anschmutzresistenz, leichten Waschbarkeit und dem großen Spinnfarbensortiment ist für diesen Anwendungszweck auch das hohe Rückstellvermögen bei starker Druckbeanspruchung, das heißt die elastische Erholung, für einen Erfolg der Polypropylenfasern ausschlaggebend gewesen.

Auf Grund der vorhergehend behandelten Erkenntnisse ist für diese Verwendung eine Polypropylenfaser hoher Kristallinität und geringer Orientierung einzusetzen, deren Formfestigkeit außerdem bis zu den normalerweise bei der Teppichherstellung auftretenden Temperaturen reichen muß.

d) Strick- und Wirkwaren

Auf dem Strick- und Wirkwarenssektor werden Polypropylenfasern für Unterwäsche wie auch für Oberbekleidung, sowohl allein als auch in Mischverarbeitung mit Wolle eingesetzt. Im Vergleich zur Wolle bietet die Polypropylenfaser höhere Scheuerfestigkeit und bessere Berstdruckfestigkeit, wie aus Abbildung 11 hervorgeht, in der diese Eigenschaften als Funktion des Polypropylenfaseranteils an den Wirkwaren dargestellt sind.

Wirkwaren aus Polypropylenfasern sind insekten- und mikrobensicher und können selbst bei ziemlich hohen Temperaturen gewaschen werden, ohne daß das bei Wollwaren so häufig auftretende nachteilige Filzen zu befürchten ist. Abbildung 12 zeigt die Schrumpfung von Polypropylen/Wolle-Wirkwaren nach fünf Wäschen bei 45°C als Funktion des Polypropylenfaseranteils.

Für Strick- und Wirkwaren sind hochkristalline, formfeste Fasern mit je nach Wirkwarentype mittlerer oder geringer Orientierung einzusetzen. Bisher wurden Polypropylenfasern lediglich für Wirkwaren normalen Typs verwendet. Derzeit ist die Forschung und Entwicklung dahingehend ausgerichtet, Mischungen normaler Polypropylenfasern mit solchen hoher Schrumpffähigkeit (oder Mischungen von Wolle mit Polypropylen-Schrumpffasern) zur Herstellung der für Acrylfasern bereits bekannten Hochbauschgarne ("high bulk") produktionsreif zu machen.

Nach diesem Verfahren können nach der Wärmebehandlung voluminösere und elastischere Garne und Wirkwaren erzielt werden, was der Polypropylenfaser auf diesem Gebiet neue Wege öffnen müßte¹¹⁾.

e) Kräuselgarn

Besonders interessant und für die Zukunft äußerst erfolgversprechend ist das Polypropylen-Kräuselgarn. Wie bekannt, beschäftigt man sich seit einigen Jahren mit der Entwicklung voluminöser Endlosgarne, bei denen im Gegensatz zu den herkömmlichen, aus parallelliegenden oder verdrehten Fasern bestehenden, für Damenunterwäsche (Poly-

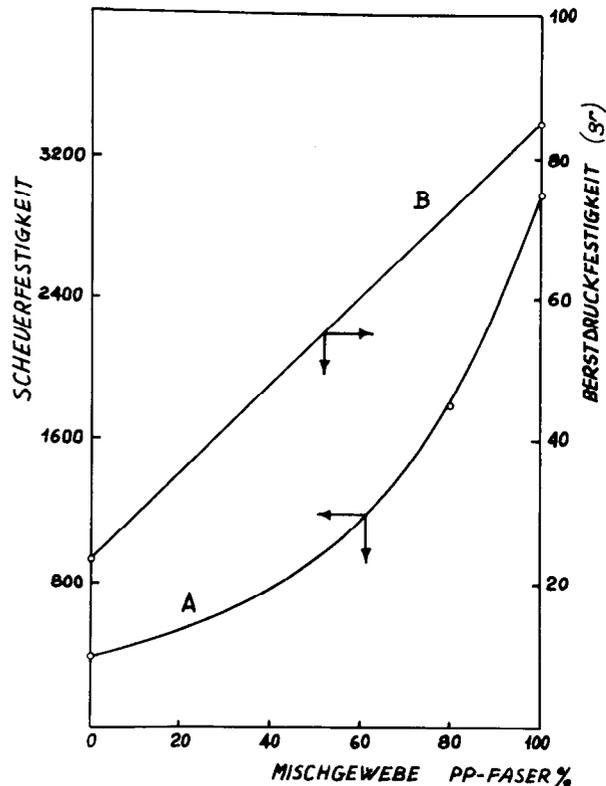


Abb. 11: Scheuerfestigkeit (Kurve A) und Berstdruckfestigkeit - UNI 424 - (Kurve B) von Wolle/Polypropylenfaser-Mischgewirken (Die Kurve A ist der im Literaturverzeichnis unter 14 angeführten Arbeit entnommen.)

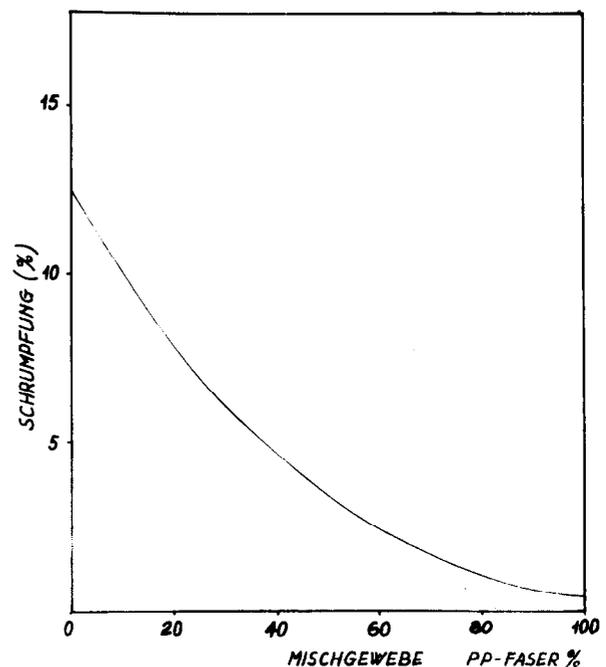


Abb. 12: Schrumpfung von Wolle/Polypropylenfaser-Mischgewirken als Funktion des Polypropylenfaseranteils¹⁴⁾

amidfasern) und Gardinenstoffe (Polyesterfasern) eingesetzten **endlosen** Garnen die einzelnen Fasern nicht mehr parallel liegen, sondern **unregelmäßige Verwindungen** unterschiedlicher Form aufweisen. **Diese** Garne sind hochvoluminos und nehmen eine Steilung zwischen dem normalen **Endlos-garn** und dem aus **Stapelfasern** gesponnenen **Garn ein**.

Die Herstellung von **Kräuselgarnen** ist im allgemeinen ein ziemlich schwieriger und kostspieliger Prozeß, für die **Erzeugung** der Kräuselung kennt man verschiedene **Methoden**, und **zwar** die **rein mechanische** (Falschdrahtverfahren, Stauchkammerbauschung und **Kantenkräuselung**), die **Düsenbauschung** (Tadan-Verfahren) sowie die Verwendung von **Zweikomponentengarnen** (der schmelzgesponnene Faden **weist** in diesem Falle **zwei** Hälften unterschiedlichen inneren Aufbaues auf, die durch begrenzte, spiralförmige oder unregelmäßige Verwindungen bewirkende Schrumpfunterschiede gekennzeichnet sind). **Am** verbreitetsten ist die rein mechanische Kräuselung. **Die** einzusetzende **Apparatur** ist davon abhängig, ob Garne **feiner oder grober** Titer, letzterer **speziell** für die **Teppichherstellung¹⁵⁾**, verarbeitet werden sollen.

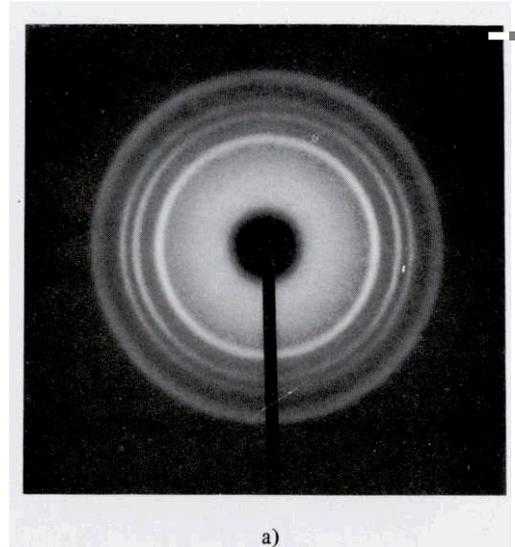
Die **Forschungs-** und **Entwicklungsarbeit** **zahlreicher** Firmen ist momentan besonders auf **Zweikomponentengarne** ausgerichtet. **Bei dieser** Methode ist jedoch darauf hinzuweisen, **daß** die Herstellung **derartiger** Garne komplizierte Extruderspinnköpfe **voraussetzt** und der **Fabrikationsprozeß** **ziemlich schwierig** ist.

Industriell werden **gebauchte** Polypropylen-Endlosgarne unterschiedlichen Typs hauptsächlich in Japan (feine Titer für den **Bekleidungssektor**) und in den **USA** (grobe Titer für **Teppiche**) hergestellt. Der Einsatz **isotaktischen** Polypropylens auf diesem Gebiet **ist besonders** interessant und vorteilhaft, da er durch einfache Wärmebehandlung der über normale Extruderspinnköpfe hergestellten und verstreckten Fäden unter **Umgehung** der **mechanischen** Kräuselung die **wirtschaftliche** Erzielung gebauchter Endlosgarne ermöglicht¹⁶⁾.

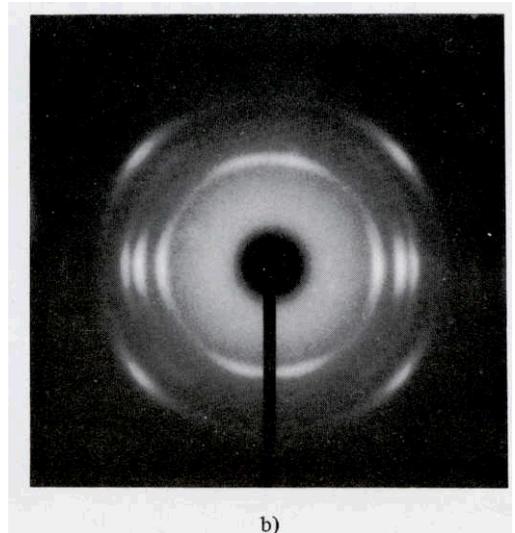
Ist für die Herstellung **normaler** Stapelfasern und Endlosgarne ein **schmelzgesponnener** Faden **smektischer** Struktur oder wenigstem von geringer **Kristallinität** erforderlich, so muß für die Erzeugung voluminöser Endlosfäden **vorausgesetzt** werden, daß der **Spinnfaden** **sehr** hohe **Kristallinität** und eine besondere Orientierung aufweist, wie im folgenden näher ausgeführt wird¹⁰⁾.

Beim **Schmelzspinnen** **isotaktischen** Polypropylens unter den zur Erzielung hoher **Fadenkristallinität** geeigneten **Extrusions-** und **Kühlbedingungen** können Garne unterschiedlicher Orientierung anfallen. **So** können diese Unterschiede von **einem praktisch** nichtorientierten bis zu einem **Garn** besonderer Orientierung (gekreuzte **Orientierung**) reichen.

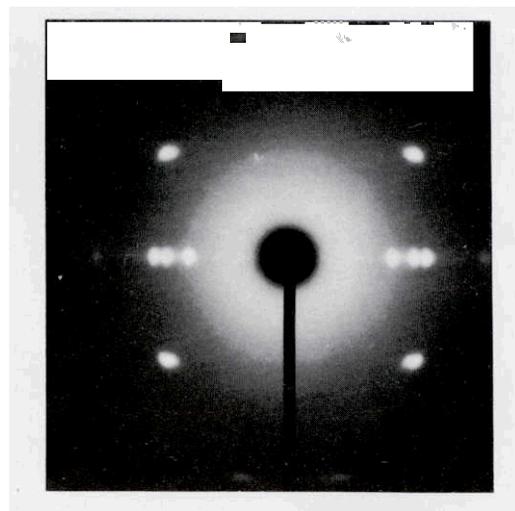
in **Abbildung 13** sind die **Röntgendiagramme** einer kristallinen nichtorientierten Faser (a) und die einer kristallinen Faser **gekreuzter** Orientierung (b) dem einer kristallinen Faser hoher Orientierung (c) **gegenübergestellt***. Im ersten Falle sind die **Kristalle** in allen Richtungen **gleichmäßig** verteilt, im **dritten** Falle sind sie vorzugsweise mit der **c-Achse**



a)



b)



c)

Abb. 13: Röntgendiagramme von Polypropylenfasern
 a) kristallin, nichtorientiert
 b) kristallin, gekreuzte Orientierung
 c) kristallin, stark orientiert

parallel zur Faserachse ausgerichtet, während im zweiten Falle dagegen Kristalle festzustellen sind, bei denen entweder die c- oder die a-Achse vorzugsweise parallel zur Faserachse liegt.

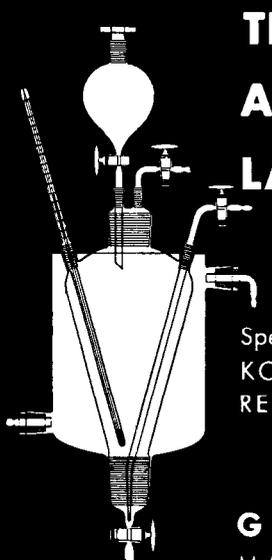
Die besondere, bereits bei anderen Polymerisaten (zum Beispiel bei Polyäthylen) gefundene kristalline Textur kann darauf zurückzuführen sein, daß vorzugsweise in Richtung der a-Achse gewachsene Kristallite zum Eindrehen in die Vorzugsrichtung neigen und sich in Richtung ihrer längeren Fläche parallel zur Faserachse orientieren¹⁷⁾. Obwohl der Verteilungsgrad der Achsen c und a um die Faserachse von gewisser Bedeutung ist, sind jedoch die für die Erzielung eines gereckten voluminösen Garns ausschlaggebenden Einflußgrößen des Spinnfadens durch die Kristallinität (c) und das Verhältnis I(040)/I(130) (h) zwischen den Intensitäten der Äquatorreflexe (040) und (130)** gegeben. Letzteres Verhältnis steigt mit zunehmendem Anteil der Kristallite mit in Richtung der Faserachse ausgerichteter a-Achse.

* Eine derartige Faser ist zwar nicht direkt im Schmelzspinnverfahren erzielbar, kann jedoch durch Wärmebehandlung eines amorphen, durch Verstreckung stark orientierten Fadens erhalten werden.

** Für eine kristalline nichtorientierte Faser liegt es bei 0,96, für eine kristalline Faser mit parallel zur Faserachse orientierter c-Achse der Kristallite bei 0,86.

Wir liefern für alle Industriezweige





**THERMOMETER
ARÄOMETER
LABORGERÄTE**

Spezialität:
KONTAKTHERMOMETER
RELAIS

**GLAS-TRIEBEL
MANNHEIM-KAFERTAL**

Die Erzielung gebauschter Endlosgarne hängt jedoch nicht allein vom geeigneten Aufbau der kristallinen Textur des schmelzgesponnenen Fadens, sondern auch von einer zweckmäßigen Verstreckung ab. Unter den wichtigsten Parametern sind hier die Verstreckungstemperatur und das Verstreckverhältnis zu nennen.

In Abbildung 14 ist die Voluminösität* in Funktion des Verstreckverhältnisses bei Verstreckungstemperaturen von 100 und 140°C und Einsatz schmelzgesponnener Fäden unterschiedlicher Kristallinität und gekreuzter Orientierung wiedergegeben. Die hierin angegebenen Werte können da-

* Die Fülligkeit oder Voluminösität wird als das spezifische Volumen des durch 0,2 g/den Belastung gespannten Fadens definiert.

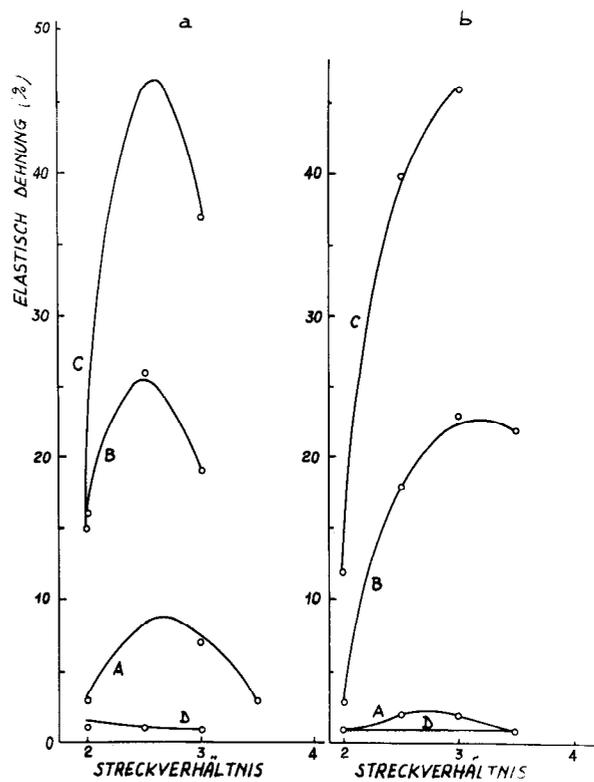


Abb.14: Voluminösität (Fadenfülligkeit) als Funktion des Verstreckverhältnisses

- a) Verstrecktemperatur 100°C
- b) Verstrecktemperatur 140°C

Die Spinnfäden besitzen folgende Kristallinität (c)* und gekreuzte Orientierung (h):

	c %	h
A	73	1,3
B	73	1,6
C	76	1,45
D	68	2,0

*Die für die Kristallinität angegebenen Werte sind nicht mit jenen vergleichbar, die der Abbildung 11 der im Literaturverzeichnis unter 10 angeführten Arbeit zugrunde liegen, da die Methode der Kristallinitätsbestimmung zur Erzielung genauerer, wenn auch nur relativ sicherer Werte abgewandelt wurde.

hingehend interpretiert werden, daß die Voluminösität mit zunehmendem Verstreckverhältnis ansteigt und in einigen Fällen ein Maximum erreicht. Des weiteren ist jedoch festzustellen, daß bei niedrigeren Verstreckungstemperaturen höhere Fülligkeitswerte erzielt werden können. Für hohe Fülligkeiten ist eine hohe Kristallinität des schmelzgesponnenen Fadens und ein entsprechender Grad gekreuzter Orientierung Voraussetzung.

Die Wahl geeigneter Fabrikationsbedingungen und damit der Aufbau spezieller kristalliner Texturen im schmelzgesponnenen und verstreckten Faden ermöglicht die Herstellung von Fertigwaren, die neben einer gewissen Fülligkeit noch andere, für die verschiedenen Anwendungssektoren unerläßliche Eigenschaften aufweisen. Unter diesen sind vor allem die Elastizität und die Beständigkeit bei starker Druckbeanspruchung zu nennen. Erstere ist besonders beim Einsatz des Bauschgarnes für spezielle Zwecke auf dem Wirkwarenssektor (zum Beispiel für Badeanzüge), letztere hingegen für Teppiche ausschlaggebend, deren Stauchelastizität, das heißt Trittfestigkeit, durch sie bedingt ist.

Unter dem Begriff Elastizität ist die Fähigkeit des Fadens zu verstehen, sich im niedrigen Spannungsbereich unter Belastung zu dehnen und darauf nach Entspannung wieder in die ursprüngliche Lage zurückzufedern. Diese elastische Dehnung betrifft nicht den Faden selbst, sondern lediglich die Kräuselung und hängt von der Form und der Frequenz der Verwindung ab. Zur Bestimmung der elastischen Eigenschaften des voluminösen Fadens kann die Dehnbarkeit (d) und das elastische Rückstellvermögen (r) herangezogen werden*.

In Abbildung 15 ist die Dehnbarkeit für die in Abbildung 14 untersuchten Fäden in Funktion des Verstreckverhältnisses bei Verstreckungstemperaturen von 100 und 140°C wiedergegeben. Das Rückstellvermögen der Fäden liegt stets zwischen 90 und 100 Prozent, sodaß die vorhin erwähnte Dehnbarkeit als praktisch vollkommen elastisch angesehen werden kann.

Auch für die elastische Dehnung der Fäden im niedrigen Spannungsbereich ist in Abhängigkeit vom angewandten Verstreckverhältnis ein Maximum festzustellen, mit Ausnahme des Falles, in dem höhere Streckverhältnisse nicht möglich waren. Wie zu erwarten war, besteht zwischen der Voluminösität und der elastischen Dehnung im niedrigen Spannungsbereich eine ziemlich enge Beziehung, da beide von der Verwindungsform der einzelnen Fäden abhängen. Trotzdem können aber durch Einsatz unterschiedlicher Spinnfädentypen und durch Variation der Verstreckungsbedingungen Kräuselgarne erzielt werden, die bei gleicher

Voluminösität unterschiedliche elastische Dehnungen aufweisen.

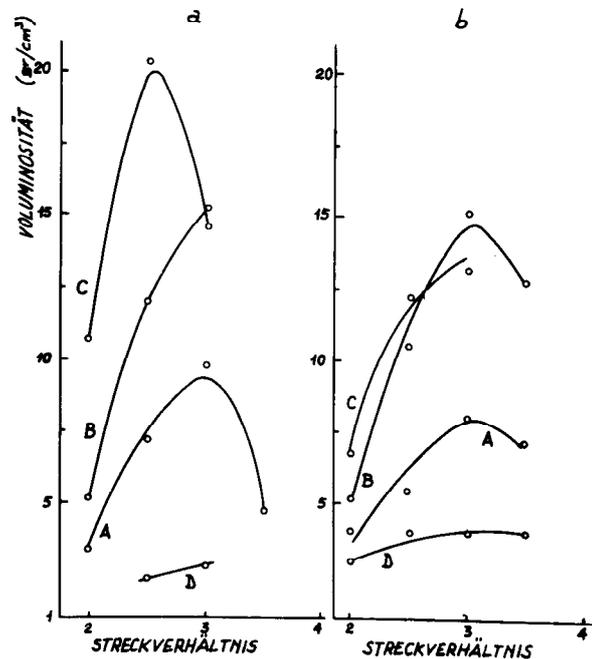


Abb.15: Elastische Dehnung als Funktion des Verstreckverhältnisses (Spinnfäden unterschiedlicher Kristallinität (c) und gekreuzter Orientierung (h) wie in Abbildung 14)¹⁸⁾
 a) Verstrecktemperatur 100°C
 b) Verstrecktemperatur 140°C

Bei röntgenographischer Analyse verstreckter Fäden ist mit zunehmendem Verstreckverhältnis eine progressive Abnahme der gekreuzten Orientierung in dem Sinne festzustellen, daß sich der Anteil der mit der a-Achse parallel zur Faserachse orientierten Kristalle verringert. Gleichzeitig damit erhöht sich die Verteilung der Kristallite um die Faserachse bis zum Erreichen eines bestimmten Verstreckungsgrenzwertes, um bei Überschreiten desselben wieder abzunehmen.

Die Kristallinität der verstreckten Fäden verringert sich gleichmäßig mit zunehmendem Verstreckverhältnis. Die bei der Voluminösität und elastischer Dehnung festzustellenden Maxima (Abb. 14 und 15) entsprechen besonderen Kristallinitäts- und Orientierungssituationen, deren Definition bis heute noch nicht abgeschlossen werden konnte.

In Abbildung 16 ist die vorhergehend definierte elastische Rückstellung nach Druckbelastung als Funktion des Verstreckverhältnisses für Recktemperaturen von 100 und 140°C und schmelzgesponnene Fäden unterschiedlicher Eigenschaften aufgezeichnet.

Im Gegensatz zur Voluminösität und der elastischen Dehnung nimmt die Rückstellung nach Druckbelastung mit Erhöhung des Verstreckverhältnisses im Bereich von 2 bis 3,5 ab. Es kann beobachtet werden, daß diese Größe bei Verstreckverhältnissen von unter 1 : 2 ein Maximum zeigt. Bei

* Die Dehnbarkeit und das elastische Rückstellvermögen sind durch folgende Beziehung gegeben:

$$d = \frac{L_1 - L_{0,2}}{L_{0,2}} \cdot 100 \quad r = \frac{L_1 - L'_{0,2}}{L_1 - L_{0,2}} \cdot 100,$$

in denen $L_{0,2}$, L_1 und $L'_{0,2}$ die Länge des mit 0,2 g/den gespannten Fadens, die Länge des mit 1 g/den gespannten Fadens und die Länge des von 1 g/den auf 0,2 g/den entlasteten Fadens darstellen.

einer derart geringen Verstreckung erreichen jedoch die mechanischen Eigenschaften kein für den praktischen Einsatz annehmbares Niveau.

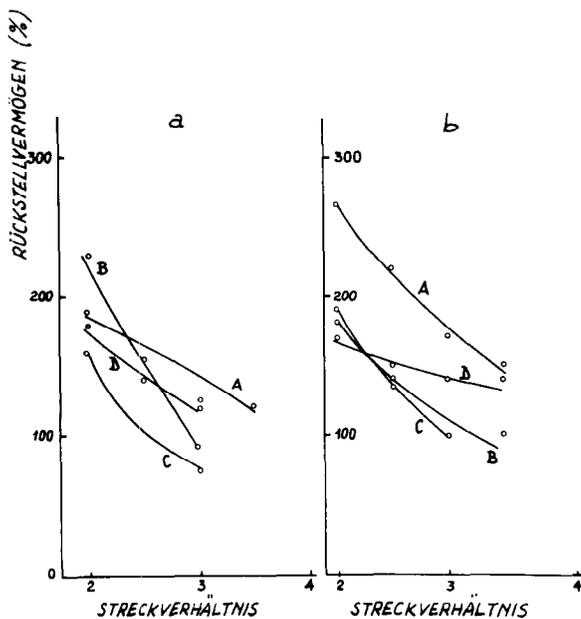


Abb. 16: Elastische Rückstellung nach Druckbelastung als Funktion des Streckverhältnisses (Spinnfäden unterschiedlicher Kristallinität (c) und gekreuzter Orientierung (h) wie in Abbildung 14¹⁸⁾

- a) Verstreckungstemperatur 100°C
b) Verstreckungstemperatur 140°C

Aus der vergleichenden Gegenüberstellung der Abbildungen 15 und 16 ergibt sich, daß die geeignetsten Fabrikationsbedingungen je nach dem dem Faden zugedachten Verwendungszweck zu wählen sind (und damit die zweckentsprechendste kristalline Textur der schmelzgesponnenen Fäden), um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen. So können, je nach Bedarf, neben für die Teppichherstellung geeigneten Garnen hoher elastischer Rückstellung nach Druckbelastung, mäßiger Voluminösität und geringster Elastizität, hochvoluminöse Garne für den Einsatz auf dem Strick- und Wirkwarenssektor erhalten werden.

Die bisher behandelten Eigenschaften (wie zum Beispiel die Rückstellung nach Druckbeanspruchung) können oft selbst in erheblichem Maße durch zweckmäßige Wärmebehandlung unter geeigneten Bedingungen beeinflußt werden.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß, neben den hier ausführlicher untersuchten Eigenschaften, auch den allgemeinen mechanischen Eigenschaften, wie Festigkeit und Bruchdehnung, das ihnen zustehende Gewicht beizumessen ist.

Mit diesen kurzen Ausführungen über die gebauschten Endlosgarne wurde, glauben wir, ein weiterer Beweis für die Vielseitigkeit des isotaktischen Polypropylens auf dem Gebiete der Synthesefasern erbracht, die seinen Einsatz unter technisch und wirtschaftlich vorteilhaften Bedingungen für

die verschiedensten Verwendungszwecke ermöglicht, die von den Fasern oft sehr unterschiedliche, manchmal sogar einander widersprechende Eigenschaften fordern.

f) Anfärbbare Fasern

Durch die Kohlenwasserstoffstruktur und den hydrophoben Charakter wird das Färben der reinen Polypropylenfaser nach den üblichen Färbemethoden sehr erschwert. Alle zur Anfärbung der Polypropylenfaser unter besonderer Berücksichtigung der Dispersionsfarbstoffe (plastolösliche Farbstoffe) durchgeführten Versuche konnten, durch die Schwierigkeit der Erzielung zufriedenstellender Farbtintensitäten und vor allem aber durch die geringe Echtheit der Färbungen bedingt, keine Erfolge verzeichnen.

Für die Herstellung anfärbbarer Polypropylenfasern wurden verschiedene Verfahren vorgeschlagen¹⁹⁾, die in zwei sehr unterschiedliche Kategorien gegliedert werden können.

Die zur ersten Verfahrensgruppe zählenden Methoden sehen zur Erhöhung der Farbstoffaufnahmefähigkeit eine Modifikation der chemischen Eigenschaften der Faseroberfläche vor. Dieses Verfahren wurde in unseren werkseigenen Laboratorien eingehend untersucht. Durch Aufpfropfen von polare Gruppen enthaltenden, durch Polymerisation von polaren Vinylmonomeren, wie Acrylsäure, Methylacrylat usw., gewonnenen Seitenketten auf die Polypropylenfaser konnten deren Eigenschaften an der Oberfläche modifiziert werden. Die Pfpolymerisation wird durch freie Radikale, wie zum Beispiel oxydische Radikale, der autokatalytischen Wärmeoxydation des Polypropylens in Sauerstoff initiiert. In diesem Falle begünstigen die an der Polypropylenkette gebildeten Radikale eher die Pfpolymerisation²⁰⁾. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die Oberflächenpfpolymerisation von Polypropylenfasern auch zum großen Teil durch Verwendung radikalbildender Initiatoren (wie zum Beispiel Benzoylperoxyd) durchgeführt werden kann, und zwar auf Grund der Leichtigkeit, mit der sich das freie Radikal auf das tertiäre Kohlenstoffatom der Polypropylenkette übertragen läßt. Diese Methode bietet jedoch wie alle anderen auf der Modifikation der Faseroberfläche basierenden den Nachteil, daß beim Gebrauch der Waren auf Oberflächenabrieb zurückzuführende Farbveränderungen auftreten können.

Andererseits bietet das eine gleichmäßigere Verteilung der anfärbbaren Faserteile sichernde Schmelzspinnen eines wie oben hergestellten Pfpolymerisats zu Fasern erhebliche Schwierigkeiten, die die Erzielung konstanter Produktionsqualität ausschließen.

Andere Verfahren, Polypropylen anzufärben, beruhen auf der Mischung des Polypropylens vor dem Verspinnen mit für die Farbstoffaufnahme geeigneten Substanzen. Zu diesem Zweck können entweder niedermolekulare Stoffe, wie zum Beispiel gewisse, von der Hercules Powder Co.²¹⁾ vorgeschlagene Metallverbindungen der achten Gruppe, oder mit Polypropylen vor dem Schmelzspinnen mischbare polare Polymerisate eingesetzt werden.

Der größte Teil der zur Modifizierung der Polypropylenfaser unternommenen Versuche kann bisher auf industrieller Ebene noch keine Erfolge verzeichnen, was auf verschiedenen Gründen beruht, von welchen hier nur die wichtigsten kurz umrissen seien:

- Komplizierter Fabrikationszyklus
- Geringe Echtheit der Färbungen
- Keine die Gleichmäßigkeit der Färbungen sichernden Färbemethoden

Relativ einfach erscheint dagegen die Modifikation durch Zusatz azotierter Polykondensate, deren polare Gruppen zur Bindung anionischer Farbstoffe befähigt sind²²). Letzteres Verfahren wurde in Italien industriell von der POLYMER, Konzerngesellschaft der Montecatini Edison, entwickelt, was zur Herstellung der unter dem Warenzeichen MERAKLON DL in den Handel gebrachten Polypropylenfaser führte. Der Erfolg dieser Faser ist nicht nur auf ihr färberisches Verhalten, sondern auch auf den einfachen Fabrikationsprozeß zurückzuführen, der keine wesentlichen Variationen beim Schmelzspinnen und bei der Fertigstellung der Polypropylenfaser verlangt.

Der alleinige Zusatz azotierter Polykondensate könnte der Faser jedoch nicht die gewünschten färberischen Eigenschaften sichern, würde sie nicht einer Nachbehandlung unterworfen, die ihren ausgeprägt hydrophoben Charakter abschwächt und die Bindung saurer Farbstoffe durch die basischen polaren Gruppen des Polykondensates erleichtert.

Das der MERAKLON DL-Faser entgegengebrachte Interesse ist auf die färberische Vielseitigkeit dieser Faser zurückzuführen, die die Erzielung einer umfangreichen Auswahl von Farbtönen ermöglicht, deren Intensität und Echtheiten mit jenen der auf Wolle und anderen, mit sauren Farbstoffen anfärbaren Kunst- und Synthesefasern (zum Beispiel Polyamidfasern, modifizierte Acrylfasern usw.) erreichten vergleichbar sind.

Mit Ausnahme des zur Erzielung gleicher Färbungen erforderlichen Einsatzes verschiedener, die Färbegeschwindigkeit der Faser herabsetzender und die Migration der Farbstoffe erleichternder Hilfsmittel unterscheiden sich die Färbverfahren für MERAKLON DL nicht von den für Wolle üblichen. Derzeit ist eine umfassende anwendungstechnische Entwicklung dieser Faser lediglich für die Teppichherstellung (Titer der Einzelfaser 15 den) und in Mischung mit Baumwolle für Florgewebe (Titer der Einzelfaser 6 den) vorgesehen.

Für die Färbung von Florgeweben wurde eine Methode ausgearbeitet, die es ermöglicht, im Einbadverfahren gleichzeitig die Baumwolle mit Direktfarbstoffen und MERAKLON DL mit sauren Farbstoffen zu färben.

Für die nächste Zukunft läßt sich außerdem eine weitere Entwicklung auf dem Gebiet der Strick- und Wirkwaren für Oberbekleidung, insbesondere in Mischverarbeitung mit Wolle, voraussehen. Das Einfärben bietet bei Mischverarbeitung mit Wolle keine besonderen Schwierigkeiten, da beide Fasern Affinität für die gleiche Farbstoffgruppe besitzen. Bis zur Entwicklung der anfärbaren Polypropylenfaser

verwendete man zur Erzielung farbiger Polypropylenfasern die Methode der Spinnfärbung. Auch auf diesem Gebiet konnte durch sorgfältige Auswahl der geeignetsten Pigmentfarbstoffe ein umfangreiches Sortiment von Farbtönen höchster Echtheiten erreicht werden. Natürlich konnte jedoch auch die reichhaltigste Spinnfarbenauswahl nicht immer sämtlichen Anforderungen der Praxis gerecht werden, da die nach diesem Verfahren erzielbare Zahl von Farbtönen aus leicht verständlichen organisatorischen Gründen stets Beschränkungen unterworfen ist. Mit der Entwicklung der anfärbaren Faser konnte somit zahlreichen praktischen Bedürfnissen entsprochen werden, was der Polypropylenfaser weitere Wege ebnet.

g) Gereckte Flachfäden

Eines der jüngsten Entwicklungsgebiete ist die Herstellung gereckter Flachfäden. Dieses neue Produkt wird in Italien unter der Bezeichnung „synthetischer Bast“ geführt, da es in seinen Eigenschaften und Einsatzgebieten dem in der Landwirtschaft und im Handwerk vielfach verwendeten Naturfaserbast sehr ähnlich ist. Eine erschöpfende Bewertung der gereckten Flachfäden ist infolge der erst kürzlich angelaufenen industriellen Produktion in allen Einzelheiten noch nicht möglich. Auf Grund des Rohstoffpreises und der leichteren Verarbeitung wurde unter den verschiedenen für dieses Gebiet geeigneten Kunststoffen außer dem Niederdruckpolyäthylen in der Praxis vor allem dem Polypropylen der Vorzug gegeben²³).

Der Fabrikationsprozeß der gereckten Flachfäden, auch Kunststoffbändchen genannt, zeichnet sich durch größte Einfachheit der Anlage und leichte Überwachung aus. Er ermöglicht bei geringsten Produktionskosten die Erzielung von Artikeln, für deren Herstellung bisher weitaus teurere Verfahrenstechniken erforderlich waren.

Nach dem neuen Verfahren werden zunächst den normalen Verpackungsfolien vollkommen gleiche Folien erzeugt. Diese werden in einem weiteren Arbeitsgang in Bänder zerschnitten, die bei einem bestimmten Verstreckverhältnis* in Extrusionsrichtung heiß verstreckt werden. Im Vergleich zu den im Extrusionsspinnverfahren hergestellten Rundfäden bieten die gereckten Flachfäden auf Grund ihres flachen Querschnittes hinsichtlich Produktion und Anwendungsmöglichkeiten zahlreiche Vorteile. Die Kunststoffbändchen, insbesondere diejenigen aus hochverstrecktem Polypropylen, neigen zum Aufspießen in Längsrichtung, was durch Drehung noch erhöht werden kann und den so erzielten Fäden dem Naturbast und Sisal ähnliche Eigenschaften verleiht, die ihnen neue Anwendungsgebiete erschließen.

Die Anwendungsmöglichkeiten der gereckten Flachfäden können in zwei große Sektoren gegliedert werden:

Für den ersten Sektor, das heißt für die textile Verarbeitung zu Geweben, werden normal verstreckte Flachfäden feinen

* Das Verstreckverhältnis ist, wie im folgenden ausgeführt wird, auf Basis der für den Fertigartikel gewünschten Eigenschaften festzulegen.

Titers ohne oder mit nur geringer Aufspießneigung (Textilbast) eingesetzt. Eine besonders interessante Verwendung finden diese Fäden für Grundgewebe (backing) von Tufting-Teppichen (tufted carpets).

Für den zweiten Sektor dagegen stellt man hochverstreckte Flachfäden groben Titers her, denen durch Drehung ein hoher Aufspießgrad und damit Faserstruktur verliehen wird (Spießbast), was ihren Einsatz als Bidegarn oder als Litze für Seilwerk ermöglicht.

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten, verbunden mit den geringen Kosten, dem einfachen Fabrikationsprozeß und den guten Einsatzaussichten, ermöglichen diesem neuen Produkt das Vordringen in Gebiete, die bisher Naturprodukten oder nach kostspieligen Verfahren hergestellten Synthetica vorbehalten waren.

Literatur:

- 1) G. Natta - Österr. Chemiker Z. 62, 205 (1961)
- 2) A. Coen, F. Bertinotti, G. Petraglia - Atti del XV. Congresso Internazionale delle Materie Plastiche, Torino 1963, pag. 145
- 3) G. Petraglia - Centro Ricerche "Polymer", Terni (unveröffentlichte Angaben)
- 4) V. Cappuccio, A. Coen, F. Bertinotti, W. Conti - Chim. e Ind. 44, 463 (1962)
- 5) A. Coen, G. Petraglia - Materie Plastiche (in Vortragsveröffentlichungen)
- 6) M. Compostella, A. Coen, F. Bertinotti - Angew. Chem. 74, 618 (1962)
- 7) W. C. Sheehan, R. E. Wellman - J. Appl. Polymer Sci. 9, 3597 (1965)
- 8) E. Ross, J. Stanley - J. Appl. Polymer Sci. 9, 2729 (1965)
- 9) W. C. Sheehan, R. E. Wellman, T. B. Cale - Proceeding of Symposium on Polypropylene Fibers - Southern Research Institute - September 1964
- 10) G. Natta, A. Coen, F. Bertinotti, G. Crespi - XIV. Hungarian Textile Conference (1964)
- 11) F. Bertinotti, E. Danielli - Centro Ricerche "Polymer", Terni (unveröffentlichte Angaben)
- 12) S. E. Ross, H. W. Wolf - J. Appl. Polymer Sci. 10, 1557 (1966)
- 13) W. Conti - Materie Plastiche 28, 718 (1962)
- 14) K. West - J. Textile Inst. 53, 465 (1962)
- 15) B. L. Hathorne - Woven Stretched and Textured Fabrics - Interscience Publishers - John Wiley & Sons, New York, 1964
- 16) D. Maragliano, F. Denti - U.S. Patent 3 019 507, Pr. 11. 4. 1957, Montecatini
- 17) S. L. Aggarwal, G. P. Tilley, O. J. Sweeting - J. Appl. Polymer Sci. 1, 91 (1959)
- 18) E. Damiani, P. Olivieri - Centro Ricerche "Polymer", Terni (unveröffentlichte Angaben)
- 19) V. L. Erlich - Modern Textiles Mag. 46(2), 23 (1965); 46(3), 36 (1965)
- 20) G. Natta, E. Beati, F. Severini - Ital. Patent 564 711, angem. 14. 3.1956, Montecatini
- 21) Franz. Patent 1 314 410, Pr. 5., 10., 13., 19., 25.10.1960; 13.12.1960; 10. 2.1961; 6. 9.1961, Hercules Powder Co.
- 22) Engl. Patent 992 011, Pr. 20. 7.1960, Montecatini
- 23) Handbook of Polyolefine Fibers - Ed. Gordon (1967)

Diskussion

Dr. Daimler: Meine Frage betrifft die Lichtbeständigkeit. Hat man Zusatzmittel gefunden, die Lichtbeständigkeit zu erhöhen? Ist es möglich, darüber nähere Angaben zu machen?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Die Lichtbeständigkeit ist heute nicht mehr ein technisches, sondern ein ökonomisches Problem. Viele amerikanische Firmen erzeugen Polypropylenfasern für Verwendungszwecke im Freien. Hiefür muß man einen größeren Anteil an Stabilisatoren einbauen, und dieser kostet dementsprechend viel. Die Lichtbeständigkeit ist daher nur eine Frage des Zusatzes an Stabilisatoren.

Dr. Albrecht: Für den Außeneinsatz besteht das Problem darin, wieviele und welche Stabilisatoren hinzugefügt werden. Das Stabilisieren des Polypropylens gegen Licht und Wärme scheint aber gelöst zu sein.

Dr. Studt: Welche Stabilisatoren benutzen Sie und in welchen Mengen? Außerdem erwähnten Sie die gute Festigkeit von Polypropylen und nannten 9 g/den. Ich möchte darauf hinweisen, daß man auch mit anderen Chemiefasern, wie zum Beispiel mit Polyamid und Polyester, heute die gleichen Festigkeiten erzielen kann, wenn nicht sogar höhere. Diese Synthefasern haben auch einen höheren Schmelzpunkt und weisen daher eine bessere Wärmestabilität auf. - Sie nannten die Verwendung von Polypropylen in Tufting-Geweben,



30 Jahre Klimatechnik im Dienste der Textilindustrie befähigen zur Lösung aller Klimatechnischen Aufgaben.

In **10** Jahren mehr als **400** Klimonapparate ausgeliefert.



ING. R. HIEBEL

KOMMANDITGESELLSCHAFT FÜR HYDRO- UND KLIMATECHNIK

1140 WIEN, LINZER STRASSE 221
Telefon 94 21 06

zeigten uns aber in einer Tabelle, daß bei 130°C der Schrumpf bei etwa 12 Prozent liegt - wahrscheinlich bei der Heißluftschumpfung. 12 Prozent sind für diesen Verwendungszweck jedoch viel zu viel. Nach unserer Erfahrung darf man nur einen Schrumpf von höchstens 3 bis 4 Prozent zulassen.

Dir. Dr. Ing. Compostella: Wir verwenden zwei Arten von Stabilisatoren. Der erste ist ein Antioxydans, der zweite absorbiert die ultravioletten Strahlen. Ihr Anteil beträgt je 0,5 Prozent. - Die mechanischen Eigenschaften von Polypropylen ähneln jenen von Polyamid. Man kann die gleichen Festigkeiten erreichen, aber Polypropylen ist billiger in der industriellen Erzeugung. Zur Zeit bewirkt jedoch die Überproduktion von Nylon, insbesondere die Erzeugung von Reifenkord, einen sehr niedrigen Verkaufspreis, sodaß Polypropylen nur schwer in den Markt eindringen kann. Der Preis des Polyamids geht seit zehn Jahren ständig zurück, sodaß er bald nicht weiter reduziert werden kann.

Die Schrumpfungswerte, die ich Ihnen in Abbildung 6 gezeigt habe, sind in Glycerin bestimmt worden (in Luft sind diese Werte dementsprechend niedriger). Außerdem handelt es sich hier um gestreckte, aber nicht wärmebehandelte Fasern. Die industriell erzeugte Faser wird gewöhnlich wärmebehandelt, und ihre Schrumpfung beträgt ungefähr 2 bis 3 Prozent.

Das Problem der Schrumpfung ist lösbar. In den USA werden 30 000 Tonnen Polypropylen-Endlosgarn für Tufting-Teppiche erzeugt und verkauft.

Dr. Riggert: Wieviel Prozent beträgt die kontrollierte Schrumpfung?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Kontrollierte Schrumpfung bedeutet, daß keine Schrumpfung auftritt.

Dr. Riggert: Für die Verarbeitung von Polypropylen zu Fasern werden meist Spinnrohstoffe mit schmaler Molekulargewichtsverteilung bevorzugt. Hiedurch wird der Spinn-Streckprozeß erleichtert. Was sind die physikalischen Gründe dafür?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Auf Grund des Einflusses der Molekulargewichtsverteilung auf die Rheologie und die Kristallisationskinetik des Polypropylen hat sich gezeigt, daß eine enge Molekulargewichtsverteilung einer Verringerung der elastischen Komponenten des geschmolzenen Polypropylen und der Geschwindigkeit der Kristallisation entspricht. Durch ersteres wird das Spinnen, durch das zweite dagegen die Streckung erleichtert, weil dadurch ein Spinnfaden smektischer Struktur leichter zu erhalten ist.

Dr. Riggert: In den USA wird dem Polypropylen Polyvinylpyridin als farbstoffaffine Komponente zugesetzt. Entspricht das ungefähr ihrer Substanz hinsichtlich der färberischen Eigenschaften?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Wir haben sie auch verwendet, aber nicht in MERAKLON DL.

Dr. Riggert: Wie verhält sich Ihre Faser puncto Anfärbbarkeit im Vergleich zu der amerikanischen?

Dir. Dr. Ing. Compostella: In den USA färbt man häufig mit Dispersionsfarbstoffen, MERAKLON DL dagegen wird meist mit sauren Farbstoffen gefärbt. Einige amerikanische Firmen sind auch schon so weit, daß sie mit sauren Farbstoffen anfärbbare Fasern produzieren, jedoch hatten sie damit bis heute noch keine wesentlichen Erfolge.

Dr. Harder: Nach den bisherigen Erfahrungen wird Unterwäsche aus Polypropylenmaterial nach verhältnismäßig wenigen Wäschen grau. Deswegen konnten sich die Polypropylenfasern auf dem Gebiet der Unterwäsche - bzw. überhaupt der ungefärbten Wäsche - nicht recht durchsetzen. Nach unseren Untersuchungen liegt das daran, daß die Polypropylenfaser dazu neigt, Fett aufzunehmen und Schmutzteilchen festzuhalten. Ist bekannt, worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist und wie sie eingeschränkt werden könnte?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Das ist gewiß ein Problem für die Polypropylenfaserhersteller, aber auch für alle anderen Chemiefasererzeuger.

Dr. Harder: Wir haben Gewebe aus Polypropylen mit solchen aus Polyamid/Baumwolle vernäht und unter völlig gleichen Bedingungen in Gegenwart von Schmutzwäsche gewaschen. Dabei zeigte sich, daß die Polypropylenfasergewebe stärker zum Vergrauen neigen als die aus anderen Fasern.

Dir. Dr. Ing. Compostella: Darüber liegen bei uns noch keine Ergebnisse vor. Wir haben uns vor allem mit Teppich- und Maschenware beschäftigt.

Ing. Pajgrt: Wir haben schon verschiedene Versuche mit Meraklonfasern unternommen. Nur in der Mackie-Spinnerei erhielten wir keine guten Ergebnisse. Haben vielleicht einige der anwesenden Herren schon Erfahrungen damit gemacht? Bei der Herstellung von Tufting-Teppichen zeigt sich starkes Pilling, das unserer Meinung nach nicht von der Herstellung der Fasern stammt, sondern aus ihren Eigenschaften resultiert. Gibt es schon Untersuchungen über die Anfärbungen von nickelmodifizierten Fasern?

Dr. Albrecht: Das Mackie-Verfahren für langstapelige Fasern wirft einige Probleme auf, die in der Weichheit und Kräuselung des Materials begründet sind. Man muß unter Umständen mit der Titerwahl größer werden. Das ist aber nur meine persönliche Schlußfolgerung.

Dir. Dr. Ing. Compostella: Um das Pilling zu vermeiden, ist es besser, lange Fasern zu verwenden (Mackie-Verfahren). Aber das Problem wird noch genauestens untersucht. Es gab schon einige Firmen, die die Herstellung nickelmodifizierter Fasern versucht, jedoch wieder aufgegeben haben, weil die Gleichmäßigkeit nicht befriedigte. Außerdem sind die speziellen Farbstoffe dafür zur Zeit noch sehr teuer. Dagegen kann man bei MERAKLON DL gewöhnliche Farbstoffe einsetzen.

Dr. Sprengmann: Die Dimensionsstabilität ist besonders für die Herstellung nichtgewebter Fußbodenbeläge interessant. Zeigt die farblich modifizierte MERAKLON DL-Faser Nachteile gegenüber der Standardqualität?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Die Dimensionsstabilität ist gleich, aber die Lichtstabilität ist besser, weil das Polykondensat einen Lichtstabilisator enthält.

Prof. Dr. Klare: Wenn Sie von smektischen oder kristallinen Spinnfäden gesprochen haben, bezog sich das nur auf den unverstreckten Faden? Die Herstellung dieser beiden Typen wird doch durch die Abkühlung beim Spinnen beeinflusst.

Dir. Dr. Ing. Compostella: Um die gewünschte Struktur nach dem Spinnen zu erhalten, muß man die Spinntemperatur, die Abkühlung und die Aufwickelgeschwindigkeit kontrollieren.

Prof. Dr. Klare: Je stärker die Orientierung, desto schlechter ist die Scheuerfestigkeit. Haben Sie darüber Untersuchungen angestellt?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Je stärker die Orientierung, desto schlechter die Scheuerfestigkeit; falls aber die orientierte Faser eine hohe Kristallinität erreicht, wird die Scheuerfestigkeit zufriedenstellend.

Dr. Albrecht: Wir haben auf einer Tabelle gesehen, daß bei Verstreckung von nichttexturierten Typen auf das Drei- bis Vierfache eine Kristallinität von 40 Prozent vorhanden ist, bei Verstreckung auf das Fünf- bis Achtfache aber gar keine Kristallinität. Ist das exakt meßbar?

Dir. Dr. Ing. Compostella: In diesem niedrigen Bereich ist die Kristallinität sehr schwer zu messen, darum wurde hierüber gar keine Angabe gemacht.

Dr. Daimler: In diesem Vortrag wurden Diagramme über die Kreuzorientierung gezeigt. Bei dem Faktor $h = 1,45$ bis $2,0$ zeigt sich ein völliger Zusammenbruch der kontinuierlichen Eigenschaften. Besonders die Elastizität war auf einen tiefen Wert abgesunken. Ist das nicht ein kritisches Verhalten? Und wie kann man es produktionsmäßig unter Kontrolle bringen? Ergeben sich Beziehungen des Faktors h zur Splitterneigung?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Wir haben dieses Problem nur in der Versuchsanlage geprüft. Der Faktor h bezieht sich auf einen Zustand

nach dem Spinnen. Das Splitteln hängt von vielen anderen Faktoren ab, wie zum Beispiel von der Verstreckungstemperatur, dem Molekulargewicht und der Orientierung. Aber den Einfluß der Kreuzorientierung haben wir noch nicht untersucht.

Dir. Brandt: Wenn der Preis eines 100 den-Endlosgarns aus Nylon 66 als 100 Prozent angenommen wird, wie hoch ist der Preis von Polypropylengarn derselben Stärke?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Wir erzeugen fabrikmäßig noch kein derartiges Polypropylen, doch dürfte in Japan hierfür der Preis ca. 90 Prozent des Preises von Nylon 66 betragen.

Ing. Pajgrt: Auch in der CSSR wurden Polypropylenfasern japanischer Provenienz bereits texturiert.

Dr. Falkai: Je nachdem, ob man von der smektischen oder der kristallinen Struktur ausgeht, kann man verschiedene Eigenschaften hochzüchten. Wie hoch darf der kristalline Anteil der unverstreckten Fasern sein, damit Sie die beschriebenen Eigenschaften erreichen können?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Wenn die Faser als kristallin bezeichnet wird, haben wir wenigstens 40 Prozent Kristallinität vor der Verstreckung. Nach Verstreckung und Hitzebehandlung beträgt die Kristallinität ca. 70 Prozent.

Enzian: Wie hoch ist die elektrostatische Aufladung der Polypropylenfasern im Verhältnis zu den anderen vollsynthetischen Fasern? Läßt sie sich ohneweiters herabsetzen?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Die Stärke der elektrostatischen Aufladung hängt von der Natur der Substanz ab, mit welcher die Fasern gescheuert werden. Zum Beispiel: Nylon, mit Baumwolle gerieben, läßt sich geringer auf als Polypropylen; wird Nylon dagegen mit Leder gerieben, so läßt es sich dementsprechend mehr auf als Polypropylen. Die Geschwindigkeit der Entladung entspricht der Feuchtigkeit. Polypropylen bei geringer Feuchtigkeit ist besser als Nylon; bei erhöhter Feuchtigkeit ist es umgekehrt.

Dr. Viertel: Es gab bei uns Reklamationen wegen Unterhemden, die bei 115°C über die Mangel laufen müssen. Wäschestoffe, die Polypropylenfasern enthalten, sollten mit einer Pflegekennzeichnung versehen werden, sowohl hinsichtlich der Wasch- als auch der Trockentemperatur.

Gen. Dir. Seidl: Wie weit haben Sie bereits Untersuchungen über Splitterfasern aus Polypropylen durchgeführt? Kann man aus Splitterfasern auch gekräuselte bzw. bauschige Garne herstellen?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Man kann Splitterfasern sehr leicht und sehr billig erzeugen, aber sie haben nicht die gleiche Qualität wie die anderen konventionellen Polypropylenfasern. Bei normalen Fasern kann man die Einflüsse der Struktur auf die Eigenschaften besser kontrollieren. In den USA und in Japan wurden bereits Splitterfasern für die Verwendung in Teppichen texturiert.

Gen. Dir. Seidl: Kann man eine Splitterfaser erzeugen, die der normalen Faser sehr ähnlich ist, wenn man das Schmelzspinnen sehr genau kontrolliert?

Dir. Dr. Ing. Compostella: Um das Schmelzspinnen apparativ sehr genau überwachen zu können, braucht man einen größeren Aufwand und verliert dadurch den Vorteil der Billigkeit.

Dr. Ing. Reumuth: Kann man zwischen den technologischen Daten und dem Kristallinitätsgrad durch Betrachtung der Polypropylenfasern mit dem Polarisationsmikroskop Zusammenhänge finden? Etwa während des Vorgangs der Erwärmung oder der Dehnung?

Dir. Dr. Ing. Compostella: In unserem Institut haben wir bis heute diesbezüglich noch keine Untersuchungen unternommen.

Dr. Berg: Wir haben Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Doppelbrechung, Kristallinität und Eigenschaften angestellt. Dabei möchte ich auf die Literatur verweisen, im besonderen auf die Arbeiten von Sengels (Journal of Polymer Science).

ALLGEMEINE BAUGESELLSCHAFT - A. PORR AKTIENGESELLSCHAFT ENGELSBURGASSE 4 · WIEN 3

HOCHBAU · TIEFBAU · BETONFERTIGTEILE · SPEZIALAUSFÜHRUNGEN
BRUCK/MUR · INNSBRUCK · LINZ · SALZBURG



Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendungsgebiete von Elastomern

Dipl. Ing. W. Röhrig
Farbenfabriken Bayer AG., Dormagen

In den letzten Jahren haben die Polyurethan-Elastomern in steigendem Maße Verwendung in der Textilindustrie gefunden. Obwohl bereits zahlreiche Veröffentlichungen über die Verarbeitung dieses Materials erschienen sind, ist das Thema stets aktuell, und das Interesse der Textilindustrie an Informationen auf diesem Gebiet hält unvermindert an.

Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Polyurethan-Elastomern erfordern die Lösung zahlreicher technischer Probleme, welche jedoch umfangreiche Kenntnisse der Fasereigenschaften und deren Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit ebenso wie auf die Eigenschaften der daraus gefertigten Stoffe und Textilien voraussetzen. In diesem Vortrag wird versucht, die für die Verarbeitung von Polyurethan-Elastomern wichtigsten Zusammenhänge und Zielsetzungen bei der Entwicklung neuartiger textiler Stoffe darzustellen. Anhand einer Schilderung der Eigenschaften, der verschiedenen Verarbeitungsverfahren sowie der Prüftechnik werden im Prinzip für alle Polyurethan-Elastomern gültige Hinweise gegeben und diese durch einige Beispiele der Polyurethan-Elastomernprovenienz DORLASTAN erhärtet. Außerdem werden Vorschläge zur Definition und Terminologie der mit Verarbeitung und Prüfung der Polyurethan-Elastomern in Zusammenhang stehenden Probleme gegeben.

Elastomeric polyurethane yarns have been increasingly used in the textile industry during recent years. Despite the large number of publications available on methods of processing these materials, the subject has not lost topicality and the textile industry is as interested as ever in obtaining further information thereon.

The diversified applications in which elastomeric polyurethane yarns can be used pose numerous technical problems, the solution of which, however, requires detailed knowledge of fibre characteristics and their effects on both processability and properties of resultant textiles and finished products. An attempt is made in the present lecture to demonstrate the interrelations obtaining in, and the ends envisaged by, the development of novel textile materials, which have a major bearing on the processing of elastomeric polyurethane yarns. Pointers fundamentally applicable to all types of elastomeric polyurethane yarns are given together with a description of their properties, various manners of processing, and test methods, and demonstrated on the basis of some samples of DORLASTAN elastomeric polyurethane yarns. Suggestions are offered concerning the definition of, and the terminology connected with related problems.

Seit einigen Jahren werden von verschiedenen Chemiefaserherstellern Polyurethan-Elastomern (PUE) auf dem Markt angeboten. Diese neuartigen Chemiefasern haben bereits eine beachtliche Marktposition erobert und finden in stetig wachsendem Maße Verwendung in der Textilindustrie, wengleich vor einigen Jahren in der englischsprachigen Fachliteratur veröffentlichte Schätzungen über deren kurz-

zeitige Verbrauchsentwicklung zu optimistisch ausfielen und nicht verwirklicht werden konnten.

Diese jüngste Gruppe der Chemiefasern stellt mit ihren für Textilfasern völlig neuartigen Eigenschaften meines Erachtens die zur Zeit technologisch interessanteste, gleichzeitig aber auch am schwierigsten zu beherrschende Faserart dar. Infolge ihrer Eigenschaften sind die Verwendungsmöglichkeiten dieser Fäden außerordentlich vielgestaltig. Neben zahlreichen bereits ausgereiften Entwicklungen textiler Stoffe und Artikel werden ständig neue Einsatzgebiete erschlossen, sodaß noch auf lange Zeit Neuentwicklungen elastomernfädenhaltiger Textilien zu erwarten sind. Mit der Vielzahl von Verarbeitungsmöglichkeiten der PUE sind allerdings zahlreiche Probleme verbunden, welche unter Umständen bei mangelhafter Kenntnis der Zusammenhänge zu Fehlentwicklungen bzw. Rückschlägen bei Neuentwicklungen führen können. Das lebhaftete Interesse der Textilindustrie an Informationen über diese Faserart dürfte meines Erachtens nicht zuletzt auch durch die zum Teil komplizierten Verarbeitungsprobleme bedingt werden. Aus diesem Grunde erschienen in letzter Zeit zahlreiche Veröffentlichungen in der internationalen Fachliteratur, bei denen in allgemein gehaltenen Aufsätzen oder in speziellen Abhandlungen die für verschiedene Industriezweige interessanten Probleme der Verarbeitung von PUE erörtert wurden.

Angesichts der Vielgestaltigkeit der Verarbeitungsmöglichkeiten von PUE können im Rahmen dieses Vortrages unmöglich erschöpfende und verbindliche detaillierte technische Angaben über optimale Verarbeitungsdaten (wie z.B. Fadenspannungen bei der Verarbeitung, Verzugswerte etc.) für alle Verarbeitungsverfahren gegeben werden. Abgesehen davon, daß eine bis in die letzten Einzelheiten gehende Besprechung eines speziellen Falles nur einen kleinen Kreis des Auditoriums ansprechen könnte, was sicherlich nicht im Interesse dieser Veranstaltung läge - müssen optimale Verarbeitungswerte in den meisten Fällen für jeden speziellen Einsatz der PUE erarbeitet werden. Hierbei sind zahlreiche Faktoren zu berücksichtigen, wie zum Beispiel

- die zum Teil stark unterschiedlichen Vorstellungen und Anforderungen der Konfektion hinsichtlich der Eigenschaften des Textilproduktes oder des zu verarbeitenden Stoffes,
- die speziellen Eigenschaften der verwendeten PUE-Provenienz, sowie
- die technischen Voraussetzungen und Möglichkeiten des Maschinenparks der Verarbeiter von PUE.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die schnellstmögliche und günstigste Lösung ganz spezieller Aufgaben und Probleme, insbesondere bei Neuentwicklungen, in erster Linie durch engen und direkten Kontakt zwischen der Textilindustrie und den PUE-Herstellern gefunden wird.

In meinen Ausführungen wird infolge der Fülle von vorangegangenen Veröffentlichungen auch bereits Bekanntes verwendet, wobei ich die Gelegenheit wahrnehme, oft zitierte Fakten nur in knapper Form zu behandeln. Im folgenden

soll versucht werden, einige bedeutsame Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der PUE und deren Auswirkungen hinsichtlich der Verarbeitung der Fäden sowie der Eigenschaften der mit PUE gefertigten Stoffe und Textilien während der Verarbeitung und im Gebrauch darzulegen, sowie einige Probleme der Prüftechnik zu erörtern.

Im Rahmen dieser Zielsetzung werden die wesentlichsten Eigenschaften der PUE besprochen, sodann die verschiedenen Verarbeitungs- und Ausrüstungsverfahren und die Problematik der Prüftechnik für PUE und PUE-haltige textile Stoffe. Zunächst aber, und auch an geeigneten Stellen des späteren Vortrags, erscheint mir von ganz außerordentlicher Wichtigkeit, auf Terminologie und Definition einiger mit der Verarbeitung von PUE-Fäden in Zusammenhang stehender Probleme, sowie auf die Zielsetzung der Anwendung derartiger Fäden näher einzugehen.

In der relativ kurzen Zeit der Anwendung von PUE haben sich zahlreiche ungenaue oder gar falsche Begriffe gebildet. Hiefür sind zum Teil Übersetzungsfehler bzw. ungenaue Übersetzungen der fremdsprachigen, insbesondere der englischsprachigen Literatur verantwortlich, aber auch die unkritische Übernahme verschiedenster, in den einzelnen Zweigen der Textilindustrie traditionell eingebürgerter Begriffe auf das neuartige Material. Deshalb können zur Zeit Mißverständnisse entstehen, da eine einheitliche Begriffsbestimmung noch nicht eingeführt wurde. Hiefür soll zunächst ein aktuelles Beispiel angeführt werden: Im Programm der diesjährigen Chemiefasertagung wurde dieser Vortrag unter dem Titel „Eigenschaften, Verarbeitung und Anwendungsgebiete von Elastomeren“ anstatt „... von Elastomerfäden“ angekündigt. Durch jenen Begriff könnte ein Mißverständnis zum Beispiel insofern entstehen, daß von diesem Vortrag Hinweise auf Schaumstoffe bzw. Kaschierungen in der Textilindustrie erwartet werden.

Ich möchte deshalb zuerst auf die Bezeichnung der neuen Chemiefasern zu sprechen kommen. In den USA wurde für diese Fasergruppe der Name „*Spandex Fibres*“ geprägt, worunter eine „faserbildende Substanz eines kettenförmigen Polymeren, das zumindest aus ca. 85 Prozent eines segmentierten Polyurethans besteht,“ verstanden wird (US Textile Fiber Products Identification Act). Diese Definition ist eindeutig, wobei lediglich zu erwähnen ist, daß keine Unterscheidung getroffen wird, ob hierbei Spinnfasern oder Endlosfasern verstanden werden. Tatsächlich kommt, worauf ich später noch eingehen werde, das Material zur Zeit als Endlosgarn auf den Markt. Veröffentlichungen über Neuentwicklungen auf diesem Textilsektor in der Fachliteratur führten und führen zum Teil noch heute zu Mißverständnissen, indem mitunter vermutet wird, daß für bestimmte Entwicklungen PUE-Spinnfasern verwendet werden.

In Europa steht die oben genannte Bezeichnung aus warenzeichenrechtlichen Gründen nicht zur Verfügung. Es hat sich stattdessen der Begriff „*Elastomer*“ oder „*Elastomerfäden*“ eingeführt. Die Bezeichnung „*Elastömer*“ ist jedoch ein seit längerem definierter Begriff für die Klassifizierung hoch-

polymerer Werkstoffe. Diese Werkstoffe werden nach ihrem mechanisch-thermischen Verhalten klassifiziert in

Thermoplaste (Plastomere),
Elastomere,
Thermoelaste und
Duromere.

Bezüglich der Begriffsbestimmung dieser Klassifizierung möchte ich auf DIN Nr. 7724 (Entwurf) „*Klassifizierung und Begriffsbestimmungen hochpolymerer Werkstoffe auf Grund ihres mechanisch-thermischen Verhaltens*“ verweisen und mich hier lediglich auf die Feststellung beschränken, daß zu den Elastomeren makromolekulare Stoffe gezählt werden, welche bei von Raumtemperatur nicht wesentlich abweichenden Temperaturen extrem hoch verformbar sind und nach Aufhebung der Verformungskräfte weitgehend in den ursprünglichen Zustand zurückkehren, das heißt welche günstiges viskoelastisches Verhalten besitzen. Zur Gruppe dieser Substanzen gehören somit auch nichttextile Kunststoffe. Die herkömmlichen Chemiefasern aus synthetischen Polymeren können zu den Plastomeren gezählt werden, während die hier zur Diskussion stehenden Chemiefasern bei den Elastomeren eingereiht werden.

Aber auch die Bezeichnung „*Elastomerfäden*“ ist nicht eindeutig. Zur Gruppe der elastomeren Substanzen gehören weiterhin die in DIN 60 001 getrennt aufgeführten, aus natürlichem Latex gewonnenen Gummifäden und artverwandten Kautschukfäden - womit die beabsichtigte sprachliche Abgrenzung der neuartigen Chemiefasern gegenüber diesen Fäden ungenau wird. In der Tat können kautschukelastische Fäden als Elastomerfäden angeboten werden, die nicht auf Basis Polyurethan hergestellt sind und somit nicht die charakteristischen Eigenschaften der hier zur Diskussion stehenden Chemiefasern besitzen.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen werden häufig die Markennamen der Chemiefasern, wie zum Beispiel Lycra, Dorlastan, Glospan, Salane, Vyrene etc., verwendet. Für spezielle Fälle ist der Gebrauch der Markennamen von Vorteil, weil mit dem Gebrauch dieser Namen den Partnern die speziellen Eigenschaften der betreffenden Faserprovenienz ins Bewußtsein gerufen werden. Als Gattungsnamen können diese Markennamen jedoch nicht verwendet werden, da hierdurch mißliebige Verwechslungen und Unklarheiten zwischen Geschäftspartnern verursacht werden können. Eine umfassende, allgemein gültige Definition der neuartigen hochelastischen, hochdehnbaren Fasern ist zwar in Angriff genommen, jedoch nicht in absehbarer Zeit abgeschlossen. Bis zur eindeutigen Bezeichnung der hier zur Diskussion stehenden neuen Chemiefasern verwenden wir den Begriff „*Polyurethan-Elastomerfäden*“. Auch diese Bezeichnung hat indes ihre Nachteile, denn sie ist für die sprachliche Verständigung viel zu lang - wie Sie in meinen Ausführungen selbst feststellen werden. Es ist deshalb die Abkürzung „*PUE*“ zu empfehlen. Mit dieser Abkürzung „*PUE*“ befindet man sich übrigens in Übereinstimmung mit dem bereits erwähnten Deutschen Normblatt 60 001.

Die Eigenschaften der PUE verschiedener Hersteller können

zum Teil erhebliche Unterschiede besitzen, und zwar sowohl hinsichtlich der physikalischen wie chemischen Eigenschaften als auch bezüglich des Fadenaufbaues, zum Beispiel der Querschnittsformen. Diese Unterschiede liegen zum Teil im chemischen Aufbau wie auch im Herstellungsverfahren begründet, denn PUE können nach folgenden Verfahren hergestellt werden:

1. Extrusion thermoplastischer Polyurethane.

Die Polyurethane werden thermoplastisch über Extruder zu Fäden verformt.

2. „Chemisches“ oder „Reaktiv“-Spinnverfahren.

Hierbei wird die chemische Synthese des hochmolekularen Polyurethans gleichzeitig mit der Verformung zu Fäden durchgeführt.

3. Lösungsspinnverfahren.

Die Verformung von PUE zu Fäden erfolgt über den gelösten Zustand. Dabei sind zwei Verfahren anwendbar:

a) Naßspinnverfahren.

Bei diesem Verfahren wird in Fällbädern das Lösungsmittel extrahiert, wobei die Koagulation zum Faden eintritt.

b) Trockenspinnverfahren.

Der Faden entsteht hierbei durch Verdampfen des Lösungsmittels. Nach diesem Verfahren werden zum Beispiel Lycra und Dorlastan hergestellt.

Zur Zeit sind insgesamt ca. 20 bis 30 PUE-Provenienzen im Handel, wobei zahlreiche Lizenzverfahren inbegriffen sind. In Europa haben bislang ca. 5 bis 7 verschiedene PUE Eingang gefunden.

Alle PUE werden zur Zeit als Chemie-Endlos Garn hergestellt. PUE-Spinnfasern gelangten bislang nicht über ein Entwicklungsstadium hinaus. Die PUE sind monofil oder multifil aufgebaut, wobei die multifilen Fäden eine mehr oder weniger starke Verklebung der Einzelkapillaren besitzen, sodaß zunächst der Eindruck eines monofilen Fadens entsteht (Abb. 1).

Dabei besitzt der multifile Fadenaufbau gewisse Verarbeitungsvorteile. So wird zum Beispiel bei Scherbeanspruchungen, durch welche ein Teil des Fadens zerstört wird (z.B. Zerstörung einiger Kapillaren durch Auftreffen der Nadeln auf den Stoff bei der Konfektionierung), bei monofilen Fäden der gesamte Querschnitt beeinträchtigt, was dessen allmähliche weitere Zerstörung durch Kerbwirkung zur Folge haben kann. Bei den multifilen Fäden wird beim selben Vorgang zwar auch ein Teil der Kapillaren zerstört, die übrigen im Fadenverband liegenden Einzelkapillaren bleiben aber voll intakt.

Die PUE werden von fast allen Herstellern auf zylindrischen Kreuzspulen gleicher Hülsenformate geliefert, wobei einige Firmen die Titer 40 und 70 den auf „halben“ Hülsen in Form von Sonnenspulen liefern. Letzteres Hülsenformat wurde der Spindelteilung von Ringspinnmaschinen angepaßt. Das Titerprogramm umfaßt im allgemeinen den Bereich von 40 bis ca. 2500 den. Zur Zeit werden die Farben Weiß und - von einigen Firmen - spinngefärbt Schwarz angeboten. Die Bewicklungsgewichte der Spulen schwanken, abhängig von den Fadenstärken (bei größeren Titern höhere Bewicklungsgewichte), und sind außerdem je nach Provenienz unterschiedlich.

Die Eigenschaften der PUE weichen in vielerlei Hinsicht von denen herkömmlicher Textilfasern ab. Zur Erfassung dieser Eigenschaften mußten zum Teil neue Prüfverfahren ausgearbeitet werden, weil entweder die bisher gebräuchlichen Prüfmethode die zu beurteilenden Eigenschaften nicht zu erfassen gestatten oder die physikalischen Voraussetzungen für verschiedene bekannte Prüfverfahren bei der PUE-Prüfung nicht erfüllt werden und diese Prüfverfahren somit der Grundlagen entbehren. Zugunsten einer möglichst klaren Gliederung dieses Vortrages möchte ich die Prüfmethode später ausführlicher besprechen.

Die wichtigsten Eigenschaften der PUE können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. KL-Eigenschaften

Die PUE sind hoch dehnbar. Ihre Reißdehnungswerte liegen je nach Faserprovenienz zwischen ca. 500 bis 800 Prozent. Der Kraftanstieg im unteren und mittleren Verdehnungsbereich verläuft annähernd proportional zur Verdehnung. Einige PUE-Provenienzen besitzen diese Charakteristik bis zum Bruch, andere zeigen im oberen Dehnungsbereich sehr starken Kraftanstieg bei Verdehnung (z.B. Lycra und Dorlastan). Im Vergleich zu herkömmlichen Textilfasern führen bereits geringe Zugkräfte zu Verdehnungen der Fäden, die Reißkräfte sind vergleichsweise niedrig. Werden für bestimmte Dehnungswerte gemessene Kräfte jedoch auf den Fadenquerschnitt oder auf den Fadentiter im verdehnten Zustand, in welchem der PUE auch bei der Verarbeitung vorliegt, bezogen, so ergeben sich hohe relative Festigkeiten. Die so errechneten relativen Reißfestigkeiten der Fäden liegen im Bereich derjenigen hochfester Chemiefasern, nämlich bei ca. 4 bis 7 p/den.

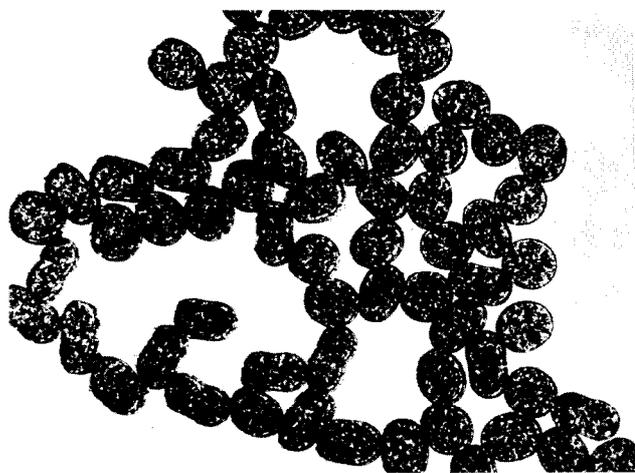


Abb. 1: Querschnitt eines multifilen, trocken gesponnenen PUE-Fadens

2. Elastisches Verhalten

Unter der Elastizität fester Körper wird deren Eigenschaft verstanden, eine unter der Einwirkung äußerer Kräfte angenommene Formänderung nach Entspannung zurückzubilden. Rein elastisches Verhalten liegt bei Textilien nicht vor. Das Verhalten ist stets mit irreversiblen Vorgängen und auch mit viskosem Fließen verbunden, sodaß von einem viskoelastischen Verhalten gesprochen werden muß. Im weiteren wird hierfür vereinfachend der Ausdruck „*elastisches Verhalten*“ verwendet.

Bezogen auf Textilien, wird unter dem elastischen Verhalten die Eigenschaft des Materials verstanden, einen mehr oder weniger großen Betrag der zu seiner Verformung aufgewendeten Arbeit bei Entlastung wieder freizusetzen. Außerdem wird das elastische Verhalten gekennzeichnet durch Veränderung der KL-Charakteristik der Materialien während und nach bestimmten, je nach Verwendungszweck unterschiedlichen Beanspruchungen im Vergleich zum Ausgangszustand. Hierbei sind die Relaxations- bzw. Retardationsvorgänge (das sogenannte „Kriechen“ oder „Fließen“ des Materials) eingeschlossen.

Während Dehnbarkeit und geringe Elastizität texturierter herkömmlicher Chemie-Endlosgarne, zum Beispiel aus Polyamid- oder Polyestergeräten, durch eine spezielle räumliche Anordnung der durch den Texturierungsprozeß gekräuselten Einzelkapillaren dieser Garne hervorgerufen werden, beruht demgegenüber das elastische Verhalten der PUE auf speziellem molekularem Aufbau. Im entspannten Zustand liegen längere Molekülketten in relativ beweglichem, das heißt weitgehend amorphem Zustand vor. Zwischen den Molekülketten befinden sich Vernetzungspunkte, welche ein dreidimensionales Netz bilden. Bei Verdehnung der PUE werden die Molekülketten mehr oder weniger entknäuel und damit gestreckt, wobei die Vernetzungspunkte ein Auseinanderfließen der Molekülketten verhindern. Nach Entlastung des PUE kehren die Molekülketten annähernd in ihren ursprünglichen Zustand zurück.

Das besondere Merkmal der PUE ist ihr ausgezeichnetes elastisches Verhalten. Nach Verdehnung kehren die Originalfäden bei Entlastung infolge ihres Rücksprungvermögens wieder weitgehend in den ursprünglichen Zustand zurück. Auch das viskose Fließen (d.h. die von Art und Dauer der Beanspruchung sowie der Behandlungstemperatur abhängige Eigenschaftsveränderung) kann insgesamt als gut bezeichnet werden. Allerdings sind hierin die verschiedenen PUE-Provenienzen zum Teil deutlich voneinander unterschieden.

3. Thermoplastisches Verhalten

Durch Hitzeeinwirkung können die Eigenschaften der PUE infolge der Beeinflussung des Molekülaufbaues durch Energiezufuhr verändert werden. Die Stärke der Eigenschaftsänderung hängt vom Verformungszustand der PUE bei thermischer Behandlung (je höher die Verformung, desto stärker die Änderung), von der Behandlungsdauer (je länger die Behandlungszeit, desto stärker die Änderung) sowie von der

WIR PLANEN, LIEFERN UND MONTIEREN

Rohrleitungen für alle Betriebsverhältnisse,
Wasserversorgungsanlagen für Industrien,
Städte und Gemeinden,
Großheizungsanlagen,
Tankanlagen,
Wasseraufbereitungsanlagen
„System Duper“,
Untersuchungs- und Aufschlußbohrungen,
Sprinkleranlagen

G. RUMPEL Aktiengesellschaft

1010 WIEN I, SEILERSTÄTTE 16

Telephon 521574, 521575, 521576 und 526498

Fernschreiber Nr. 01-1429

4600 WELS, OÖ., DIESELSTRASSE 2

Telephon 5371 und 5372

Fernschreiber Nr. 025-512

Behandlungstemperatur (je höher die Behandlungstemperatur, desto stärker die Änderung) ab. Merkbare Effekte können bei üblicher PUE-Verdehnung, das heißt bei einer Verdehnung von ca. 200 bis 300 Prozent, und bei für die Ausrüstung von Textilien notwendigen Behandlungszeiten je nach Faserprovenienz ab ca. 90°C festgestellt werden. Mit diesem Effekt können durch Wahl geeigneter Ausrüstungsbedingungen die elastischen Eigenschaften PUE-haltiger Artikel gesteuert werden, und zwar in Richtung einer Verminderung der ursprünglichen Rücksprungkräfte.

4. Alterungsbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien

Die Alterungsbeständigkeit der PUE entspricht den Anforderungen der Praxis. Dagegen sind die derzeit im Handel befindlichen PUE gegen Lichteinwirkung empfindlicher als die meisten herkömmlichen Textilfasern. Die Lichtempfindlichkeit beeinträchtigt jedoch eine universelle Anwendung der PUE kaum, da diese in Textilien von anderen Textilfasern abgedeckt und somit vor direkter Lichteinwirkung geschützt werden.

Die Widerstandsfähigkeit von PUE gegen Chemikalien ist zum Teil - je nach Provenienz - unterschiedlich. Gegenüber den bei Waschen und bei Ausrüstungsprozessen üblichen hydrolytischen Einflüssen sind die Fäden beständig, ebenso ge-

gen Öle und Fette. Die Widerstandsfähigkeit gegen stärkere alkalische Agenzien, besonders bei längeren Behandlungszeiten unter höheren Temperaturen, ist im allgemeinen nur mäßig, ebenso die Widerstandsfähigkeit gegen starke Chlorkonzentrationen (z.B. Hypochloritbleiche). In Schwimmbädern gebräuchliche Chlorkonzentrationen sind demgegenüber ohne praktischen Einfluß.

Infolge der Unterschiede ihrer Eigenschaften sind die verschiedenen PUE auch nicht ohneweiters in der Verarbeitung austauschbar. Die speziellen Eigenschaften jeder PUE-Provenienz sind bei der Herstellung der Rohware, deren Ausrüstung und Konfektion zu berücksichtigen, das heißt, die für die Herstellung eines Artikels bei Verwendung einer bestimmten PUE-Provenienz gebräuchlichen Maschineneinstellungen und Warenbehandlungen sind in den seltensten Fällen auf eine andere PUE-Provenienz zu übertragen, ohne daß zum Teil erhebliche Veränderungen der Eigenschaften der Fertigwaren resultieren.

Die Beherrschung und die gezielte Ausnützung der speziellen Eigenschaften von PUE bereiten zum Teil noch gewisse Schwierigkeiten. Diese werden häufig vergrößert durch den Umstand, daß den vielen Anwendungsmöglichkeiten unter Umständen unklare Vorstellungen über die gewünschten Ziele, das heißt Eigenschaften der Textilien, gegenüberstehen. Vor der Besprechung der Verarbeitungsverfahren von PUE möchte ich deshalb zunächst auf die Zielsetzung der Verarbeitung dieser Fäden eingehen. Oftmals wird als Zweck der Verarbeitung von PUE die „Verbesserung der Elastizität“ der Textilien angeführt. Diese umfassend erscheinende Bezeichnung gestattet jedoch keinerlei Aussagen, in welcher Weise die Eigenschaften der Textilien beeinflusst bzw. verbessert werden sollen, denn entsprechend der vielgestaltigen Verarbeitung der PUE können sich deren Eigenschaften sehr unterschiedlich in der Ware auswirken. Neben dem ausgezeichneten elastischen Verhalten dieser Fäden werden deren hohe Dehnbarkeit oder die bei Verdehnung ansteigende Rückstellkraft oder beide Eigenschaften für spezielle Anwendungszwecke ausgenutzt. Zur Diskussion der Zielsetzung bei der Verarbeitung der PUE möchte ich zunächst ganz allgemein auf die KL-Eigenschaften textiler Stoffe zu sprechen kommen.

1. Die KL-Eigenschaften der Gewebe

Die Form des KL-Diagrammes verschiedener Gewebe wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, zum Beispiel vom Warenaufbau, das heißt der Bindungstechnik, der Qualität der in Kette und Schuß verarbeiteten Garne und Zwirne bzw. Chemie-Endlosgarne, den verarbeiteten Fasertypen etc. Allen Geweben ist jedoch gemeinsam, daß zu ihrer Verdehnung - selbst um nur geringe Beträge - relativ hohe Kräfte erforderlich sind. Unter Berücksichtigung dieser Eigenschaften muß der Konfektionsschnitt bei der Herstellung von Kleidung so gestaltet werden, daß die Bewegungen des menschlichen Körpers nicht eingengt werden, sondern sowohl durch eine Verformung des Kleidungsstückes, wobei das verarbeitete Gewebe keine merkliche Verdehnung erfährt - als auch durch Relativbewegungen des Körpers im

bzw. zum Kleidungsstück ermöglicht werden. Zur Charakterisierung der KL-Eigenschaften dieser Gewebe werden auch heute noch in den meisten Fällen als Kriterien deren Reißfestigkeit und Reißdehnung herangezogen. Der gesamte KL-Verlauf bleibt weitgehend unberücksichtigt.

Mit der Entwicklung der texturierten Chemie-Endlosgarne wurden dehnbare Gewebe entwickelt. Diese Gewebe können bereits unter Anwendung geringer Kräfte verdehnt werden, und zwar bis zur Versteifung des Warengefüges, das heißt bis zur Streckung der texturierten Fäden und der beweglichen Bindungsstellen im Warengefüge. (Zur weiteren Verdehnung des Warengefüges sind - wie bei herkömmlichen Geweben - starke Kräfte erforderlich, da hiebei die Verdehnung in erster Linie durch die Beanspruchung der Fasersubstanz erfolgt.) Infolge der Verformbarkeit dieser Gewebe bis zur Versteifung des Warengefüges durch geringe Kräfte, welche die Bewegungen des menschlichen Körpers nicht beeinträchtigen, kann der Konfektionsschnitt zur Fertigung der Kleidung den Maßen des Körpers weitgehend angepaßt, das heißt hauteng oder hautnahe gestaltet werden. Das Kleidungsstück folgt somit den Bewegungen des menschlichen Körpers, wobei auch das verarbeitete Gewebe verdehnt wird. Zur Charakterisierung der KL-Eigenschaften dieser Gewebe reichen die Kriterien Reißfestigkeit und Reißdehnung nicht mehr aus. Es muß zumindest der Dehnungsbetrag ermittelt werden, bei welchem die Versteifung des Warengefüges eintritt, das heißt bis zu welchem der Stoff durch geringe Kräfte verdehnbar ist. Dieser Betrag der Längenänderung wird als „Dehnbarkeitsbereich“ oder einfacher als „Dehnbarkeit“ bezeichnet und durch den Anfangsteil des KL-Diagrammes dargestellt (Abb. 2). Auf die Problematik der

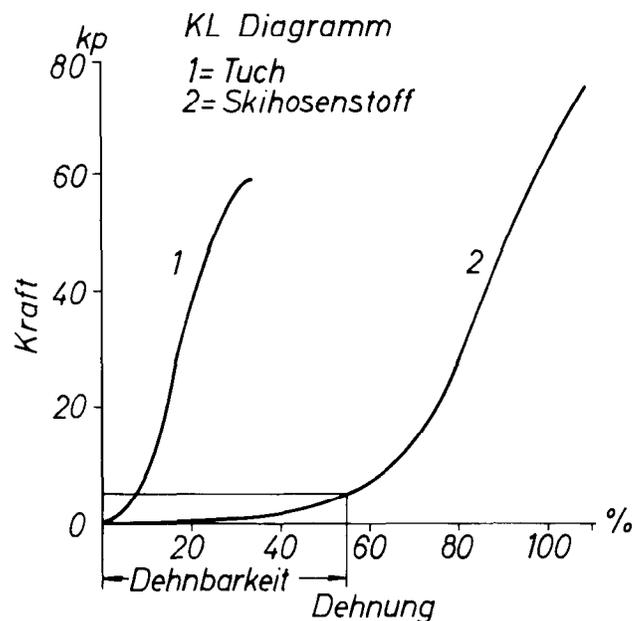


Abb. 2: Die Dehnbarkeit eines Stoffes wird durch den Anfangsteil des KL-Diagrammes dargestellt. Die Bezugsgröße der Kraft wird durch Vereinbarung festgelegt (z.B. 1,0 kp/cm tragender Probenbreite).

Dehnungsbestimmung werde ich noch im Zusammenhang mit der Erörterung prüftechnischer Fragen eingehen. An dieser Stelle sei lediglich erwähnt, daß hinsichtlich der Richtung der Dehnbarkeit eines Stoffes unterschieden werden muß, ob die Ware allseitig oder in einer Richtung dehnbar ist. Im letzteren Falle wird meist die Dehnbarkeit in Warenlängs- oder -querrichtung angegeben. Herkömmliche Bezeichnungen sind zum Beispiel „bielastische“, „längselastische“ oder „quereelastische“ Gewebe.

Die Entwicklung hautenger Kleidung, welche zuerst auf dem Sportsektor Eingang fand (z.B. Helanca-Schihosenstoff), beeinflusste zunächst zahlreiche Neuentwicklungen. So wurden und werden zum Beispiel Versuche durchgeführt, um aus herkömmlichen Fasern (z.B. Wolle, Baumwolle) gefertigte Gewebe durch geeignete Ausrüstung ebenfalls dehnbar zu gestalten. Alle dehnbaren Gewebe müssen jedoch mindestens einer weiteren Bedingung genügen: Nach Verdehnung des Gewebes muß dieses bei Entlastung wieder weitgehend in den Ausgangszustand zurückspringen, das heißt, die Restdehnung nach Beanspruchung muß so gering wie möglich bleiben. Bei ungenügender Erfüllung dieser Bedingung zeigen aus derartigen Geweben gefertigte Kleidungsstücke bereits nach kurzer Tragezeit starkes Ausbeulen, welches den Artikel abwertet. - Auf Grund dieses Umstandes führte früher manche Entwicklung dehnbarer Gewebe nicht zum Erfolg. Diese Forderung nach geringstmöglicher Restdehnung ist dabei einer von mehreren Aspekten des elastischen Verhaltens der Gewebe.

2. KL-Eigenschaften von Strick- und Wirkwaren

Für textile Stoffe, welche nach der Technologie des Strickens und Wirkens gefertigt werden, gelten die soeben für Gewebe geschilderten Zusammenhänge mit der Abweichung, daß insbesondere Strickware, aber auch verschiedene Wirkwaren, auf Grund des Warenaufbaues, auch unter Verwendung aus herkömmlichen Faserstoffen gefertigter Garne, je nach Einsatzzweck allseitig oder in einer Warenrichtung dehnbar hergestellt werden. Bei diesen dehnbaren Stoffen bestand und besteht jedoch das Problem des Ausbeulens der Textilien während des Gebrauchs.

Dehnbare textile Stoffe (Gewebe, Strickwaren sowie Wirkwaren) aus verschiedenen Materialien haben insbesondere für Sportkleidung und Oberbekleidung bereits große Bedeutung erlangt. Die Anwendung von PUE erfolgt, abgesehen von einigen Anwendungsgebieten, bei denen andere Gesichtspunkte als die KL-Eigenschaften und das elastische Verhalten entscheiden, ausschließlich zu dem Zweck, die Eigenschaften dehnbarer textiler Stoffe und Artikel im Bereich der Dehnbarkeit in spezieller Weise zu beeinflussen, und zwar durch:

- a) Beeinflussung der Dehnbarkeit der Stoffe,
- b) Beeinflussung der KL-Eigenschaften innerhalb des Bereichs der Dehnbarkeit,
- c) Beeinflussung des elastischen Verhaltens.

a) Beeinflussung der Dehnbarkeit der Stoffe

Die Notwendigkeit dehnbarer Stoffe ergibt sich für alle hauteng konfektionierten oder besonders hohen Dehnungen unterworfenen Textilien, bei denen durch die Konfektion allein die geringe Dehnbarkeit herkömmlicher Stoffe nicht ausgeglichen werden kann. Für die verschiedenen Verwendungsgebiete dehnbarer Stoffe haben sich in Verbindung mit den Konfektionsschnittmustern drei erforderliche Dehnungsbereiche herausgebildet, und zwar:

- hohe Dehnbarkeit (ca. 80 bis 90 Prozent),
- mittlere Dehnbarkeit (ca. 35 bis 80 Prozent) und
- niedrige Dehnbarkeit (ca. 15 bis 35 Prozent).

Dabei sind - insbesondere bei Geweben - die Stoffe oft nur in einer Warenrichtung dehnbar.

b) Beeinflussung der KL-Eigenschaften innerhalb des Bereichs der Dehnbarkeit

Innerhalb der drei Stoffgruppen unterschiedlicher Dehnbarkeit kann je nach Verwendungszweck starke, mäßige oder geringe Kraftaufnahme der Stoffe bei Verdehnung wünschenswert sein (Abb. 3). Es ergibt sich aus der Kombination verschiedener Dehnbarkeit und verschiedener Rücksprungkraft bei Verdehnung das Schema von neun Stoffgruppen unterschiedlicher KL-Eigenschaften für jede Waren-

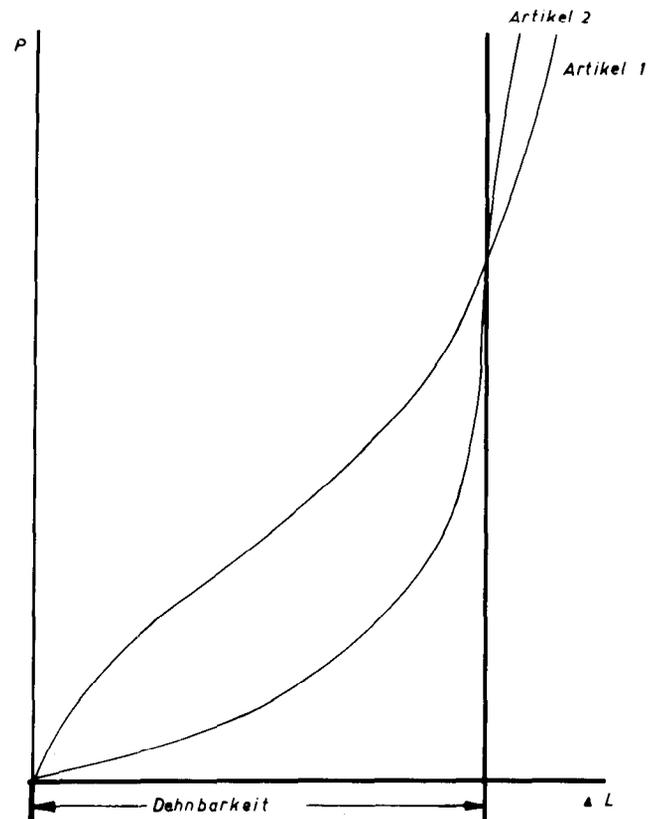


Abb. 3: Stoffe gleicher Dehnbarkeit können innerhalb des Dehnbarkeitsbereiches unterschiedliche KL-Charakteristik und somit unterschiedliche Formkraft besitzen.

KL-Eigenschaften

PUE-haltiger Textilien

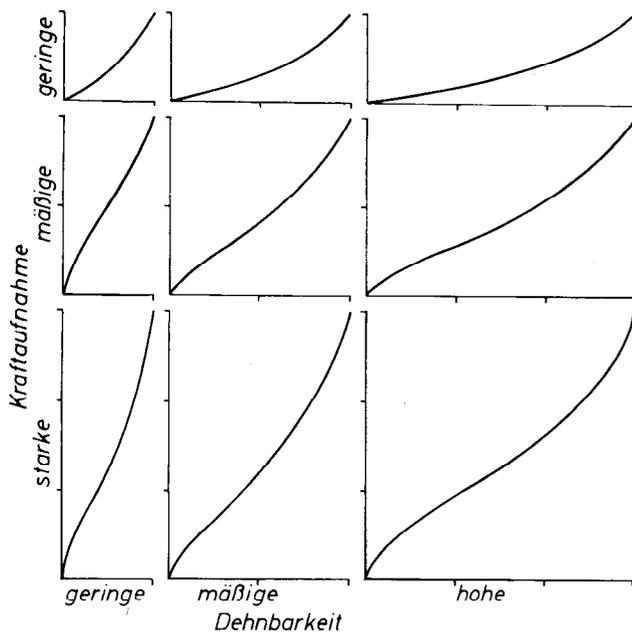


Abb. 4: Schema zur Einordnung elastischer Stoffe hinsichtlich ihrer KL-Charakteristik

richtung (Abb. 4). Unter Berücksichtigung möglicher Forderungen allseitig dehnbarer oder in Warenlängs- und -querrichtung unterschiedlich dehnbarer Stoffe mit jeweils gleichen oder unterschiedlichen Rückstellkräften bei Verdehnung, ist das Schema für die Beurteilung der Stoffeigenschaften in Warenlängs- und -querrichtung getrennt zu verwenden. Sofern die Stoffe in einer Warenrichtung nicht dehnbar sind, werden sie der Stoffgruppe Null zugeordnet. Die Grenzen für die einzelnen Gruppen des Schemas sind fließend, sodaß diesbezüglich manche Stoffe nicht eindeutig einer Gruppe zugeordnet werden können. Mit diesem Hinweis auf die Systematik soll versucht werden, die Übersicht über die verschiedenen derzeit bereits entwickelten PUE-haltigen Stoffe zu erleichtern.

c) Beeinflussung des elastischen Verhaltens

Der Verarbeiter wie der Verbraucher von Textilien fordert deren bestmögliches elastisches Verhalten. Die bereits bekannten dehnbaren nicht elastomerhaltigen Artikel besitzen oft nur mäßiges elastisches Verhalten, weil nur ein Teil der bei Beanspruchung erfolgten Verformung der Stoffe durch die Rückstellkräfte des Fasermaterials nach Entlastung wieder rückgängig gemacht wird, die bei der Verformung des Stoffes aufgetretenen Verschiebungen des Warengefüges jedoch zum großen Teil irreversibel sind und die Höhe der Restdehnung beeinflussen. Durch die Verwendung von PUE können bezüglich des elastischen Verhaltens wesentliche Fortschritte erzielt werden, wobei bessere Formstabilität, geringeres Ausbeulen während des Gebrauchs,

weitgehend gleichbleibende Formkraft und geringe Restdehnung resultieren. Allerdings muß erwähnt werden, daß durch Verwendung von PUE bei der Herstellung herkömmlicher Artikel nicht schlagartig alle Probleme gelöst sind, sondern daß auch hier Entwicklungsarbeiten bis zur Erzielung eines optimalen Warenausfalles notwendig sind.

Bislang finden PUE in folgenden Artikelgruppen in erwähnenswertem Umfang Anwendung (Abb. 5):

Webwaren: Oberbekleidungsstoffe, Sportkleidung (z.B. Schi-hosenstoffe), elastische medizinische sowie modische Bänder;

Wirkwaren: Miederstoffe, elastische Wäschestoffe und elastische Spitzen, Badebekleidungsstoffe und Strümpfe;

Strickwaren: elastische Wäsche, Oberbekleidungs- und Badebekleidungsstoffe, Socken und Strümpfe, medizinische Stützstrümpfe.

Diese Aufzählung kann nicht vollständig sein, zumal ständig eine Vielzahl verschiedener Artikel neu entwickelt wird, sondern soll die vielgestaltige Anwendbarkeit der PUE verdeutlichen. Die Aufstellung zeigt, daß die überwiegende Anzahl der Stoffeigenschaften im Bereich mäßiger bis hoher Dehnbarkeit und geringer bis mäßiger Kraftaufnahme bei Verdehnung liegt. Einige der angeführten Beispiele sind dabei unter Umständen in einer Warenrichtung nicht dehnbar. Es ist zu erwähnen, daß der wirtschaftlich bedeutsamste Einsatz der PUE im Miedersektor erfolgt, wo hinsichtlich Dehnbarkeit, Formkraft und elastischem Verhalten extreme Anforderungen gestellt werden.

Ich möchte mich nun der Verarbeitungstechnik der PUE zuwenden, denn diese weicht sowohl von derjenigen herkömmlicher textiler Rohstoffe als auch von der Verarbeitung der Gummifäden zum Teil erheblich ab.

Die PUE werden häufig blank bei der Herstellung hochdehnbarer Stoffe verarbeitet oder zur Herstellung elastischer Fäden, Garne und Zwirne eingesetzt, welche ihrerseits zur Erzeugung elastischer Textilien Verwendung finden (Abb. 6). Die technisch eleganteste und wirtschaftlichste Verarbeitungsform stellt die Herstellung elastischer Stoffe durch Verarbeitung blanker PUE dar. Dieses Verfahren kann jedoch nicht überall angewendet werden. Die Entscheidung, welches Verfahren für die Herstellung eines Stoffes Verwendung findet, wird im wesentlichen von folgenden Faktoren bestimmt:

1. Technologie der Stoffherzeugung:

Beim derzeitigen Entwicklungsstand ist zum Beispiel die Herstellung elastischer Gewebe durch Schußeintrag definiert verdehnter blanker PUE nicht möglich.

2. KL-Eigenschaften und elastisches Verhalten des Stoffes:

Manche diesbezüglichen Anforderungen können nur durch Verarbeitung PUE-haltiger Fäden, Garne oder Zwirne erreicht werden.

KL-Eigenschaften PUE-haltiger Textilien

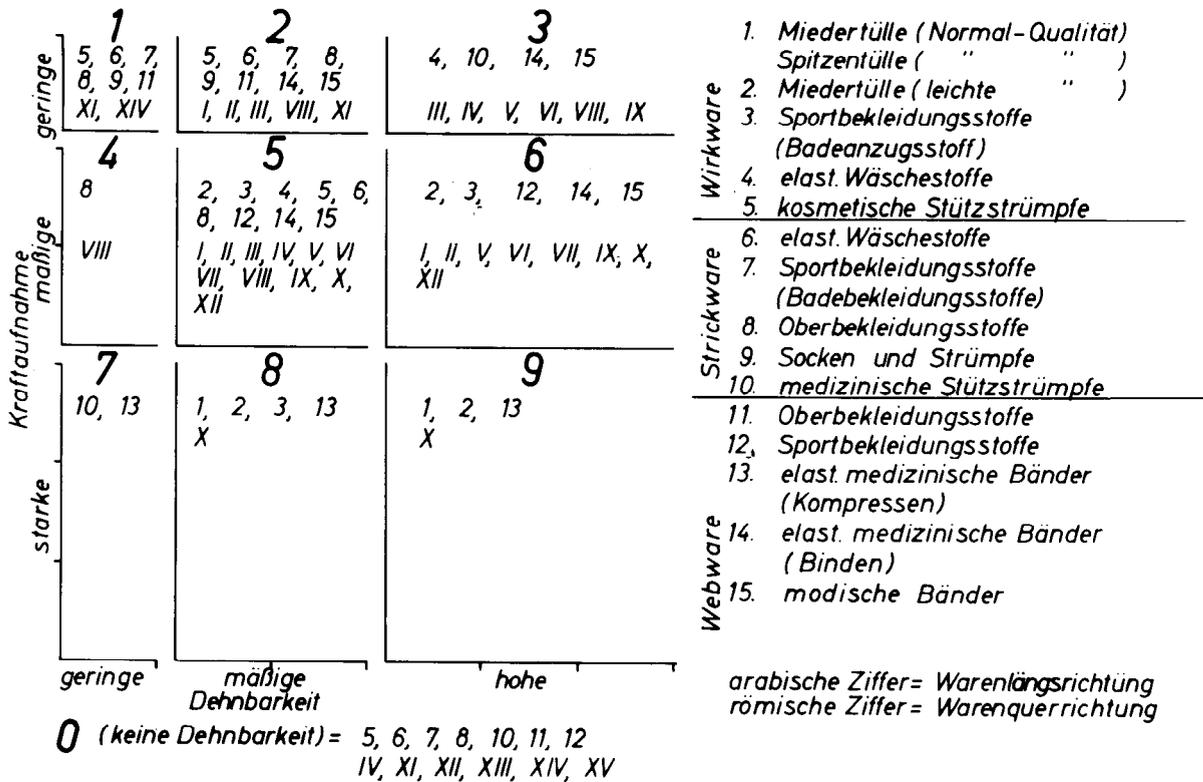


Abb. 5: Verarbeitungsbeispiele für PUE mit Einordnung in das Schema gemäß Abbildung 4

Verarbeitung von Polyurethan-Elastomern

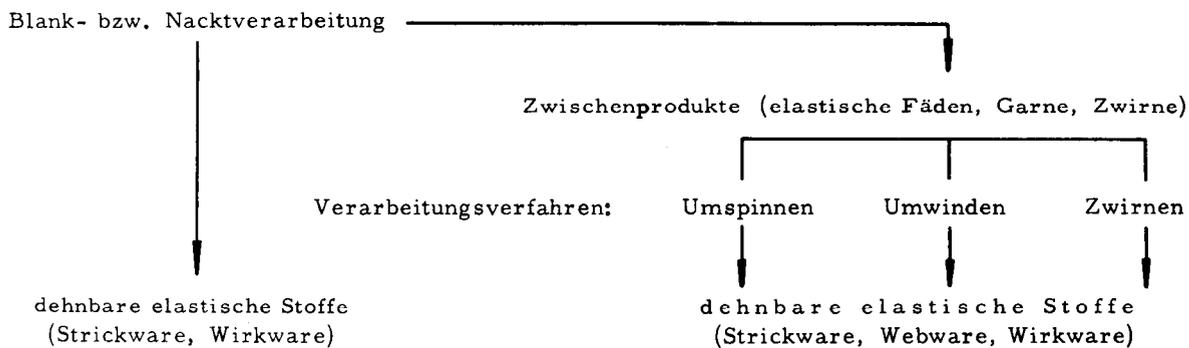


Abb. 6: Verarbeitungsmöglichkeiten von PUE

3. Güte und Qualität des Stoffes:

Für verschiedene Verfahren der Stoffherzeugung muß der PUE durch herkömmliche Fasern abgedeckt werden, zum Beispiel, um vor mechanischer Zerstörung geschützt zu werden, oder um die einheitliche Färbung des Stoffes sicherzustellen.

Die PUE sind auf zylindrischen Kreuzspulen unter definierten Verhältnissen aufgewunden. Durch positive Fadenlieferung mittels Abrollung von der Spule und anschließenden definierten Verzug der PUE ist bei der Verarbeitung eine konstante und reproduzierbare Qualität der Ware gewährleistet. Diese Art der Fadenlieferung wird von den Chemiefaserherstellern empfohlen. Selbstverständlich sind die speziellen Eigenschaften der jeweils verwendeten PUE-Provenienz (sowohl die KL-Eigenschaften als auch in geringerem Maße der Spulenaufbau) bei der Verarbeitung zu berücksichtigen.

Als zweite Art der Fadenlieferung hat sich daneben der bei allen textilen Fäden sowie auch bei Gummifäden übliche Über-Kopf-Abzug des Materials von der Spule eingebürgert. Hierbei wird die Verdehnung der PUE über Fadenbremsung erzeugt und für die Erzielung einer bestimmten Warenqualität die durch Verdehnung mittels Fadenbremsen erzeugte Fadenspannung der PUE als Arbeitsgrundlage gewählt (Abb. 7). Bei dieser Arbeitsweise ist die Verdehnung der PUE nicht definiert, und die Fadenspannung hängt von verschiedenen Zufälligkeiten ab. Außerdem ist die Regulierung der Fadenspannung infolge der im allgemeinen ziemlich gro-

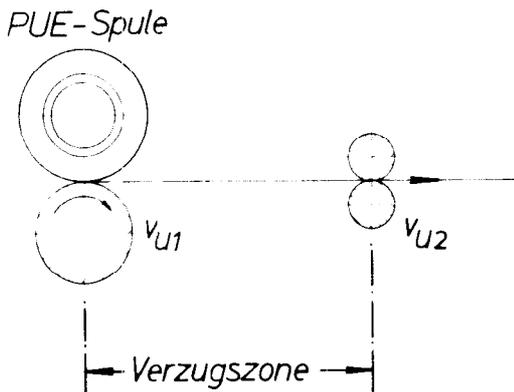
ßen Trägheit der zur Maschineneinstellung benützten mechanischen Fadenspannungsmessgeräte meist ungenauer als die Verzugseinstellung der empfohlenen Arbeitsweise durch Abrollung. Es muß jedoch erwähnt werden, daß in letzter Zeit zahlreiche ausgeklügelte Fadenbremsvorrichtungen entwickelt wurden, sodaß für verschiedene Stoffgruppen - insbesondere für Strickwaren - auch die Über-Kopf-Verarbeitung der PUE mit Erfolg angewendet wird.

Auf die Herstellung elastischer Stoffe durch Verarbeitung nackter bzw. blanker PUE gehe ich später ein und möchte zunächst die Verfahren zur Erzeugung elastischer Garne, Fäden und Zwirne erörtern.

A. Elastomer-Umspinnungsverfahren

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten für den Einsatz von PUE wurde naturgemäß das alte Problem der Erzeugung dehnbarer elastischer Fasergarne wieder aufgegriffen. Derartige Garne sollen - abgesehen von den neuen Eigenschaften - äußerlich den aus gleichem Material gefertigten herkömmlichen Garnen gleichen und mit diesen zusammen verarbeitet werden. Die Verarbeitung blanker PUE-Spinnfasern in Mischung mit anderen Fasern führte zu prinzipiellen Schwierigkeiten. Es wurde deshalb das bereits vor Entwicklung der PUE-Fasern bekannte Kerngarnverfahren (auch als Kernspinnverfahren bezeichnet) für die Verarbeitung von PUE abgewandelt. Nach dem herkömmlichen Kerngarnverfahren wird beim Spinnen von Fasergarnen an der Ringspinnmaschine ein Chemie-Endlosgarn zusammen mit dem Vor-

Fadenlieferung durch positive Abrollung



$$\text{Dehnung (\%)} = (\text{Verzug} - 1) \times 100\%$$

$$\text{Verzug} = \frac{v_{U2}}{v_{U1}}$$

Fadenlieferung durch Über-Kopf-Abzug

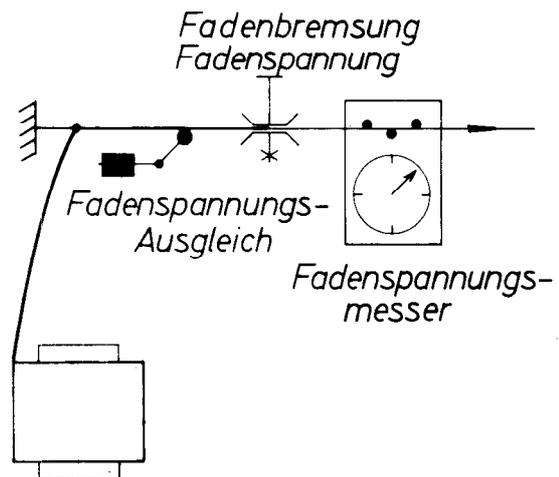


Abb. 7: Skizze der Verarbeitungstechnik blanker PUE mit definierter Verdehnung bzw. definierter Fadenspannung

garn versponnen. Dabei legt sich das Vorgarn um das -meist texturierte - Chemie-Endlos-garn, welches als „Seele“ oder „Kern“ im Garn liegt.

Im „Elastomer-Kerngarnverfahren“ wird ein verdehneter FTJE zusammen mit dem Vorgarn versponnen und liegt als hochverdehneter Kern, welcher sich zu entspannen trachtet, im Garn. Die PUE-Fadenlieferung erfolgt in den überwiegenden Fällen durch Abrollung (Abb. 8). Es sind jedoch kostspielige Fadenzuführungsvorrichtungen für Über-Kopf-Abzug bekannt geworden.

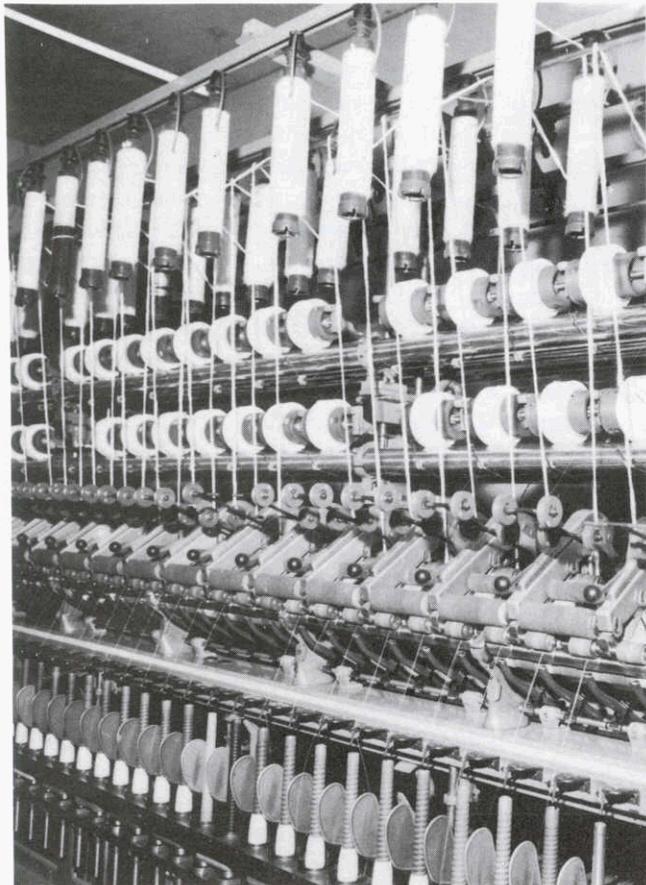


Abb. 8: Ringspinnmaschine zur Herstellung von PUE-Kerngarnen

Die durch dieses Verfahren hergestellten elastischen Garne werden als „Elastomer-Kerngarn“ oder auch „Elastomer-Umspinnungsgarn“, englisch *„core-spinning-yarn“*, bezeichnet. Bei der Verarbeitung werden hiebei die PUE - je nach Provenienz - drei bis vierfach verzogen. Dabei wird die Verzugsgröße durch die Spinnbedingungen an der Ringspinnmaschine begrenzt. Die Rücksprungkräfte des verdehnten PUE wirken sich auf die Ballon- und Aufwindespannungen aus, woraus sich Verarbeitungsoptima ergeben. Im allgemeinen muß aus diesem Grunde auch mit etwas schwereren Ringläufern gearbeitet werden als bei unelastischen Garnen gleicher Nummer. Besondere Sorgfalt beim Spinnen derarti-

ger Garne ist auf einwandfreie Überdeckung des Kernes sowie auf die im Vergleich zu normalen Garnen kompliziertere Behebung von Fadenbrüchen zu verwenden, da sonst in der Weiterverarbeitung Schwierigkeiten entstehen (im ersten Falle in Form von „Durchgrinsen“ der blanken PUE, im zweiten Falle durch unelastische Stellen im Stoff (Abb. 9, 10, 11 und 12).

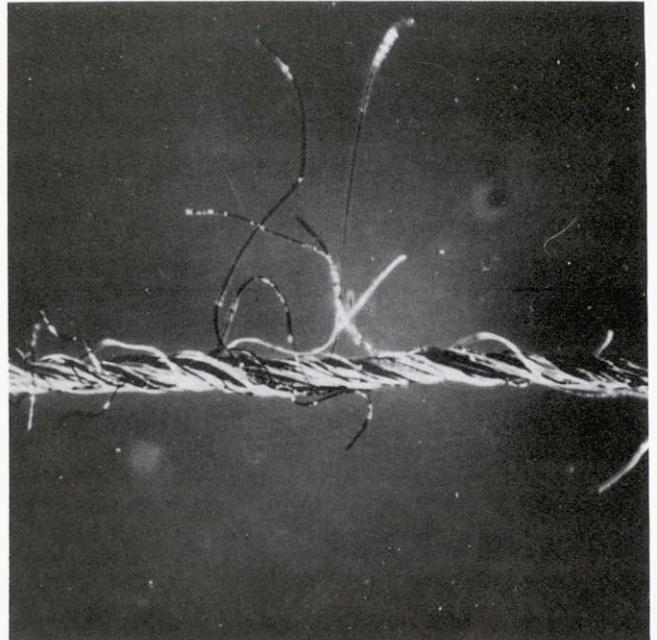


Abb. 9: PUE-Kerngarn, gestreckt



Abb. 10: PUE-Kerngarn, entspannt

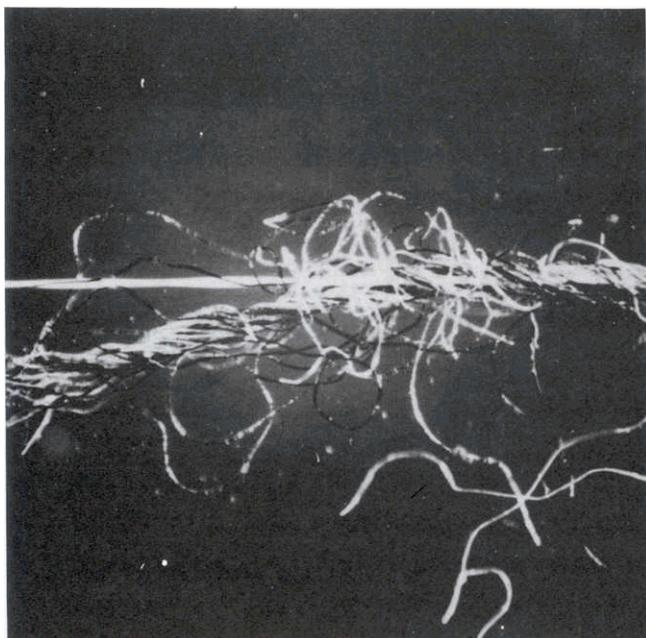


Abb. 11: PUE-Kerngarn, Darstellung des Aufbaues

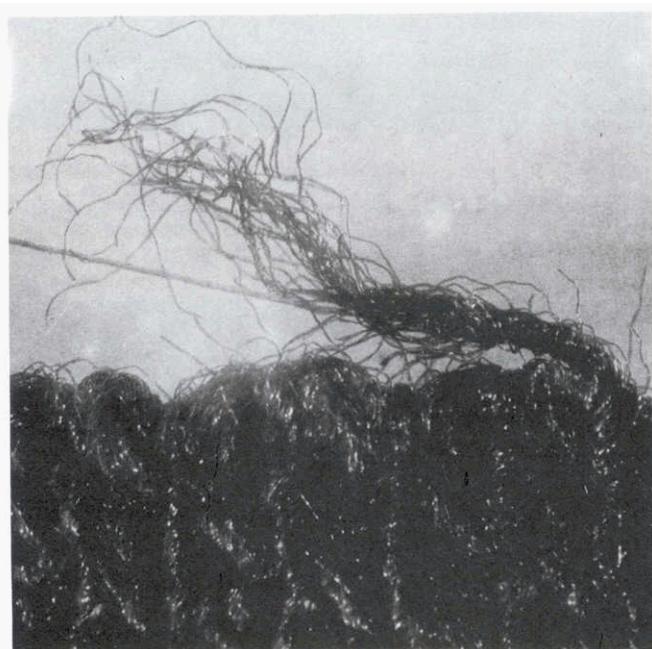


Abb. 12: Strickstück aus PUE-Kerngarn

Die Elastomerumspinnungsgarne werden als Einfachgarne oder Zwirne im gestreckten Zustand zu elastischen Stoffen verarbeitet. Einsatzgebiete der Garne stellen zur Zeit hauptsächlich Strickwaren (Socken) sowie Gewebe dar. Die ursprünglich in dieses interessante neuartige Verarbeitungsverfahren gesetzten Hoffnungen haben sich bislang noch nicht erfüllt.

B. Elastomer-Umwindungsverfahren

Ich möchte nun auf das zweite Verarbeitungsverfahren zur Herstellung elastischer Fäden eingehen: auf die Umwindung. Dies ist das klassische Verfahren zur Verarbeitung von Gummi- bzw. Kautschukfäden. Der verdehnte PUE wird normalerweise nach Ober-Kopf-Abzug oder bei modernen Maschinen nach positiver Fadenlieferung durch Abrollung von der Spule durch zwei etagenförmig übereinander angeordnete Hohlspindeln geführt. Auf jeder Hohlspindel befindet sich eine mit Umwindungsmaterial versehene Scheibenspule. Als Umwindungsmaterial kommen herkömmliche Fasergarne oder (texturierte) Chemie-Endlosgame verschiedenster Titer zur Anwendung. Von jeder Hohlspindel erhält der PUE eine in der Drehrichtung verschiedene Umwindung, also zum Beispiel an der unteren Hohlspindel (innere Umwindungslage) in Z-Richtung, an der oberen Hohlspindel (äußere Umwindungslage) entsprechend in S-Richtung. Völlig gleichartig aufgebaute Umwindungsfäden können unter Umständen auf Doppeldraht-Zwirnmaschinen hergestellt werden. Nach der Umwindungszone wird der Elastomer-Umwindungsfaden entspannt, sodaß infolge des Rücksprungvermögens des PUE der Faden einspringt, bis sich ein Gleichgewicht zwischen diesem Rücksprungvermögen und der dicht zusammengedrückten, korsettähnlichen Packung der Umwindungslagen einstellt (Abb. 13). Der Elastomer-Umwindungsfaden liegt dann äußerlich spannungslos in „unverdehntem“ Zustand vor. Es ist jedoch zu bemerken, daß dieser Zustand labil ist, denn bei jeder Umspülung oder bei auf anderen Ursachen beruhenden Störungen des Kräftegleichgewichts im Faden wird dieser „unverdehnte“ Zustand verändert. Von diesem quasi entspannten Zustand kann der Faden unter Einwirkung äußerer Kräfte wieder verdehnt werden, und zwar annähernd bis zu dem Zustand, in welchem er sich während der Fertigung auf der Umwindungsmaschine befand. Bei stärkerer Verdehnung wird die Faden-substanz des Umwindungsmaterials beansprucht, was durch steilen Kraftanstieg gekennzeichnet wird. Es ist zu erwähnen, daß die Anzahl der Umwindungen derart abgestimmt wird, daß das durch die Z- bzw. S-Umwindung in jeder Lage erzeugte Torsionsmoment im Gesamtfaden aufgehoben wird und dieser keine Krümmung zeigt (Abb. 14).

Diesem Verfahren wurden vor einiger Zeit keine großen Chancen bei der PUE-Verarbeitung eingeräumt, da zahlreiche der herkömmlichen Verarbeitungsgebiete von klassischen Umwindungsfäden durch Verarbeitung blanker PUE ausfielen. Zudem ist die Umwindung auf herkömmlichen Maschinen infolge geringer Produktionsgeschwindigkeiten ein recht teures Verarbeitungsverfahren. In letzter Zeit haben sich jedoch - entgegen allen Prognosen - neue spezifische Einsatzgebiete eröffnet. Zudem wurden hochoberige Umwindungsmaschinen entwickelt, welche mit Spindel-touren zwischen 10 000 bis 20 000 U/min arbeiten, sodaß die Leistung dieser Maschinen erhöht werden konnte. Durch entsprechende Verarbeitungsbedingungen sind die Umwindungsfäden mit bestimmter Dehnbarkeit und bestimmter Kraftaufnahme bei Verdehnung herstellbar. Auch erhält der PUE eine in manchen Fällen - insbesondere für die feinen

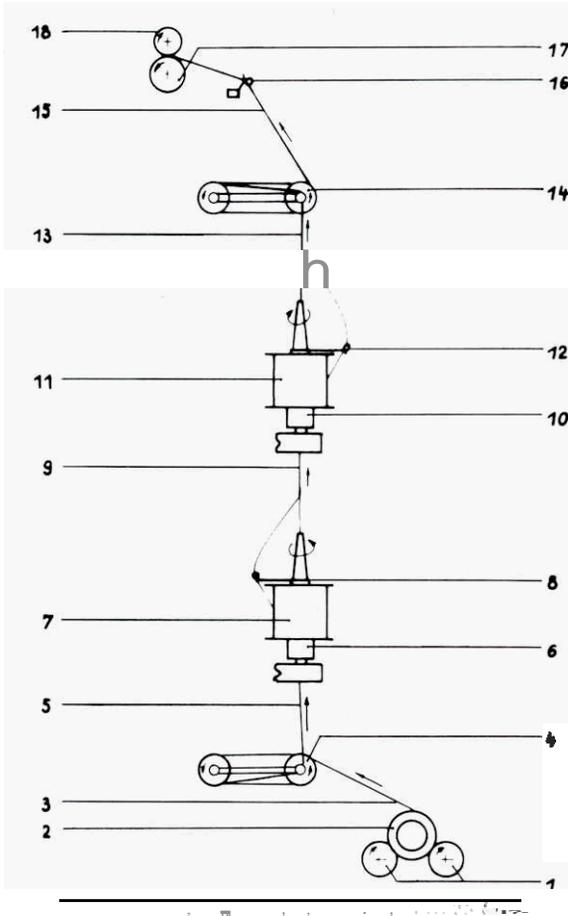


Abb. 13: Skizze einer PUE-Umwindungsmaschine

Zeichenerklärung:

- 1 Abrollvorrichtung für die PUE-Spule
- 2 PUE-Spule
- 3 gering verdehnter PUE-Faden
- 4 untere Fadenausgleichsvorrichtung
- 5 verdehnter PUE-Faden
- 6 untere Hohlspindel
- 7 Scheibenspule mit Umwindungsmaterial
- 8 Fadenführer
- 9 einmal umwundener, verdehnter PUE-Faden
- 10 obere Hohlspindel
- 11 Scheibenspule, mit Umwindungsmaterial bewickelt
- 12 Fadenführer
- 13 doppelt umwundener, gedehnte PUE-Faden = gedehnte PUE-Umwindungsfaden
- 14 obere Fadenspannungsausgleichsvorrichtung
- 15 spannungsloser Umwindungsfaden
- 16 Fadenführer
- 11 Antriebswalze für Aufwindespule
- 18 Aufwindespule

Titer 40 und 70 den - notwendige Abdeckung. Als Beispiel seien hier kosmetische Stützstrümpfe angeführt. Sofern der elastische Faden in einem maschenbildenden System verarbeitet wird, werden bei Verwendung blanker PUE dieselben unter Umständen von den härteren Polyamidfaden der benachbarten Maschenreihen bei hohen Verdehnungen regelrecht zerschnitten. Unter Verwendung qualitativ einwandfreier Umwindungsfäden werden die PUE durch die Umwin-

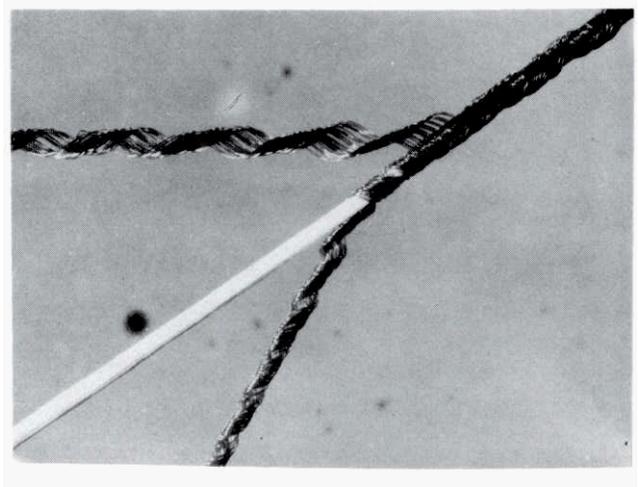


Abb. 14: Aufbau eines klassischen PUE-Umwindungsfadens

dungslagen vor derartigen Beschädigungen geschützt. Mangelhafte Umwindung kann allerdings ebenfalls zu Schädigungen der PUE führen, da hierbei Anlagestellen dieser Fäden an den benachbarten Perlon-Maschenreihen nicht vermieden werden können (Abb. 15 bis 23). Neben dem klassischen Umwindungsverfahren werden zahlreiche Variationen, zum Beispiel mit lediglich einer Umwindungslage, angewendet. Hierbei kann sich in vielen Fällen kein einigermaßen stabiler „Nullzustand“ der Faden bei Entspannung einstellen, sodaß die Umwindungsfäden nicht völlig drallberuhigt sind. Aus diesem Grunde müssen diese Fäden - im Gegensatz zu den klassischen Umwindungsfäden - in stark verdehntem, gestrecktem Zustand weiterverarbeitet werden.

Die Umwindung ist als sehr subtiles Verarbeitungsverfahren zu kennzeichnen, mit welchem zwar eine unerschöpfliche Vielzahl an Variationen durchgeführt werden kann, andererseits aber viel Erfahrung und Fingerspitzengefühl erforderlich sind. In den meisten Fällen sind zwischen den Geschäftspartnern für die jeweiligen Einsatzgebiete langwierige Bemusterungen erforderlich, sodaß für zahlreiche Verarbeitungen speziell entwickelte Umwindungsfäden hergestellt werden.

An dieser Stelle muß ich wiederum auf Terminologieunterschiede hinweisen, denn dieses Verfahren wurde schon seit vielen Jahren als „Umspinnung“ bezeichnet, wohl deshalb, weil eine direkte technische Verbindung zwischen Faser-garnherstellung und Gummiverarbeitung nicht bestand. Bei der Verarbeitung von PUE führte dieser Begriff insbesondere auch infolge der Neuheit der Probleme zu zahlreichen Mißverständnissen, denn die tatsächliche Umspinnung von PUE wurde soeben als ein grundsätzlich andersartiges Verarbeitungsverfahren geschildert. Erfreulicherweise stellen sich die traditionellen Gummiverarbeitungsfirmen, welche natürlich auch PUE verarbeiten, auf die neuen Bezeichnungen um. Dabei haben allerdings einige Firmen leider wiederum mehrdeutige Begriffe eingeführt: Das Umwindungsverfahren wird als „Zwirnen“ bezeichnet, und dies ist nun das dritte Verarbeitungsverfahren von PUE zu elastischen Fäden.

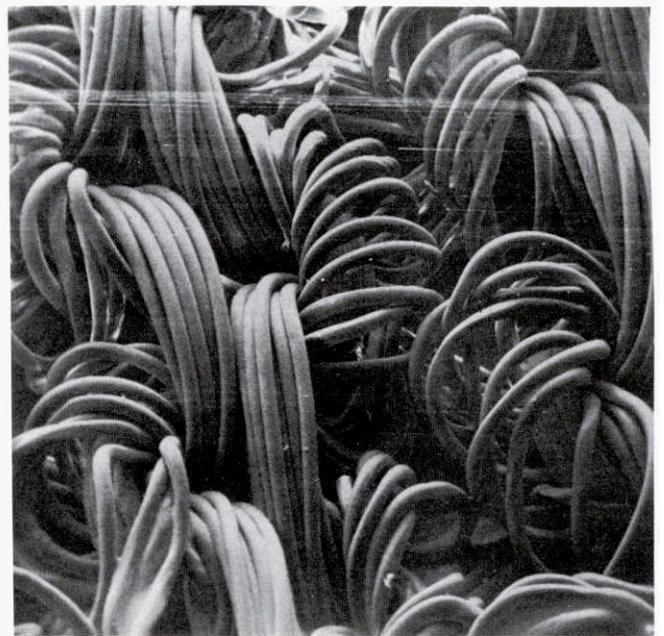
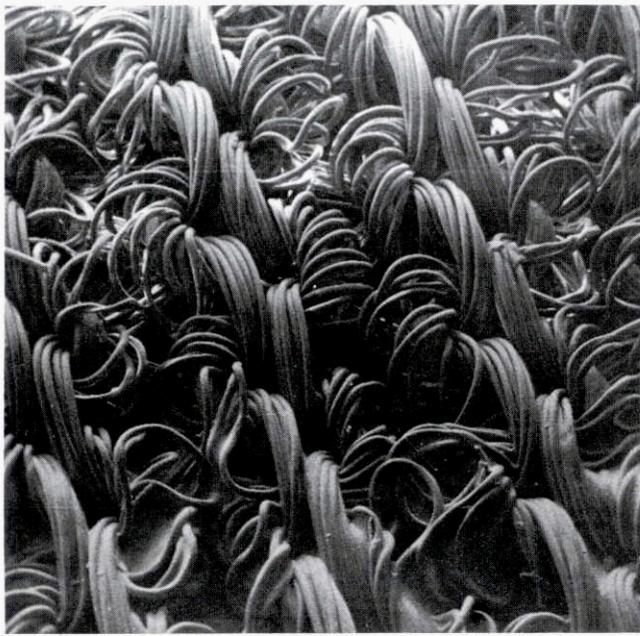


Abb. 15: Stereo-Scan-Aufnahme eines PUE-haltigen Damenstrumpfes. Neben Polyamidfäden wurde ein einfach umwundener PUE-Faden mangelhafter Qualität maschenbildend verarbeitet.

Abb. 16: StereoSm-Aufnahme eines PUE-haltigen Damenstrumpfes (Vergrößerung des in Abbildung 15 dargestellten Strumpfes). Die Einzelkapillaren des Umwindungsmaterials (Polyamidfäden) stehen infolge lockerer, mangelhafter Umwindung in weiten Spiralen vom PUE-Kern ab.

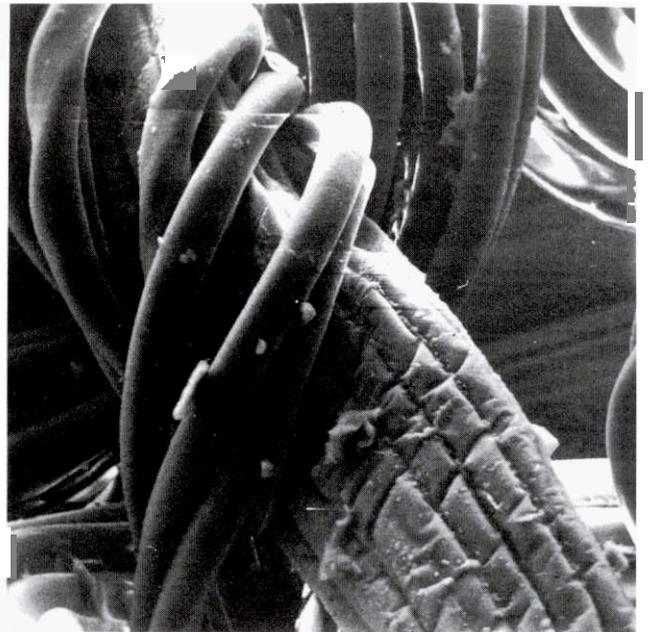


Abb. 17 und 18:

Stereo-Scan-Aufnahmen eines PUE-haltigen Damenstrumpfes (Vergrößerung des in den Abbildungen 15 und 16 dargestellten Strumpfes). Infolge der vom PUE-Faden weit abstehenden Kapillaren des Umwindungsmaterials (Polyamidfäden) wird jener nicht geschützt und kann bei durch Verdehnung hervorgerufenen Scherbeanspruchungen zerstört werden.

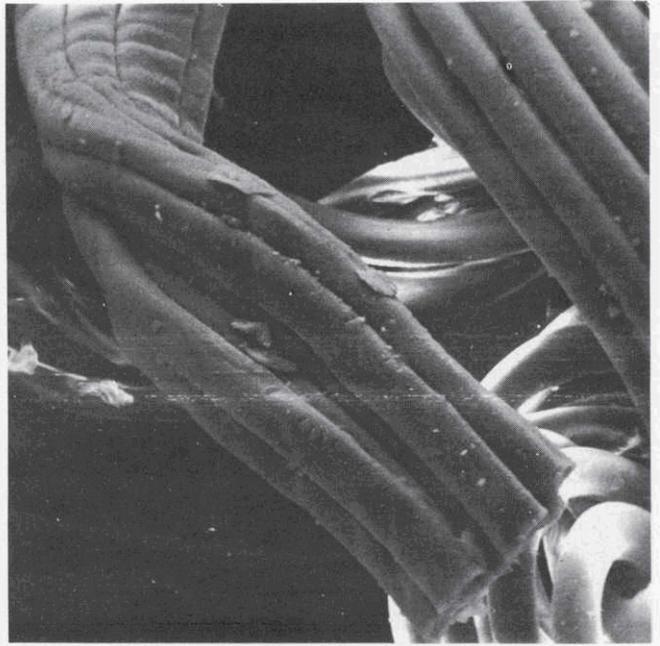
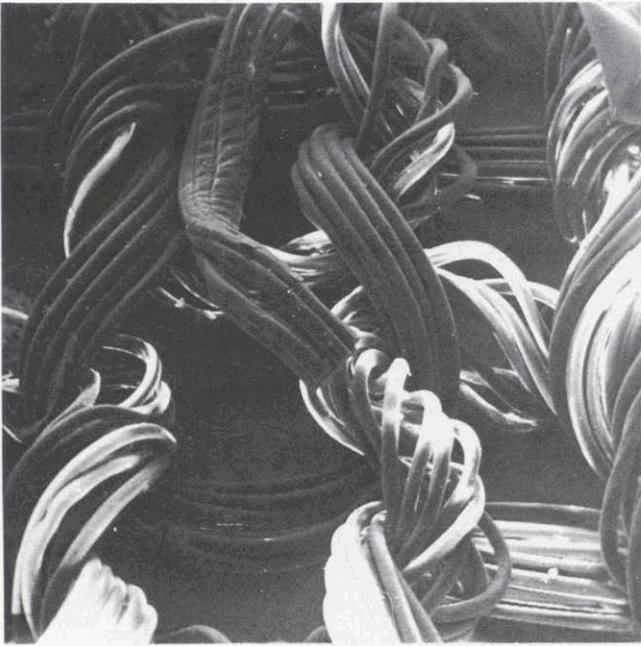


Abb. 19 und 20:

Stereo-Scan-Aufnahmen eines in den Abbildungen 15 bis 18 dargestellten PUE-haltigen Damenstrumpfes mit zerstörtem PUE-Faden.

Der verdehnt im Strumpf liegende PUE-Faden wurde von den Polyamidfäden der benachbarten Maschenreihen durch Scherbeanspruchung zerstört (glatte Schnittkanten an den Bruchstellen des PUE-Fadens) und hat sich infolge Entspannung aus den Maschen herausgearbeitet. Am PUE-Faden sind die verklebten Einzelkapillaren zu erkennen.

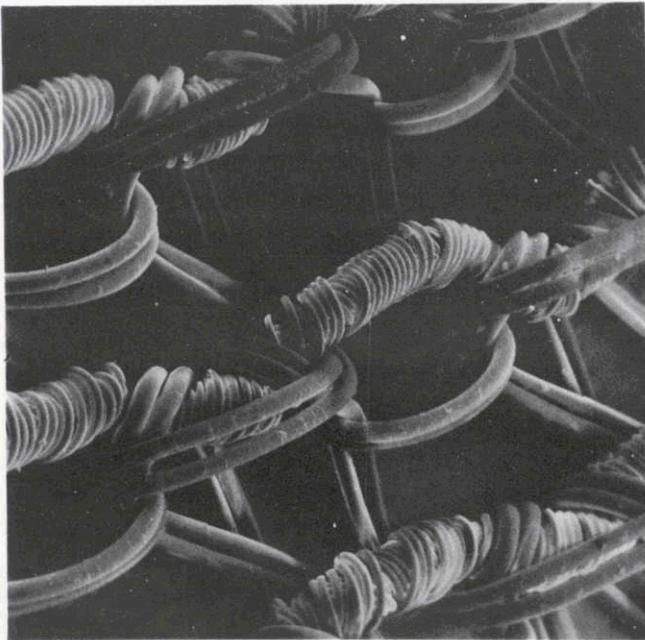


Abb. 21: Stereo-Scan-Aufnahme eines PUE-haltigen Damenstrumpfes. Dieser Strumpf wurde unter Verwendung eines einwandfrei umwundenen PUE-Fadens gefertigt. Eine Zerstörung der PUE-Fäden durch die im Strumpf mitverarbeiteten Polyamidfäden ist wegen der völligen Überdeckung des PUE-Fadens durch das Umwindungsmaterial (Polyamidfäden) unmöglich.

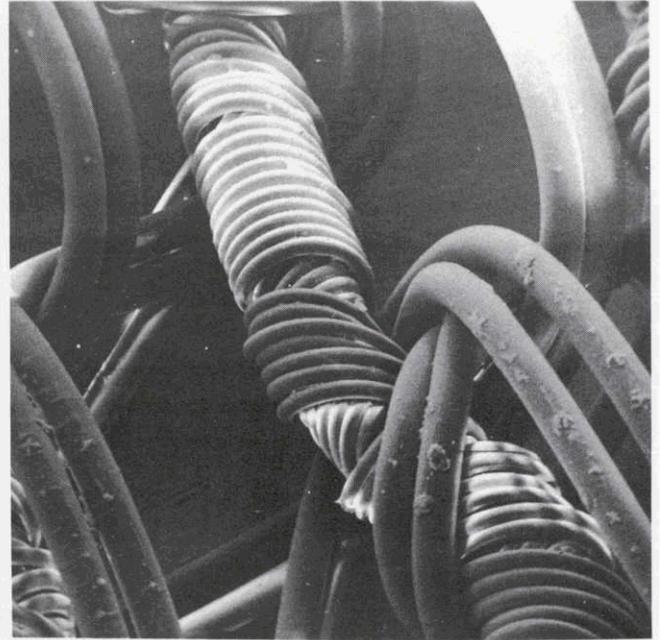


Abb. 22: Stereo-Scan-Aufnahme eines PUE-haltigen Damenstrumpfes (Vergrößerung des in Abbildung 21 dargestellten Strumpfes). Am PUE-Umwindungsfaden können die Einzelkapillaren des Umwindungsfadens (Polyamidfäden) erkannt werden. Außerdem ist die auf den PUE-Umwindungsfaden wirkende Scherbeanspruchung ersichtlich, welche durch die aus Polyamidfäden bestehenden Strumpfmaschen bei Verdehnung des Strumpfes ausgeübt wird.

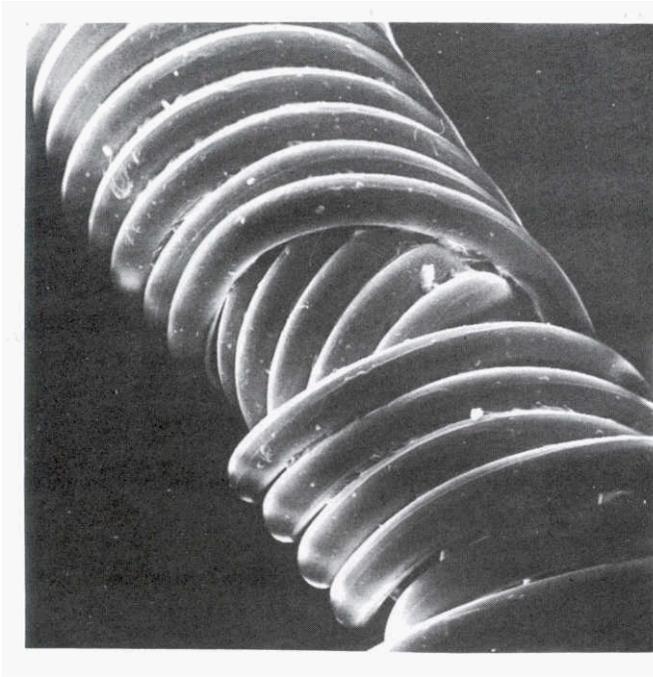


Abb. 23: StereoScan-Aufnahme eines PUE-Umwindungsfadens.

Durch doppelte-klassische-Umwindung (äußere Umwindung in S-Richtung, innere Umwindung in Z-Richtung) wird der im Kern liegende PUE-Faden vollständig abgedeckt und damit vor mechanischen Beanspruchungen geschützt.

C. Elastomer-Zwirnverfahren

Beim Herstellen elastischer Zwirne werden als mindestens eine Zwirnkomponente entweder blanke PUE, Elastomer-Kerngarne oder Elastomer-Umwindungsfäden eingesetzt. Es ergeben sich demzufolge drei unterschiedliche Zwirnmarten. Die Anwendungsgebiete der PUE-Umwindungsfäden und der PUE-Zwirne sind weitgehend identisch. Dabei können die erforderlichen Eigenschaften dieser elastischen Fäden durch zahllose Kombinationsmöglichkeiten variiert werden.

Bei Neuentwicklungen werden in der Regel vom Stoffhersteller (Stricker, Wirker, Weber) dem Spinner, Zwirner oder Umwinder Angaben über den Verwendungszweck der Faden gemacht, woraufhin über mehrere Bemusterungen verschiedenen aufgebauter elastischer Fäden (unter Umständen aus allen drei Fertigungskategorien) eine optimale Fadeneinstellung erarbeitet wird. Der Stoffhersteller seinerseits kann jedoch nicht ohneweiters von den Eigenschaften der Rohware auf die erforderliche Fadenqualität schließen, sondern muß Versuchsstücke ausrüsten lassen, denn während der Ausrüstung erfährt der Stoff nochmals eine qualitative Veränderung. Auch sind durch Variationen in der Rohwarenherstellung Veränderungen der Wareneigenschaften möglich. Ist eine entsprechende Warenqualität erstellt, wird diese von den Konfektionsfirmen geprüft, welche unter Umständen nach Trageversuchen noch spezielle Veränderungen in den Stoffeigenschaften, zum Beispiel hinsichtlich der für einen bestimmten Konfektionsschnitt erforderlichen Dehnbarkeit, wünschen, was eine nochmalige Stoffbemusterung erfordert.

Ich erwähne diese für alle Geschäftsentwicklungen geltenden Vorarbeiten deshalb so ausführlich, weil im Falle der PUE diese Bemusterungen sehr schwierig, kompliziert und auch sehr kostspielig sein können, und nur ein enges Zusammenarbeiten aller Beteiligten, vom Chemiefaserhersteller bis zum Konfektionär, bei Neuentwicklungen zu befriedigenden Resultaten führt.

Bei der Besprechung des Verwendungszweckes von PUE wurde vorhin ausführlich der Begriff der Dehnbarkeit erörtert. An dieser Stelle soll nun die technische Erzeugung derselben näher betrachtet werden. Die PUE in blanker Form oder die aus ihnen erzeugten Elastomer-Umspinnungsgarne, Umwindungsfaden oder Zwirne werden unter bestimmten, je nach Artikel verschiedenen Verdehnungen bzw. Fadenspannungen verarbeitet und besitzen in diesem Zustand beachtliche Rückstellkräfte. Im Augenblick der Stoffherzeugung liegt der Stoff in gespanntem Zustand vor. Sobald die Rohware nach Verlassen der Maschine nicht mehr unter äußeren Zugspannungen steht, wirken sich die Rückstellkräfte der verarbeiteten Game, insbesondere aber der PUE aus. Der Stoff springt ein, und zwar je nach Stoffart in einer Warenrichtung oder in Warenlängs- und -querrichtung, gleich oder unterschiedlich stark. Bei diesem Einsprung werden die Rückstellkräfte der PUE abgebaut. Die Eigenschaften des sich entspannenden PUE-Fadens in der Ware bewegen sich dabei gleichsam auf dem Diagramm in Richtung auf den Nullpunkt, das heißt, mit zunehmender Entspannung (abfallenden Dehnungswerten) fällt die Zugspannung bzw. Rückstellkraft ab. Dieser Vorgang verläuft solange, bis sich ein Kräftegleichgewicht zwischen den Rückstellkräften der PUE und den diesen Rückstellkräften entgegenwirkenden Gefügekräften ausbildet. Unter „Gefügekräften“ werden hierbei die Reibungskräfte im Warengefüge, zum Beispiel zwischen den Fasern oder Garnen, insbesondere an den Bindungsstellen, sowie der Widerstand der nichtelastomeren Fasern gegen die Verformung verstanden. Bei Erreichen dieses Kräftegleichgewichtes liegt der elastische Stoff im dichtestmöglichen Zustand vor. Von diesem „unverdehnten“ oder „Null“-Zustand ist der Stoff verdehnbar bis annähernd zu dem oben geschilderten Zustand, in welchem der Stoff auf der Textilmaschine gefertigt wurde. Nebenbei sei bemerkt, daß in den meisten Fällen der Stoff nicht mehr vollständig bis auf diese ursprünglichen Maße verdehnbar ist, da er während der Ausrüstung Gefügeänderungen, zum Beispiel durch tatsächlichen Faserschrumpf der herkömmlichen Fasern oder durch verschiedene Ausrüstungsbehandlungen, erfährt. Der tatsächliche Schrumpf der verarbeiteten Fasern ist bei diesen Vorgängen von geringem Einfluß; die Ware ist lediglich „zusammengezogen“ und kann dementsprechend wieder ausgestreckt, das heißt verdehnt werden, und zwar fast wieder auf die ursprünglichen Maße. Mit anderen Worten: Vom zusammengezogenen Zustand der Ware bis zum Zustand der gestreckten, ausgedehnten Ware, welcher etwa dem Zustand der Ware bei der Herstellung entspricht, erstreckt sich der Bereich der Dehnbarkeit.

Aus diesem absichtlich etwas ausführlicher geschilderten Vorgang ergeben sich mehrere für die Verarbeitung wichtige

Folgerungen, wovon ich fünf Beispiele anführen möchte:

Beispiel 1

Bereits bei der Herstellung kann sich der Stoff in der Textilmaschine um gewisse Beträge entspannen, ebenso bei Stoffablieferung und gegebenenfalls bei Umrollung der Ware auf Warenrollen. Legt man die Rohware spannungslos aus, so „kriecht“ sie weiter zusammen. Der dabei entstehende Nullzustand ist noch nicht endgültig. Bei Entspannung der Ware in Dampf oder wäßrigen Flotten werden die Reibungskräfte im Gefüge auf ein Minimum herabgesetzt. Das in der Rohware ausgebildete Kräftegleichgewicht wird dabei gestört, und die Rückstellkräfte des PUE-Materials können sich weiter auswirken, sodaß dichtestmöglicher Wareneinsprung erzielt wird. Übrigens wird im allgemeinen der Entspannung in Dampf der Vorzug gegeben, denn bei Behandlung in wäßrigen Flotten kann zum Beispiel bereits das schwere Gewicht der nassen Ware während des Warentransportes zu einer Stofflängung und somit zu nicht optimalem Schrumpf führen.

Beispiel 2

Bei Lagerung oder Entspannung der Rohware muß Knickung unbedingt vermieden werden, da hiedurch in der Rohware infolge Gefügeverschiebungen entstehende Streifigkeit oder unruhiges Warenbild nicht mehr korrigiert werden können.

Beispiel 3

Nach Verdehnung im Bereich der Dehnbarkeit und anschließender Entlastung springt der Stoff wieder - je nach elastischem Verhalten - weitgehend in den unverdehnten Zustand zurück. In ihrem Aufbau vergleichbare Stoffe können durch spätere Beeinflussung der Gefügereibung, zum Beispiel infolge unterschiedlicher Appreturen bei der Ausrüstung, unterschiedliche Dehnbarkeit, gleichzeitig aber auch unterschiedliches elastisches Verhalten aufweisen (Abb. 24).

Beispiel 4

Die Art des KL-Verlaufes der PUE in der Ware beeinflusst das elastische Verhalten der Stoffe stark. Verläuft zum Beispiel der untere Kurventeil der Entlastungskurve der PUE sehr flach, das heißt, bleibt die Rückstellkraft der PUE über einen größeren Dehnungsbetrag gering und annähernd gleich, so neigt der Stoff zum Ausbeulen, denn es kann in einem entsprechenden Dehnungsbereich des Stoffes bei dessen Entspannung das Kräftegleichgewicht im Stoffgefüge ausgebildet werden. Beim Waschen derartiger ausgebeulter Stoffe springt nach dem oben geschilderten Zusammenhang der Stoff infolge Verringerung der Reibungskräfte weiter ein, das heißt, nach dem Waschen ist die Ausbeulung des Textilartikels beseitigt.

Beispiel 5

Hinsichtlich des Warenaufbaues können PUE-haltige Stoffe mit dichtem oder festem Warengefüge (z.B. Gewebe,

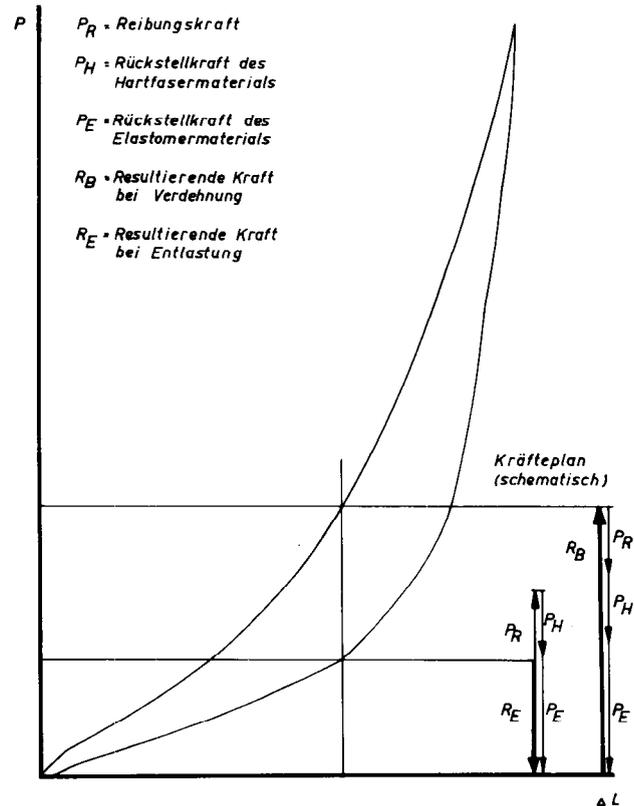


Abb. 24: Schematische Skizze zur Demonstration der in einem verdehnten elastischen Stoff wirkenden Kräfte

Raschel-Tüll) bis zu solchen mit leichtem oder lockerem Warengefüge (insbesondere Strickwaren mit grobem Maschengefüge) gefordert werden. Während bei den erstgenannten Stoffen das geschilderte System der „Warenentspannung“ ohne besondere Schwierigkeiten funktioniert, kann sich bei sehr lockeren Artikeln kein dichtes Warengefüge ausbilden, oder der Stoff springt weit über das für die erforderliche Dehnbarkeit notwendige Maß ein, was für die Weiterverarbeitung nur weniger Stoffe akzeptiert werden kann. Zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten können zwei Wege beschrritten werden, nämlich

- a) Verarbeitungstechnik und
- b) die Ausrüstungstechnik.

Das bislang am meisten angewandte ausrüstungstechnische Verfahren beruht auf der Ausnutzung des thermoplastischen Verhaltens der PUE und soll zuerst erwähnt werden. Hierbei wird durch Dämpf- bzw. Hitzebehandlung der PUE-haltigen Zwischenprodukte oder Stoffe in verdehntem Zustand das Rücksprungvermögen der PUE so weit herabgesetzt, daß nach anschließender Entspannung die Ware infolge des nur noch geringen Rücksprungvermögens des PUE-Materials im Stoff einen quasi stabilen Zustand erreicht. Mit diesem Verfahren sind verschiedene Nachteile verbunden; zugunsten der geforderten KL-Eigenschaften wird zum Beispiel das elastische Verhalten der Stoffe deutlich beeinträchtigt.

Das bislang noch zu wenig angewandte Verfahren der Verarbeitungstechnik besteht darin, unabhängig von unter Umständen lockerem Warengewebe die verdehnten PUE an der Entspannung unterhalb eines bestimmten Verdehnungsbeitrages zu hindern. Dies kann erreicht werden, indem den Rückstellkräften der PUE ein vom Warenaufbau unabhängiges Kraftesystem entgegengestellt wird. In der Praxis ist das zu erzielen durch Verarbeitung klassischer Elastomer-Umwindungsfäden sowie von Elastomer-Zwirnen, welche bei Entspannung in sich ein Kräftegleichgewicht auszubilden in der Lage sind, welche also in sich einen „Nullpunkt“ bilden. Der Stoff kann sich bei dieser Technologie nur so weit „entspannen“, bis diese mitverarbeiteten elastischen Fäden in sich entspannt sind. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt weiter darin, daß das elastische Verhalten dieser Stoffe weitgehend vorbestimmbar ist, da die Eigenschaften der PUE-Zwischenprodukte innerhalb ihrer Dehnbarkeit vielgestaltig variiert werden können.

Diesen Ausführungen ist zu entnehmen, daß die Eigenschaften PUE-haltiger Stoffe sehr vielgestaltig beeinflussbar sind, sodaß bei der folgenden Besprechung der Herstellung elastischer Stoffe nur einige grundlegende Zusammenhänge aufgezeigt werden können.

Die Herstellung elastischer Stoffe durch Verarbeitung nackter bzw. blanker PUE erfolgt insbesondere in der Wirkerei und Strickerei, wobei die PUE maschenbildend verarbeitet oder als „Schuß“ in die Ware eingelegt werden (Abb. 25).

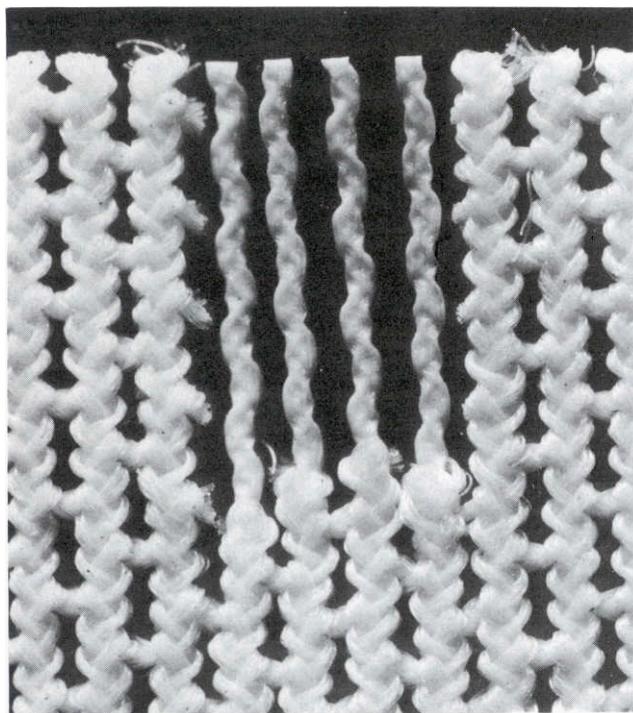


Abb. 25: Raschel-Miederstoff (Tüll) mit in Kettrichtung eingewirkten PUE-Fäden. An vier freigelegten PUE-Fäden ist deren durch die Polyamidmaschinen während der Stoffausrüstung verursachte Formänderung zu erkennen.

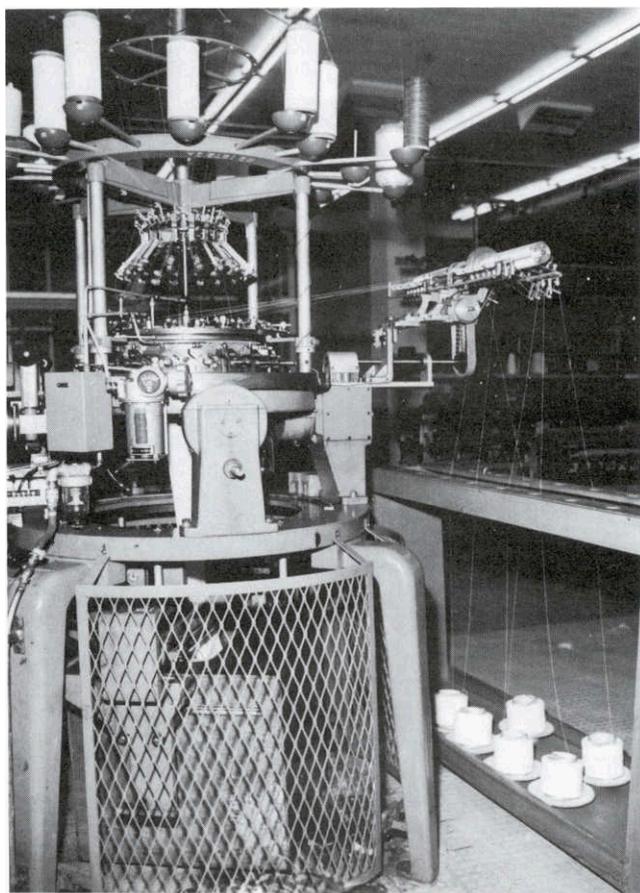


Abb. 26: Über-Kopf-Abzug der PUE von den Spulen bei Verarbeitung auf einer Rundstrickmaschine

In der Kettwirkerei werden die PUE zusammen mit den anderen Chemie-Endlosgeräten auf Raschel-Maschinen zu Ein- oder Zweizug-Tüllen verarbeitet (z.B. Miederwarenstoffen) sowie auf Kettwirkautomaten zu elastischen Stoffen (z.B. für den Badebekleidungs- oder Wäschesektor). Für diese Technologie werden die PUE zunächst auf Teilkettbäume geschärt, wofür im allgemeinen speziell für PUE entwickelte Schärenanlagen (z.B. die Expanderanlage der Firma Liba) Verwendung finden. Hierbei erfolgt positive Fadentieffnung durch Abrollung der Spulen. Das Material wird unter definiertem Verzug auf die Teilkettbäume geschärt. Nebenbei sei bemerkt, daß das Schären derartiger Teilkettbäume zum Teil bei den Verarbeitern erfolgt, zum Teil aber auch die PUE in Teilkettbaumaufmachung von den Chemiefaserherstellern geliefert werden. Die für die Warenherstellung notwendigen Maschineneinstellungen an den Verarbeitungsmaschinen werden heute noch nach zwei Methoden, nämlich der Fadenspannungsmessung und -regelung oder der Messung und Regelung der eingearbeiteten Fadenlänge vorgenommen. In letzterem Falle wird die eingearbeitete Fadenlänge pro "rack" (das ist die Mascheneinheit von 480 Maschenreihen) bezogen.

in der Strickerei hat sich die Verarbeitung von PUE fast ausschließlich in der Rundstrickerei eingeführt, da bei der

Flachstricktechnik infolge der diskontinuierlichen Fadenzuführung auch der elastischen Fäden mangelhafter Wareneinsatzfall entsteht. Sowohl die Verarbeitung der blanken PUE durch positive Fadenzuführung als auch durch Über-Kopf-Abzug sind anwendbar. Es wurden hierfür eine Reihe von Zusatzvorrichtungen entwickelt, welche ohne Schwierigkeiten an Rundstrickmaschinen mit stehenden Schloßern angebracht werden können. Zweckmäßigerweise werden die PUE nicht in jedem, sondern in jedem zweiten, dritten oder vierten System verarbeitet. Hiedurch resultiert geringerer PUE-Anteil bei ausreichendem elastischen Verhalten des Stoffes (Abb. 26, 27 und 28).

Während in der Wirkerei fast ausschließlich blanke PUE Verwendung finden, werden in der Strickerei auch in größerem Maße Elastomer-Kerngarne, Elastomer-Umwindungsfäden und Elastomer-Zwirne eingesetzt, wobei dieselben je nach Artikelqualität unter Umständen auch in gedämpftem Zustand verarbeitet werden können. In der Verarbeitungstechnik sind hierbei keine zusätzlichen Maschinenelemente erforderlich wie für blanke PUE. Durch geeignete Fadenbremsung muß lediglich sichergestellt sein, daß diese elastischen Garne mit der erforderlichen Fadenspannung verarbeitet werden und auch bei Maschinenstillstand keine Krinzel oder Fadenverwirrungen entstehen können.

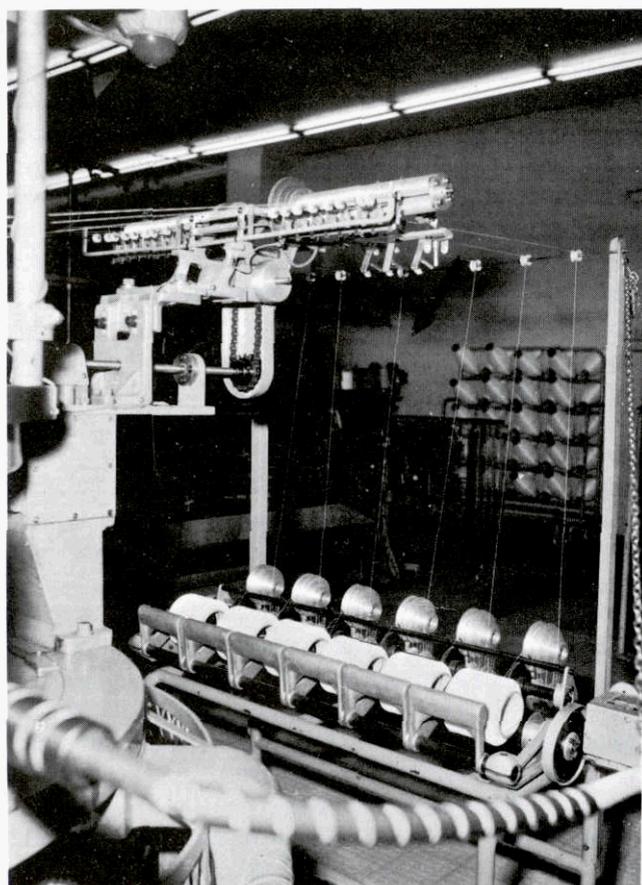


Abb. 27: Abrollung der PUE von den Spulen bei Verarbeitung auf einer Rundstrickmaschine

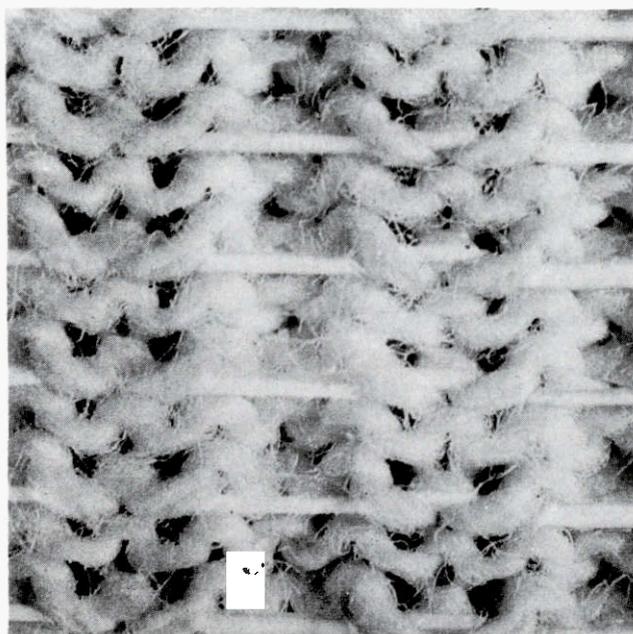


Abb. 28: Strickware mit eingearbeiteten PUE-Fäden

Für die Herstellung PUE-haltiger Gewebe können beim derzeitigen Entwicklungsstand der Technologie keine blanken PUE verarbeitet werden, sondern lediglich die Zwischenprodukte, also Elastomer-Kerngarne, Elastomer-Umwindungsfäden und Elastomer-Zwirne, und zwar im Gegensatz zur Strickerei - stets in ungedämpfter Form. Bislang haben sich in Kettrichtung oder in Schußrichtung dehnbare Gewebe in gewissem Umfang durchgesetzt. Allseitig dehnbare Gewebe befinden sich noch größtenteils im Entwicklungsstadium. Webtechnisch bereitet die Verarbeitung PUE-haltiger Fäden in Kette oder Schuß keine schwerwiegenden Probleme. Für die Herstellung kettelastischer Stoffe können die bei der Verarbeitung von Ketten aus texturiertem Polyamid gewonnenen Erfahrungen weitgehend übernommen werden. Für schußelastische Gewebe bereitet in manchen Fällen die für bestimmte Stoffqualitäten erforderliche große Rietbreite gewisse Schwierigkeiten, denn neben Dehnbarkeit und Quadratmetergewicht wird meistens die Stoffbreite aus konfektionstechnischen Gründen vorgeschrieben. Nach den oben geschilderten Zusammenhängen bezüglich der Stoffdehnbarkeit muß die Rietbreite annähernd der gesamten Stoffbreite, welche aber um den Betrag der Dehnbarkeit verdehnt wurde, entsprechen. Bei einer geforderten Stoffbreite von 140 cm und einer Dehnbarkeit des Stoffes von 50 Prozent

muß zum Beispiel die Rietbreite annähernd 210 cm betragen. Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, daß für manche schußelastischen Stoffqualitäten unter Umständen recht große Rietbreiten erforderlich sind (Abb. 29). Exakte Maschinendaten können jeweils nur in Vorversuchen ermittelt werden, weil zahlreiche Faktoren, nicht zuletzt auch die spezielle Ausrüstung, berücksichtigt werden müssen.

Bei PUE-haltigen Stoffen beeinflußt das Ausrüstungsverfahren

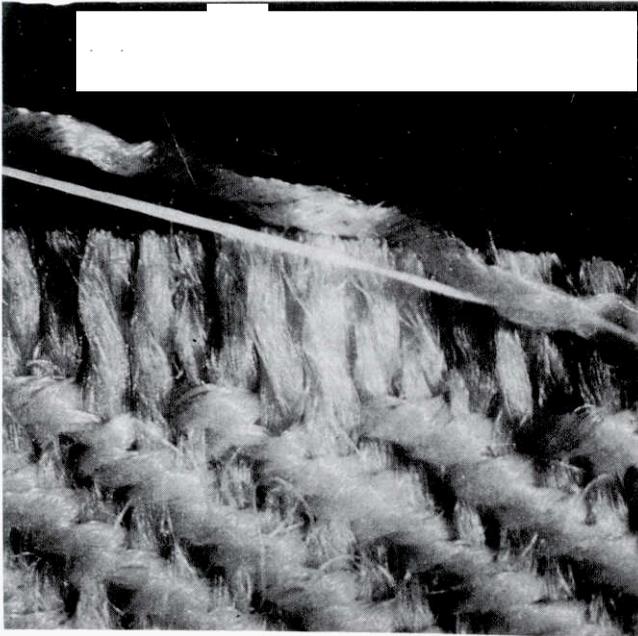


Abb. 29: Elastisches Gewebe aus PUE-Umwindungsfäden

ren nicht nur Farbausfall, Warengriff und Aussehen der Ware, sondern in weit stärkerem Maße als bei den meisten herkömmlichen Stoffen auch die physikalischen Eigenschaften. Wenngleich an dieser Stelle nicht auf die zahlreichen Variationsmöglichkeiten für die Ausrüstung verschiedener Stoffe eingegangen werden kann - die Klärung derartiger Probleme bleibt jeweils der technischen Zusammenarbeit der Geschäftspartner vorbehalten -, sollen doch die für die Ausrüstung wichtigen prinzipiellen Zusammenhänge erwähnt werden.

Bei der Ausrüstung PUE-haltiger Stoffe und Textilien müssen folgende Forderungen berücksichtigt werden:

1. Ausrüstungshilfsmittel und Chemikalien dürfen die PUE nicht schädigen und müssen den Eigenschaften der PUE angepaßt sein.

Durch geeignete Wahl von Chemikalien oder Ausrüstungsprozessen ist etwaigen Faserschädigungen vorzubeugen. So sind zum Beispiel für die meisten PUE Chlorbleichen schädlich. Es sind deshalb andere Bleichverfahren (z.B. Reduktionsbleichen mit Hydrosulfit oder Blankit) anzuwenden. Auch sind spezielle Farbstoffe auszuwählen, um geforderte Echtheiten und Ton-in-Ton-Färbung der Stoffe zu erreichen. Hierbei sind in jedem Falle die von den Chemiefaserherstellern für die verschiedenen PUE empfohlenen Verarbeitungsrichtlinien zu berücksichtigen.

2. Die Ausrüstungsbehandlungen müssen den geforderten Eigenschaften der jeweiligen Artikel angepaßt werden.

Wie vorhin erwähnt, sind die physikalischen Eigenschaften der PUE durch thermische Behandlungen zu beeinflussen, wobei die Höhe der Eigenschaftsänderung abhängt von den Parametern:

Intensität der thermischen Behandlung,
Behandlungsdauer und
Verdehnungszustand der PUE während der Behandlung.

Sollen die ursprünglichen Eigenschaften der PUE so wenig wie möglich verändert werden, das heißt, soll der PUE-haltige Stoff starke Formkräfte besitzen und hochdehnbar sein - was zum Beispiel für Miederstoffe gefordert wird -, so muß die Ware unter möglichst geringen Warenspannungen möglichst kurze Zeit bei niedrigen Temperaturen ausgerüstet werden. Aus diesen Forderungen ergeben sich hinsichtlich der eingesetzten Maschinen, Farbstoffe und Ausrüstungshilfsmittel optimale Ausrüstungsbehandlungen.

Besonders im Falle einer in Warenlängsrichtung hochelastischen, hochdehnbaren Ware muß während der Ausrüstung auf geringstmögliche Zugspannung geachtet werden, zum Beispiel bei Behandlungen auf dem Jigger oder auf dem Spannrahmen, da andernfalls die Ware eine ungewünschte Verminderung von Dehnbarkeit und Elastizität durch teilweise thermoplastische Verformung des PUE-Anteils erleiden kann.

Das thermoplastische Verhalten der PUE kann andererseits mit Erfolg zur gesteuerten Beeinflussung der Wareneigenschaften während des Ausrüstungsprozesses genutzt werden, wobei zu starke Form- bzw. Rückstellkräfte oder zu hohe Dehnbarkeit einer Ware durch thermische Behandlung den gewünschten Werten angeglichen werden kann. Derartige Behandlungen werden zum Teil bereits mit den PUE-Zwischenprodukten - insbesondere mit Elastomer-Umspinnungsgarnen und einfachen Umwindungsfäden - durchgeführt. Zur Herstellung dieser Fäden werden die PUE hochverdehnt, wobei oftmals das daraus resultierende zu starke Rücksprungvermögen der Fäden zu hohen Einsprünge von unter Verwendung dieser Fäden hergestellten Stoffen hervorruft. Auch können verschiedene Arten von Strick- und Wirkwaren während der Ausrüstung keiner Spannrahmenbehandlung unterzogen werden, so daß keine Korrekturen in Warenlängs- und quemchtung vorgenommen werden können. Für derartige Artikel muß in Verarbeitungsversuchen für die PUE-haltigen Fäden eine jeweils geeignete Dämpfbehandlung gefunden werden, welche deren Rücksprungvermögen so weit herabsetzt, daß der Stoff die gewünschten Eigenschaften erhält. Dieses Verfahren ist allerdings nur in gewissen Grenzen durchführbar und kann das prinzipielle Problem des Wareneinsprünge bei lockerer Maschenware nicht lösen; andererseits ergeben sich gewisse technologische Schwierigkeiten, da die Fäden in weitgehend gestrecktem Zustand behandelt werden müssen und auf den Spulen bzw. Hülsen hohe Druckspannungen entstehen. Zum Dämpfen von Elastomer-Kerngarnen zum Beispiel, welches meist auf Spinnköpfen durchgeführt wird, müssen stabile, am besten aus Leichtmetall gefertigte Hülsen verwendet werden, um Deformationen der Hülse und somit des Spinnkopfes zu vermeiden. Weiterhin ist der exakten Einhaltung der Dämpfbedingungen größte Aufmerksamkeit zu widmen, denn Chargen unterschiedlicher Dämpfbedingungen ergeben Fäden unterschiedlicher Eigenschaften. Hiedurch können Verarbeitungsstörungen verursacht werden.

Die Ausrüstung von Stückware, welche zu hohen Einsprung besitzt, ermöglicht eine ohne größere Schwierigkeiten durchführbare Korrektur der Dehnungseigenschaften auf dem Spanrahmen. Es sind jedoch zahlreiche Faktoren (Warenaufbau, mitverarbeitetes herkömmliches Fasermaterial, gefordertes Warengewicht etc.) von Einfluß, sodaß trotz umfangreicher Erfahrungen bei Neuaufnahme eines Artikels die jeweils günstigsten Behandlungsbedingungen in Vorversuchen ermittelt werden müssen. Hierbei wird zunächst ein Stoffmuster voll entspannt, um das Einsprungsvermögen des Stoffes zu ermitteln und daraufhin die geeignete Ausrüstungsbehandlung bestimmten zu können.

Im letzten Teil dieses Vortrages möchte ich einige Probleme der Prüftechnik besprechen. Zunächst interessiert die Beurteilung der physikalischen Eigenschaften der blanken PUE, also in erster Linie Titer, KL-Charakteristik und elastisches Verhalten. Während der Verarbeitung können diese Merkmale jedoch - wie vorhin besprochen - zum Teil weitgehend verändert werden. Außerdem treten weitere Faktoren hinzu, welche die Eigenschaften der Zwischen- und Fertigprodukte beeinflussen. Von den Eigenschaften der originalen PUE kann somit nicht ohneweiters auf die Eigenschaften daraus gefertigter Stoffe geschlossen werden. Es sind somit Prüfungen der Zwischenprodukte und der elastischen Stoffe notwendig.

Bislang wurden in Deutschland und meines Wissens auch in Europa keine Normen für die Prüfung derartiger elastischer Textilien ausgearbeitet. Abhängig von den vorhandenen Prüfgeräten sowie dem speziellen Verwendungszweck der PUE werden deshalb zahlreiche, voneinander sehr verschiedene Untersuchungsverfahren angewendet, um jeweils spezielle Eigenschaften zu kennzeichnen. Durch alle diese Prüfmethoden sollen folgende Kriterien erfaßt werden:

1. Warenaufbau

Die allgemein übliche Bestimmung des Warenaufbaues wird je nach Material unter geringfügigen Abänderungen der Untersuchungsmethoden vorgenommen. Hierbei ist besonders auf etwaige Vorbelastungen des Materials zu achten, da diese gegenüber herkömmlichen Textilien in viel stärkerem Maße zu Vorverdehnungen der Roben führen.

Die Titermessung blanker PUE erfolgt aus diesem Grunde an Klemmengestellen mit freiem Abstand von 45 cm zwischen den Klemmen, in welche die Fäden unter Vorbelastung von 0,0005 p/den (0,5 mp/den) eingespannt, ausgeschnitten und anschließend gewogen werden (Abb. 30).

2. KL-Charakteristik

Bei den Fäden interessiert oftmals der gesamte Bereich bis zur Reißdehnung der Robe. Elastische Stoffe werden im allgemeinen innerhalb des Bereiches der Dehnbarkeit beurteilt, während der weitere Kurvenverlauf bis zur Zerstörung der Robe weniger interessiert.

3. Elastisches Verhalten

Hierbei soll nach der vorhin gegebenen Definition des elastischen Verhaltens die Veränderung der Materialeigenschaften während und nach Beanspruchung geprüft werden, um das



Abb. 30: Gerät zur Bestimmung des Titers von PUE

Verhalten des Stoffes während des Gebrauches beurteilen zu können. Je nach Artikel sind hierbei die Formkraft oder die Formbeständigkeit (Ausbeulen) oder beide Eigenschaften der Roben von Bedeutung. Die Bestimmung des elastischen Verhaltens ist leider nicht mit herkömmlichen Prüfmethoden durchzuführen, sondern erfordert hohen meßtechnischen Aufwand sowie recht lange Prüfungen. Im Interesse möglichst weitgehender Aussagen ist der Prüfaufwand so umfangreich wie möglich zu gestalten. Dem entgegengerichtet ist das Streben nach wirtschaftlicher bzw. rationeller Laborarbeit. Zwischen diesen divergierenden Forderungen müssen speziell bei der Prüfung elastischer Artikel stets neue Kompromisse geschlossen werden.

Im folgenden werden die wichtigsten der von uns angewandten Prüfmethoden erörtert. Die mannigfaltigen Sonderuntersuchungen, welche zur Klärung spezieller Probleme angewandt werden müssen, können dabei nur am Rande erörtert werden.

Die meisten der Prüfungen werden an den Zugfestigkeitsprüfgeräten in der Art quasi statischer Prüfungen durchgeführt. Derzeit finden noch die nach verschiedensten Prüfprinzipien arbeitenden Zugfestigkeitsprüfgeräte Anwendung, so zum Beispiel nach dem Prinzip konstanter Belastungszunahme oder nach dem Prinzip konstanter Klemmenabzugsgeschwindigkeit. Diese unterschiedlichen Methoden ergeben

nicht direkt miteinander vergleichbare Meßergebnisse. in den letzten Jahren haben sich die Prüfgeräte vom Typ „konstante *Verformungsgeschwindigkeit*“, also Geräte mit konstanter Geschwindigkeit der bewegten Klemme bei weganner elektronischer Kraftmessung durchgesetzt und werden in steigendem Umfang auch in der Zukunft Anwendung finden. Wie die Prüfung anderer Textilien wird auch die der PUE sowie der daraus hergestellten Artikel bei uns prinzipiell auf diesen Meßgeräten durchgeführt (Abb. 31 und 32).

Klemmenfläche, wofür zahlreiche verschiedene Klemmenformen entwickelt wurden, führen zu einigermäßen befriedigenden Ergebnissen. Bei der zur Vermeidung dieses Herausfließens-notwendigen starken Klemmung des Fadens in der Klemme wird dort der Faden an stärksten beansprucht. Hieraus resultieren überwiegend Klemmenbrüche. Bei zu starker Klemmung des Prüflings wird der Faden also vorzeitig zerstört (Klemmenbrüche), wobei kein Fließen oder Rutschen auftritt, oder der Faden reißt in der freien Einspann-

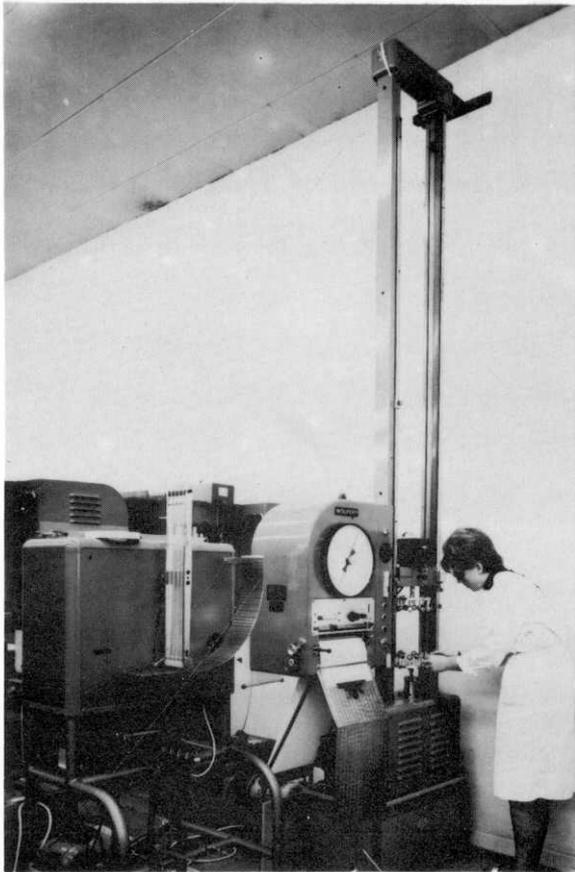


Abb. 31: Zugfestigkeitsprüfgerät zur Untersuchung von PUE-Fäden und von PUE-enthaltenden Stoffen

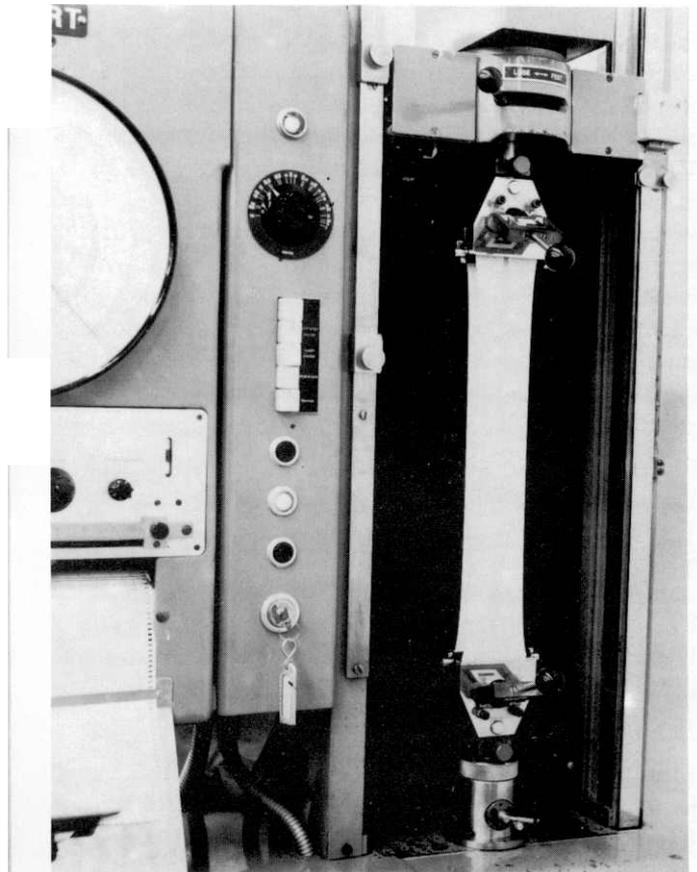


Abb. 32: Einspannvorrichtung für die Prüfung von PUE-enthaltendem Niederstoff

in zahlreichen Fällen werden Reißfestigkeit und Reißdehnung der blanken PUE als Kriterium gewünscht. Die Ermittlung dieser Werte stellt jedoch auch heute noch ein weitgehend ungelöstes Problem aus folgenden Gründen dar:

Bei den sehr hohen Reißdehnungswerten von ca. 500 bis 700 Prozent verjüngt sich der Querschnitt der Probe, der in erster Annäherung als rund angenommene Durchmesser beträgt zum Beispiel bei 500 Prozent Probendehnung nur noch ca. 45 Prozent des Ausgangsdurchmessers. Hieraus resultiert ein Fließen des Prüflings aus der Klemme, welches mit herkömmlichen Flachklemmen nicht zufriedenstellend verhindert werden kann. Lediglich Klemmen mit konstant bleibendem Anpreßdruck und speziellen Auflagen an der

länge, wobei in den meisten Fällen ein starkes Fließen aus den Klemmen erfolgt. Zwischen diesen beiden Extremen liegen die tatsächlichen Verhältnisse, wobei die Präparation der verschiedenen PUE-Provenienzen sowie der Fadentiter von starkem Einfluß sind. Durch einfache Methoden (Markierung der Fäden an den Klemmenstellen) ist nachzuweisen, daß ein Fließen des Materials aus den Klemmen von ca. 5 bis 10 mm bereits als günstig zu bezeichnen ist. Oftmals werden höhere Werte gefunden. Hieraus resultiert ein weiterer Nachteil bei der Bestimmung von Reißfestigkeit und Reißdehnung:

Im allgemeinen stehen herkömmliche Zugfestigkeitsprüfgeräte mit normalem Hub zwischen ca. 500 bis 1000mm zur

Verfügung. Um hierbei überhaupt Verdehnungen messen zu können, muß die Einspannlänge auf 100 mm oder gar auf 50 mm beschränkt werden. Bei 50 mm Einspannlänge und Herausfließen der Probe von 10 mm an jeder Klemme ergibt sich somit bereits ein absoluter Meßfehler von 40 Prozent!

Weiterhin ist die Frage der Meßwertbestimmung als Reißwert oder Bruchwert unsicher. Oftmals kann nicht unterschieden werden, ob für die Störung des Kurvenverlaufs ein Reißen von Kapillaren oder ein Rutschen des Prüflings verantwortlich ist (man denke an die Beobachtung feiner PUE-Titer wie 40 oder 70 den, welche im Zustand hoher Verdehnung als ca. 10 den-Fäden oder feiner vorliegen! [Abb. 33]).

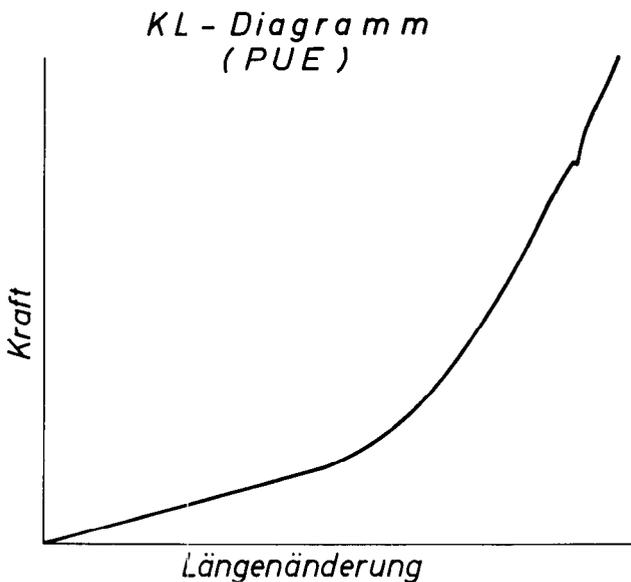


Abb. 33: Die Ursache für Störungen im KL-Verlauf von PUE (Rutschen der Proben aus den Klemmen oder Fadenerstörung) kann nicht erkannt werden. Die Bestimmung von Reißfestigkeit und Reißdehnung ist deshalb problematisch.

Erfahrungsgemäß treten diese Schwierigkeiten bei der Prüfung blanker PUE erst bei Verdehnungen auf, welche nahe der Reißdehnung liegen. Bis zu mittleren Verdehnungen - und bis dahin wird das Material während der Verarbeitung beansprucht - kann mit hinreichender Meßgenauigkeit auch mit einfachen Klemmen geprüft werden. Wir legen deshalb den Meßwerten einer zerstörungsfreien Prüfung (z.B. der Prüfung des elastischen Verhaltens, wobei die blanken PUE um 300 Prozent verdehnt werden) wesentlich stärkere Bedeutung als jenen Werten bei.

Ich möchte nun auf die Bestimmung der Dehnbarkeit von textilen Stoffen eingehen. Diese Bestimmung erfolgte zum Teil noch heute nach verschiedenen Methoden von Hand. Hierbei sind jedoch subjektive Einflüsse nicht auszuschalten, welche zum Teil von der Prüfperson direkt abhängen oder auch durch unterschiedlichen KL-Verlauf (z.B. steiler oder flacher Verlauf der KL-Kurven im oberen Dehnungsbereich) verursacht werden können. Nicht zuletzt wegen der Bedeu-

tung dieses Merkmals auch für Reklamationsfälle wird allgemein eine meßtechnisch objektive Messung der Dehnbarkeit angestrebt und oftmals bereits durchgeführt. Die Prüfbedingungen für die Ermittlung der Dehnbarkeit bedürfen dabei lediglich einer Konvention zwischen den Geschäftspartnern. Hierbei ist festzustellen und im Prüfbericht anzuführen, bei welcher Belastung auf dem KL-Diagramm des Prüflings die Dehnungswerte abgelesen werden sollen, ob die Messung am ersten Kurvenzug oder nach mehrmaliger Probenbeanspruchung erfolgen soll und bei welcher Verdehnung/Zeiteinheit (%/min) des Prüflings im Prüfgerät. Besonders letztere Prüfbedingung wird oftmals vernachlässigt, kann jedoch von deutlichem Einfluß auf das Ergebnis sein. Für Gewebe und Strickwaren und teilweise auch für Wirkwaren wird zum Beispiel die Dehnbarkeit allgemein bei der Probenbelastung von 1 kp/cm tragender Probenbreite, bei 5 cm breiten Proben, also bei 5 kp, in der ersten Belastungskurve bestimmt. Wir wenden diese Methode bei Verdehnung/Zeiteinheit von 150 %/min an, haben für Raschel-Miederstoffe jedoch eine bessere Übereinstimmung zwischen den subjektiven Meßergebnissen von Hand und einer Meßwertermittlung bei Probenbelastung von 0,5 kp/cm tragender Probenbreite und Probenverdehnung/Zeiteinheit von 400 %/min gefunden und wenden hierfür diese Methode an.

Bei der Untersuchung des elastischen Verhaltens sind die Proben in einer zerstörungsfreien Prüfung innerhalb der Verarbeitung oder Gebrauch üblichen Beanspruchungsgrenzen zu prüfen. Ist die beanspruchungsabhängige Veränderung der Formkraft der Proben zu untersuchen, so erscheint zunächst die mehrfache Verdehnung der Probe innerhalb bestimmter Belastungsgrenzen vorteilhaft, da hierbei die Veränderung der elastischen bzw. der Restdehnung als Meßergebnis anfällt. Für verschiedene Textilartikel erscheinen somit verschiedene Stoffbeanspruchungsarten angezeigt. Aus Gründen rationeller Laborarbeit und Übersichtlichkeit der Aussagen der Prüfergebnisse ist jedoch die Anwendung einer der beiden Beanspruchungsarten angeraten. Hierbei ist die Probenbeanspruchung so zu gestalten, daß sowohl hinsichtlich des Kraftverhaltens wie der Formbeständigkeit Aussagen gewonnen werden können. Bei Anwendung der beschriebenen Zugfestigkeitsprüfgeräte vom Typ wegarmter Kraftmessung bei konstanter Geschwindigkeit der bewegten Klemme ist neben physikalischen Erwägungen - insbesondere aus meßtechnischen Gründen - die Form der Probenbeanspruchung zwischen bestimmten Dehnungsgrenzen mittels Dehnungspendeleinrichtung zu wählen. Hierbei wird die Umschaltung der Klemmenbewegung bei Erreichen einer bestimmten vorgewählten Dehnungsgrenze durch Betätigen von Endschaltern ausgelöst. Das geringe Schaltspiel der Schalter bleibt hierbei ohne Einfluß, da die Schaltung jeweils bei gleicher Geschwindigkeit erfolgt. Bei Probenbeanspruchung zwischen bestimmten Belastungsgrenzen erfolgt die Umschaltung der Klemmenbewegung durch die Kraftanzeige. Hierbei kann das Spiel der Schalter durch die unterschiedliche zeitabhängige Kraftaufnahme unter Umständen deutlich beeinflußt werden. Je nach beanspruchungsabhängiger Veränderung der KL-Kurve wird die Umschaltung bei ver-

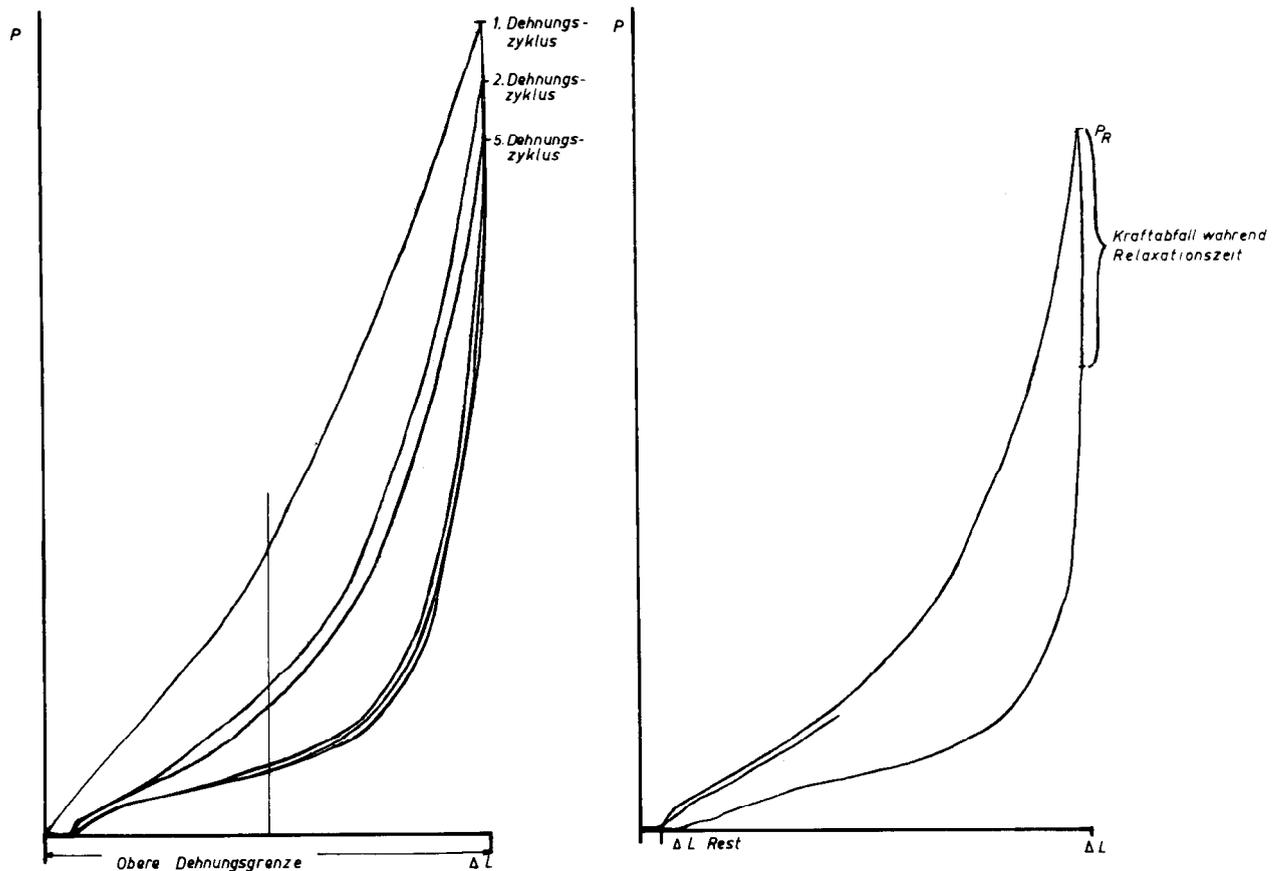


Abb. 34: Schema der Probenbeanspruchung zur Bestimmung des elastischen Verhaltens von PUE-Fäden und PUE-enthaltenden Stoffen

schiedenen Geschwindigkeiten der Kraftanzeige vorgenommen, und die Probenbeanspruchung erfolgt nicht exakt.

Zur weiteren Vereinfachung der Prüftechnik haben wir für die Prüfung des elastischen Verhaltens sowohl der blanken PUE wie der elastischen Stoffe folgende einheitliche Probenbeanspruchung gewählt, wobei allerdings die Randbedingungen (Dehnungsgrenzen, Erholungs- und Belastungszeiten) je nach Aufbau bzw. Anforderung an das Material während der Verarbeitung und des Gebrauches variiert werden (Abb. 34):

- a) Dynamische Beanspruchung (Dehnungspendelprüfung) durch fünfmaliges Dehnungspendeln zwischen den Dehnungsgrenzen Null und einem oberen Dehnungswert, der je nach Eigenschaften und Einsatzzweck der Artikel gewählt wird;
- b) Entlastung der Probe durch Zurückfahren des Prüfgerätes in die Ausgangsstellung und Verweilen der eingespannten Probe in diesem Zustand;
- c) statische Beanspruchung (Relaxationsprüfung) durch erneutes Verdehnen des Prüflings bis zur oberen Dehnungspendelgrenze entsprechend a) und Verweilen in diesem Zustand. Die Verweilzeit (Relaxationszeit) ist je nach Probenart verschieden;

- d) Entlastung der Probe entsprechend b);
- e) abschließend erneute Verdehnung der Probe bis zum Beginn der Kraftaufnahme zwecks Ermittlung der Restdehnung.

Die Auswertung der erhaltenen Meßergebnisse stellt ein weiteres prüftechnisches Problem dar. Als einfachste Methode für die Prüfung der Konstanz von Eigenschaften eines bestimmten Materials empfiehlt sich, zum Beispiel für Produktionskontrollen, die Anfertigung von Schablonen aus durchsichtigem Material, auf welchen die jeweilige Soll-Kurve mit den Toleranzgrenzen aufgezeichnet ist. Diese Schablonen brauchen lediglich auf die Meßkurve gelegt zu werden, um die Güte der geprüften Probe beurteilen zu können. Eine rechnerische Auswertung der Meßkurven kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, wobei die Integration von Arbeitsflächen im allgemeinen heute noch nicht vorgenommen werden kann. Wir ermitteln aus den Meßkurven zur Beurteilung des Kraft-Längenänderungsverhaltens im Bereich der Dehnbarkeit die Kraftaufnahme der Probe im ersten, zweiten und fünften Dehnungsspiel bei maximaler Verdehnung und bei halber Maximaldehnung (Belastungskurve) sowie - für die Beurteilung des elastischen Verhaltens - die Kraftaufnahme der Probe im fünften Dehnungs-

spiel bei halber Maximaldehnung (Entlastungskurve), die Kraftaufnahme bei Relaxationsbeginn, die Kraftaufnahme nach bestimmter Relaxationszeit und die Restdehnung.

Aus diesen Meßwerten sind folgende Kennzahlen zu berechnen:

- I. Kennzahl für die Beschreibung des Kraft-Längenänderungsverhaltens = Kraftaufnahme vom fünften Dehnungsspiel bei halber Maximaldehnung zur Kraftaufnahme vom fünften Dehnungsspiel bei Maximaldehnung;
- U. Kennzahl zur Beschreibung des elastischen Verhaltens bei statischer Probenbeanspruchung = Kraftaufnahme der Probe nach Relaxationszeit zu Kraftaufnahme der Probe bei Relaxationsbeginn;
- III. Kennzahlen zur Beschreibung des elastischen Verhaltens bei dynamischer Probenbeanspruchung:
 - a) = Kraftaufnahme bei maximaler Probenverdehnung vom fünften Dehnungsspiel zur Kraftaufnahme bei maximaler Probenverdehnung vom ersten Dehnungsspiel;
 - b) = Kraftaufnahme bei halber Maximaldehnung (Belastungskurve) vom fünften Dehnungsspiel zur Kraftaufnahme bei halber Maximaldehnung (Belastungskurve) vom ersten Dehnungsspiel;
- VI. Kennzahl zur Beschreibung des Hystereseverlustes = Kraftaufnahme der Entlastungskurve zur Kraftaufnahme der Belastungskurve im fünften Dehnungsspiel bei halber Maximaldehnung.

Für diese Kennzahlen können in kurzer Zeit für die jeweiligen Warengruppen Erfahrungswerte gewonnen werden, wobei solche Kennzahlen $< 1,0$ sind. Dabei sollen die Kennzahlen II bis IV dem Idealwert 1,0 möglichst angenähert sein. Die Beurteilung des elastischen Verhaltens allseitig dehnbarer Proben erfolgt hierbei jeweils in Längs- und Querrichtung oder in speziellen Fällen - insbesondere bei Strickware - durch Ausbeulen einer kreisförmig eingespannten Probe mittels einer Kugelkalotte (Abb. 35).

Zum Abschluß soll noch aus der Gruppe der Sonderuntersuchungen die Dauerschwingprüfung (z.B. auf dem hierfür sehr geeigneten Dauerschwing-Zugfestigkeitsprüfgerät der Firma Zwick) erwähnt werden. Durch mehrere tausend Dauerschwingungen bei 5 Hertz Schwingungsfrequenz und praxisüblicher Verdehnung können - neben zeitabhängigen Veränderungen der Rückstellkräfte der Proben - insbesondere Überprüfungen des Warengefüges hinsichtlich etwaiger Zerstörung des PUE oder des mitverarbeiteten Materials durchgeführt werden.

Ich bin mir bewußt, aus dem umfangreichen Aufgaben- und Problemkreis der PUE-Anwendung, -Verarbeitung und Prüfung nur einige Themen erörtert zu haben und hoffe, daß Ihnen mit diesen Ausführungen einige Anregungen vermittelt werden konnten.

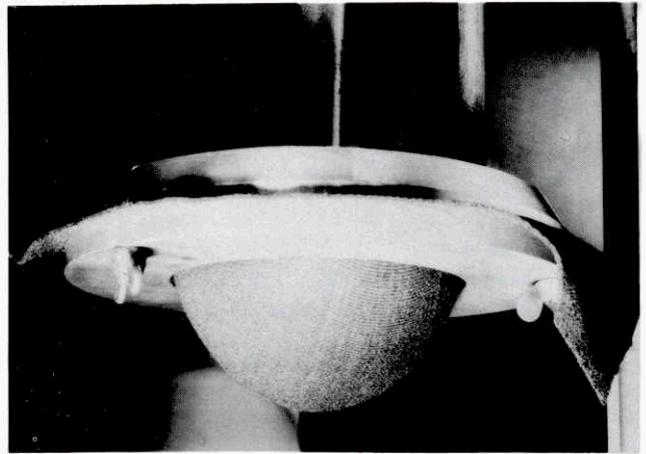


Abb. 35: Prüfung des elastischen Verhaltens eines bielastischen Stoffes durch Ausbeulen einer kreisförmig eingespannten Probe mittels Kugelkalotte

Diskussion

Dr. Gayler: Sie haben in Übereinstimmung mit anderen Herstellern von Elastomerefäden empfohlen, daß diese dehnungsgesteuert weiterverarbeitet werden sollen. Trotzdem werden komplizierte Apparate angeboten, um auch spannungsgesteuerte Fäden weiterverarbeiten zu können. Kennen Sie ein vernünftiges Argument zur Benutzung dieser Vorrichtungen?

Dipl.Ing. Röhrig: Sie meinen die Fadenspannungssteuerung. Der Einsatz dieser Apparate ist in erster Linie ein ökonomisches Problem.

Dr. Gayler: Bei Vorgängen, wo es darauf ankommt, nur wenige Fäden zu steuern, ist es rentabler, die spannungsgesteuerte Vorrichtung zu verwenden.

Dipl.Ing. Röhrig: Die Verarbeitungstechnik wird von Art und Qualität des Stoffes sowie von den Verarbeitungsmaschinen bestimmt. Dabei wird das zur Erzielung einer gewünschten Stoffqualität erforderliche preisgünstigste Verfahren gewählt. Es werden von den einschlägigen Firmen laufend neue und ökonomische Zusatzaggregate entwickelt.

Dr. Riggert: Die eingesetzte Menge an Polyurethan-Elastomeren bleibt hinter manchen optimistischen Prognosen zurück. Ein Grund dürfte sein, daß auch die herkömmlichen Texturverfahren Fäden liefern, die mit den gummielastischen Fäden vergleichbar sind. Sicherlich könnte man den Einsatz von Elastomerefäden steigern, wenn es gelänge, diese auch als Spinnfasern zu verwenden. Welche Aussichten ergeben sich dabei?

Dipl.Ing. Röhrig: Die Verarbeitung blanker PUE-Spinnfasern bringt bezüglich der Garantie einer gleichbleibenden, reproduzierbaren Garnqualität Schwierigkeiten mit sich. Dem ausgereifteren PUE-Kerngarnverfahren ist deshalb wegen der größeren Sicherheit der Garnqualität der Vorzug zu geben.

Dr. Riggert: Ich denke an Gemische von Spinnfasern aus Elastomer und aus Polyacrylnitril. Darüber werden doch bereits seit einigen Jahren Versuche angestellt?

Dipl.Ing. Röhrig: Diese Versuche sind noch nicht in dem Stadium, daß man von einer Ablösung des Kerngarnverfahrens sprechen könnte.

Dr. Albrecht: Weshalb konnten die Erwartungen, die man in diese Faser setzte, nicht erfüllt werden? Liegt es an der Faser, oder wird der Markt damit nicht fertig?

Dipl.Ing. Röhrig: Auf dem Oberbekleidungssektor setzten Konfektionäre, welche bereits Helanca-Stoffe (z.B. für Sportkleidung) verarbeitet und die dabei gesammelten Erfahrungen weitgehend auf die neuartigen Stoffe übertragen konnten, in der Hauptsache elastische PUE-haltige Stoffe ein.

Dir. Hoerkens: Die größte Menge an Polyurethan-Elastomeren wird in der Miederbranche nach dem Raschel-Verfahren verarbeitet. Wie könnte in nächster Zeit die Lichtechtheit der Polyurethan-Elastomeren verbessert werden?

Dipl.Ing. Röhrig: Die Lichtbeständigkeit der verschiedenen PUE-Provenienzen ist unterschiedlich. Diese Eigenschaft wird sicherlich noch verbessert werden. Bis auf wenige Einsatzgebiete ist sie jedoch nicht von großer Bedeutung, da die PUE-Fäden im Stoff von den mitverarbeiteten herkömmlichen Textilfasern abgedeckt und somit vor direkter Lichteinwirkung geschützt werden. Hierbei muß auch die Lichtbeständigkeit dieser mitverarbeiteten Fasern in Betracht gezogen werden.

Dr. Maier: Es ist bekannt, daß die Umwandlungstemperaturen bei Synthesefasern von großer Bedeutung sind. Könnten Sie einige Auskünfte über den Temperaturbereich bei den elastomeren Fasern geben?

Dipl.Ing. Röhrig: Die Elastomeren befinden sich im Übergangszustand. Es ist daher kein sprunghafter Übergang während der für die Ausrüstung und den Gebrauch üblichen Temperaturen vorhanden.

Dr. Maier: Ich meine den Absolutbereich der Umwandlungstemperatur und stelle mir vor, daß er bei sehr tiefer Temperatur liegen muß. Ich hätte gern eine Angabe der Größenordnung bei Minustemperaturen.

Dipl.Ing. Röhrig: Der Kristallisationspunkt liegt bei etwa minus 50 Grad Celsius.

Enzian: Die mögliche Dehnung der Elastomeren beträgt 500 Prozent. Wie groß soll die Dehnung im täglichen Gebrauch sein, da ihr bedingt durch die Haut des Körpers - eine gewisse Beschränkung auferlegt ist? Ein Stoff braucht sich nicht mehr zu dehnen, als die Haut dies zuläßt. Seit einigen Jahren gibt es Skihosenstoffe aus Helanca, seit neuestem auch aus Lycra. Ergeben sich dadurch wesentliche Vorteile, denn der Preisunterschied ist doch beachtlich?

Dipl.Ing. Röhrig: Die Sportartikel gehören in die Klasse der hochdehnbaren Stoffe mit nur mäßiger Kraftaufnahme. Die Dehnbarkeit in einer Warenrichtung liegt bei 60 bis 80 Prozent. Das deckt sich mit den Werten, die für Helanca-Stoffe bisher verlangt wurden. Durch

Verwendung der PUE soll ein Ausbeulen bei längerem Gebrauch verhindert werden.

Enzian: Nur bei Maschenwaren fand man bisher Elastizität in beiden Richtungen. Haben sich die bielastischen Gewebe schon bewährt? Bei Skihosen wurden zur Erzielung einer Querdehnbarkeit teilweise elastische Seitenstreifen verarbeitet.

Dipl.Ing. Röhrig: Dieser Artikel befindet sich noch weitgehend im Erprobungsstadium. Wenn Längs- und Querelastizität beansprucht werden, wird das Gewebegefüge sehr stark beansprucht. Hieraus ergeben sich spezielle Anforderungen an die Warenkonstruktion.

Dr. Meckel: Wie weit beeinflußt Schweißeinwirkung die elastischen Eigenschaften der Miederwaren, abgesehen von der Vergilbung?

Dipl.Ing. Röhrig: Wir haben noch keine Beanstandungen unseres Produktes deswegen erhalten.

Dr. Meckel: Man hat eine gewisse Ermüdung des Gewebes, sei es durch die Beanspruchung oder durch die Schweißeinwirkung, festgestellt.

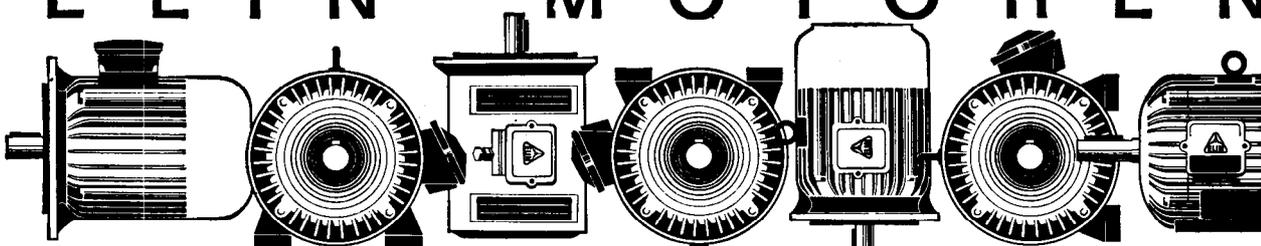
Dipl.Ing. Röhrig: Das Mieder liegt an den unterschiedlichsten Körperstellen auf. Wir können prüftechnisch durch Untersuchung verschiedener Stellen eines Konfektionsteiles unterscheiden, ob die Veränderung der Eigenschaften durch die Länge der Tragezeit oder durch Schweißeinwirkung hervorgerufen wurde.

Dr. Thater: Wie groß ist die Temperaturempfindlichkeit der Polyurethan-Elastomerfasern? Es gibt Unterschiede von der Ausrüstung her bei Polyesterurethan- und Polyätherurethan-Geweben. Wie liegen dort die Verhältnisse? - Es soll kochfeste Artikel geben, die Polyurethan-Elastomerfasern enthalten. Ich denke da an Baumwollunterwäsche. - Ein Fixieren wie bei Hemdenstoffen aus Kettwirkware aus Polyamid ist natürlich nicht möglich, da die hydrothermische Empfindlichkeit aller Polyurethan-Elastomeren vorläufig so groß ist, daß Bedenken bestehen, bei über 100°C mit dem Hochtemperaturapparat zu arbeiten.

Dipl.Ing. Röhrig: Die Temperaturabhängigkeit der PUE ist gleitend. Dabei ist die PUE-Verdehnung während der Behandlung von starkem Einfluß. Da der PUE-Faden in weitgehend entspanntem Zustand in den oben erwähnten Baumwollartikeln vorliegt, können diese gekocht werden und bleiben trotzdem elastisch. Der PUE-Faden wird erst beim Tragen gedehnt und dabei wird seine Formkraft beansprucht.

Dr. Albrecht: Es ergab sich durch Ihren Vortrag, daß einige Begriffe der Prüftechnik neu zu überdenken sind.

E L I N - M O T O R E N





**in den verschiedensten Bauformen und Schutzarten
Verlangen Sie Informationsmaterial!**

ELIN-UNION AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

Zentrale: Wien I, Volksgartenstraße 3. Verkaufsbüros in Bregenz, Graz, Innsbruck, Klagenfurt, Linz, Salzburg

Physikalische Eigenschaften der Polyamide im Hinblick auf die Anwendungsmöglichkeiten

Dr. H. O. Puls
I.C.I. (Fibres) Ltd., Pontypool

Die gegenwärtig im Handel erhältlichen Polyamide werden im Hinblick auf ihre physikalischen Eigenschaften kritisch betrachtet, um zu demonstrieren, wie sie sich in den Anwendungsgebieten, in denen sie derzeit gerne eingesetzt werden, verhalten. Es wird gezeigt, von welchen Gesichtspunkten aus man die Polyamide 6 und 66 in verschiedenen Teilen der Welt ansieht, denn ihr Einsatz für bestimmte Verwendungszwecke erfolgt je nach Land recht unterschiedlich. Die Gründe hierfür werden analysiert.

Ein Teil des Vortrags behandelt die Änderung verschiedener physikalischer Eigenschaften der Polyamide durch Variation der Herstellungsverfahren. Anschließend werden die während des letzten Jahrzehnts eingetretenen Verschiebungen der Anwendungsgebiete eingehend erörtert. Besonders wird darauf hingewiesen, daß eines der Hauptmerkmale der Polyamide, nämlich die Regelmäßigkeit der meisten Eigenschaften, überaus wichtig ist.

Die Vielseitigkeit der vorhandenen Polyamide wird durch Neuentwicklungen ergänzt. Einige davon besitzen Eigenschaften, die sie nur für ganz bestimmte Anwendungsgebiete geeignet erscheinen lassen. So wird zum Beispiel ein Polyamid mit sehr hoher Temperaturbeständigkeit erfolgreich eingesetzt. Elastomere Polyamide sind bis jetzt noch nicht technisch oder kommerziell verwertbar.

Unter Ausnutzung der physikalischen Eigenschaften von zwei verschiedenen Polyamiden wurden Bikomponenten-Endlosfäden entwickelt. Diese Produkte sind, obwohl ihre Entwicklung noch in den Anfängen liegt, schon im Gebrauch und ihre Zukunftsaussichten vielversprechend.

The polyamides presently available on the market are critically evaluated as regards their physical properties with a view to demonstrating their behaviour in currently preferred fields of application. The aspects from which polyamide 6 and polyamide 66 are viewed in the various parts of the world are explained - the extent to which these fibres are used in certain fields of application varying rather widely from one country to another -, and underlying reasons analyzed.

Part of the lecture deals with the modification of some physical properties of polyamides by variations in production processes. Shifts in fields of application which took place during the past decade are then discussed in detail. Special reference is made to the importance of one outstanding characteristic of the polyamides, namely, uniformity of most of their properties.

New products have been developed to augment the degree of versatility provided by existing polyamides. The properties of some of them restrict the use of these fibres to very specific fields. Successful use is being made, for example, of a polyamide of very high temperature resistance. Elastomeric polyamides have not so far attained the stage of industrial or commercial value.

Two-component filaments have been developed making use of the physical properties of two different polyamides. While still in the early stages of development, these products are employed in practice and their future outlook appears promising.

Die bekanntesten Polyamidgarne, nämlich Nylon 6 und 66, sind schon beinahe dreißig Jahre im täglichen Gebrauch. Wir, die wir fast unser ganzes Leben mit der Entwicklung und Herstellung dieser Garne beschäftigt waren, fragen uns mitunter, ob noch etwas Neues auf diesem Gebiet zu erfinden wäre. Es erschien mir unwahrscheinlich, nach dem Lesen von kürzlich veröffentlichten Artikeln über Nylon und seine Anwendungen, daß noch viel Neues darüber zu sagen wäre. Unsere bisherigen Kenntnisse über die Polyamide, die aus Aminosäuren bestehen, wurden von Professor Schlack in seinem Vortrag im vorigen Jahr in Dornbirn ausgiebig zusammengefaßt, obwohl er die chemischen Eigenschaften mehr betonte als die physikalischen.

Ich werde heute andere Seiten desselben Themas behandeln. Es ist natürlich unmöglich, über die Anwendungen irgendeiner Textilfaser zu reden und nur die physikalischen Eigenschaften zu berücksichtigen, wie man aus dem Titel meines Vortrages schließen könnte. In der Entscheidung, die ein Verbraucher in der Wahl der Faser für einen bestimmten Zweck trifft, wird er immer die Summe vieler Anforderungen in Betracht ziehen. Zu diesen gehören chemische Eigenschaften, und es müssen vielleicht besonders die Wirtschaft und der Handel berücksichtigt werden.

Ich werde versuchen Ihnen zu zeigen, daß man nur ein wenig nachzudenken braucht, um zu erkennen, daß die richtige Anwendung unserer Kenntnisse und oft nur kleine Veränderungen der physikalischen Eigenschaften die Einstellung des Verbrauchers über Nacht ändern können.

Um Ihnen vorzuführen, welche Endprodukte momentan beliebt sind, mögen einige Tabellen dienen. In Tabelle 1 wird der Verbrauch von Nylon 66 in den USA in den Jahren 1950 und 1965 gezeigt. Bitte beachten Sie, daß Fallschirme, Damenpullover, Autositzbezugstoffe, Herrenoberbekleidung und Gardinen auf der Liste von 1965 nicht erscheinen. Das heißt jedoch nicht, daß diese Endprodukte nicht mehr aus Nylon 66 gemacht werden, sondern daß andere Produkte sie überholt haben. Zu diesen gehören Teppiche und eine Anzahl industrieller Artikel.

Tabelle 1

Haupteinsatzgebiete für Nylon 66 in den USA

1950:	1965:
1. Damenstrümpfe	1. Reifen
2. Damenwäsche	2. Teppiche
3. Fallschirme	3. Damenwäsche
4. Herrenstrümpfe	4. Damenstrümpfe
5. Reifen	5. Herrenstrümpfe
6. Damenpullover	6. Bänder
7. Damenkleider	7. Miederwaren
8. Autositzbezugstoffe	8. Beschichtungsgewebe
9. Herrenoberbekleidung	9. Tauwerk
10. Gardinen	10. Möbelstoffe

Tabelle 2

Einsatzgebiete für Nylon 6 und 66 in Großbritannien 1966

Nylon 6:	Nylon 66:
1. Kettgewirkte Kleidungsstoffe	1. Kleidung aus texturierten Garnen
2. Teppiche	2. Kettgewirkte Kleidungsstoffe
3. Kleidung aus texturierten Garnen	3. Teppiche (Stapelfaser und Endlosgerame)
4. Damenstrümpfe	4. Reifen
	5. Damenstrümpfe
	6. Beschichtungsgrundgewebe
	7. Webwaren für Kleidung
	8. Game für Handstrickerei
	9. Tauwerk
	10. Haushaltswaren (Möbelbezugstoffe, Wäsche)

In der zweiten Tabelle sehen Sie eine Liste der Hauptprodukte aus Nylon 6 und 66 in Großbritannien vom Jahr 1966. Das Wichtigste, was aus dem Vergleich dieser Listen hervorgeht, ist, daß sie große Unterschiede aufweisen. Wir können sehen, daß in Großbritannien mehr Wert auf Kleidung als auf Autoreifen gelegt wurde. Es ist angebracht, hier zu erwähnen, daß eines der größten Absatzgebiete für Nylon-Kettwirkware in Großbritannien und jetzt auch in ganz Europa Herrenhemden sind. Dies ist ein Produkt, welches in den Vereinigten Staaten fast nicht erhältlich ist, außer Sporthemden aus Bauschgarnen. Das normale tägliche Herrenhemd ist dort entweder aus Baumwolle oder aus einem Gemisch von Baumwolle und Polyesterfaser. Ein weiteres interessantes Absatzgebiet für Nylon 66-Stapelfaser in Großbritannien ist das Handstrickgarn. Dies ist ein Artikel, der allein dort anzutreffen ist.

Tabelle 3

Polyamid-Verbrauch in Österreich 1965

	Tonnen	Nylon 6 in %	Nylon 66 in %
Texturierte Garne	1600	0	100
Strickware	780	65	35
Webware (ausgeschlossen Reifenkord und Futtermaterial)	600	20	80
Damenstrümpfe	880	98	2
Herrenhemden	315	60	40
Unterwäsche (Wirkware)	248	70	30
Strumpfhosen	202	0	100
Teppiche	200	0	100
Socken und Krepp-Strümpfe	149	0	100
Skihosen	146	0	100
Miederwaren	138	10	90
Badeanzüge	135	0	100
Büstenhalter	112	0	100
Unterröcke	100	70	30
Trainingsanzüge	100	0	100
Nachtkleidung	95	70	30
Arbeitskleidung	90	20	80
Anoraks	80	20	80
Strickkleidung	60	0	100
Korsette	35	10	90
Regenmäntel	33	20	80

Tabelle 3 zeigt die Verwendung von Nylon 6 und 66 in Österreich im Jahre 1965. Die drei ersten Bezeichnungen sind Sammelbegriffe, die einige der folgenden Punkte enthalten. Obwohl es nicht wert ist, diese Tabelle in ihren Einzelheiten zu betrachten, lohnt es sich doch, die allgemeine Verteilung von Nylon 6 und 66 in den verschiedenen Anwendungsgebieten zu beachten. Es ist ganz eindeutig, daß alle Produkte, die Bauschgarnen verwenden, ausschließlich aus Nylon 66 bestehen. Damenstrümpfe waren fast ganz aus Nylon 6, und zwei Drittel von den nichtgebauchten, kettgewirkten Stoffen waren ebenfalls aus Nylon 6.

Ich habe diesen Vortrag mit einem kurzen Blick auf die bevorzugtesten Endprodukte dreier verschiedener Länder aus dem Grunde begonnen, um die Tatsache zu unterstreichen, daß örtliche Markt- und Handelserwägungen genauso wichtig sind wie die physikalischen Eigenschaften, und auch um hervorzuheben, welche von den Polyamiden gewählt wurden. Wir wissen alle, daß die physikalischen Eigenschaften von Nylon 66 in der ganzen Welt die gleichen sind, und dies trifft auch für Nylon 6 zu. Es ist eine Tatsache, daß keine großen Unterschiede zwischen Nylon 66 und Nylon 6 bestehen. Wenn man beide Nylongarne mit Wolle oder Baumwolle vergleicht, dann stimmt es wohl. Wenn man aber die Unterschiede zwischen den beiden Nylongarnen bis in die kleinsten Einzelheiten untersucht, findet man wichtige Abweichungen. Ich möchte Sie hier daran erinnern, daß ich der Vertreter einer Gesellschaft bin, die Nylon 66 herstellt. Obwohl ich versuchen werde, so unparteiisch wie möglich zu sein, ist es unvermeidlich, daß ich mitunter beim Vergleich der beiden Garne die Eigenschaften von Nylon 66 mehr betone.

1965 waren 58 Prozent der Weltproduktion an Polyamiden Nylon 66 und 42 Prozent Nylon 6. Voraussagen für 1970 zeigen nur wenig Veränderung. Man erwartet, daß Nylon 66 dann einen Anteil von 54 Prozent und Nylon 6 einen solchen von 46 Prozent an einem in fünf Jahren um 60 Prozent erweiterten Markt haben werden. Im Vergleich mit den großen Massen dieser Polyamide sind die anderen handelsmäßig erhältlichen fast ohne jegliche Bedeutung, verdienen aber ihrer interessanten Eigenschaften halber Erwähnung. Aus der großen Anzahl von Polyamiden, die erfunden und in wissenschaftlichen Berichten und Patentschriften beschrieben sind, sind wenige als ökonomisch lebensfähig hervorgegangen. Wie interessant die Eigenschaften von anderen Polyamiden auch sein mögen, es gab immer erhebliche Schwierigkeiten in bezug auf Grundstoffbeschaffung, technische Herstellung und hinsichtlich der ungünstigen Absatzgebiete. Die, die noch bestehen, sind Nylon 11 und 12 DuPont's N 44-Reifengarn und ihr "Nomex". Die besonderen Eigenschaften dieser Garne werde ich später erwähnen.

Die Eigenschaften von Nylon 6 und 66 sind so bekannt, daß ich einige nur aufzähle, um sie Ihnen vor Augen zu führen, wenn sie mit den Eigenschaften von Endprodukten, wo immer dies angebracht ist, in Zusammenhang stehen.

Die physikalischen Eigenschaften, die für den Verbraucher Wichtigkeit haben, sind:

1. Hohe Bruchfestigkeit, verbunden mit großer Bruchdehnung, die eine große Energieaufnahme vor dem Bruch zur Folge hat (Zähigkeit). Für alle normal gestreckten Garne hat der Elastizitätsmodul durch die gesamte brauchbare Dehnung einen Wert, der in der Mittelgruppe für Textilgarne liegt.
2. Hohe Scheuerfestigkeit.
3. Gute elastische Eigenschaften, nämlich der Elastizitätsgrad und die Geschwindigkeit der Wiederherstellung nach Verformung, besonders nach kleiner Verformung, sind hervorragend.
4. Die Fähigkeit, in bestimmter Form durch Hitze und/oder Feuchtigkeit fixiert werden zu können, das heißt die Fähigkeit, eine dauernde, unveränderliche Gestalt zu erreichen.
5. Ausreichend hohe Schmelzpunkte für alle praktischen Zwecke.
6. Kontrollierbares Schrumpfen ohne wichtige Veränderung anderer physikalischer Eigenschaften.
7. Hervorragender Ermüdungswiderstand.

Nach Tabelle 1 ist eindeutig klar, daß die erste Begeisterung, die Polyamide in jeder möglichen Weise im Textilgebiet zu verwenden, wie man dies vor zehn bis zwanzig Jahren gemacht hat, schon vorbei ist. Ganz bestimmte Verwendungsweisen setzen sich jetzt durch, nachdem die Polyamide in fast allen Ländern der Welt eingesetzt werden. Die Begriffe Wirkware, Bauschgarne, Reifekord, Teppiche und Damenstrümpfe erscheinen am häufigsten. Wir werden diese näher betrachten, denn jeder ist in seiner Art eine Revolution in der Textilwelt.

Außer einigen Stapelfasern, die in Teppichen verwendet werden, bestehen die meisten Endprodukte der Polyamide aus Endlosgarn. In dieser Form ist es am besten möglich, alle günstigen Kombinationen ihrer Eigenschaften auszunutzen.

Bevor wir die hauptsächlichsten Anwendungsmöglichkeiten betrachten, will ich einige allgemeine physikalische Eigenschaften der Polyamide besprechen, die in der vorhergehenden Zusammenfassung nicht enthalten waren. Ich werde diese unter der allgemeinen Überschrift „Gleichmäßigkeit“ und „Vielseitigkeit“ behandeln.

Gleichmäßigkeit

Die Polyamid-Endlosgarne, die heute angefertigt werden, sind die gleichmäßigsten Erzeugnisse in der Textilwelt, die jemals zu haben waren. Die Chemikalien, aus denen diese Polymere erzeugt werden, sind reiner als die meisten pharmazeutischen Produkte. Die Sorgfalt, mit der die Polymerisation und das Verspinnen behandelt werden, ist schon so vollkommen, daß eine weitere Verbesserung, obwohl möglich, so doch immer schwerer und kostspieliger, zumindest in der Forschung und Entwicklung und oft auch in der An-

wendung, wird. Der Wettbewerb auf diesem Gebiet ist so groß, daß kein Hersteller es sich leisten kann, diese Seite seiner Erzeugnisse zu vernachlässigen, was immer er auch sonst als Verkaufslockmittel bereit hat.

Obwohl ich eben gesagt habe, daß wir ein erstaunlich gleichmäßiges Produkt haben, finden wir dennoch Verbraucher, die sich über Ungleichmäßigkeiten verschiedener Art beschweren. Dies ist eines der Paradoxa, mit denen wir uns abfinden müssen. Nachdem wir mit vieler Mühe einige erkennbare Ungleichmäßigkeiten beseitigt haben, entdecken wir neue, die bis dahin durch gröbere verdeckt waren.

Beim Besprechen dieses Themas, welches ich für eines der wichtigsten halte, möchte ich Sie daran erinnern, daß wir schon ein gutes Stück auf dem Weg zur Vervollkommnung vorgeschritten sind. Daß wir dieses Ziel nicht ganz erreichen können, ist bei einem Erzeugnis, bei dem die menschliche Unvollkommenheit mitspielt, selbstverständlich. Wir bemühen uns ständig, so nahe wie möglich an diesen Endzustand heranzukommen, soweit es die ökonomischen Produktionskosten zulassen.

Wir Garnerzeuger sprechen selten über Ungleichmäßigkeiten in unseren Erzeugnissen, weil dies sehr leicht zu unnützen Streitigkeiten führen kann. Ich halte es aber bei dieser Gelegenheit doch für wichtig, dieses Thema zu erwähnen, wenn auch nur, um unsere bisherigen Erfolge aufzuzeigen. Der Verbraucher muß entscheiden, ob er bereit ist, für noch größere Gleichmäßigkeit zu bezahlen.

Wenn wir zurückblicken, sehen wir, daß die Gleichmäßigkeit des Titers in der Länge des Garnes vor zehn bis fünfzehn Jahren noch so schlecht war, daß Strümpfe dadurch solche Ringe zeigten und Stoffe derartige Streifen, daß sie heute unverkäuflich wären. Wir dürfen aber auch nicht vergessen, daß sie trotzdem beliebt waren, weil sie eben so viel besser waren als Fabrikate aus anderen Garnen.

Verfahren, um den Titer des laufenden Garnes mit großer Präzision zu messen, wurden erfunden. Mit diesen Untersuchungsmethoden konnten die Ingenieure die Ursachen der Ungleichmäßigkeiten finden und dann beseitigen. Für alle praktischen Zwecke ist dieses Problem nunmehr erledigt. Man verlangt jetzt aber von uns, daß wir Garne herstellen, die nicht nur von Spule zu Spule gleichmäßig im Durchschnittstiter sind und auch in der Länge auf einer Spule, sondern wir müssen auch versichern können, daß in einem Multifilgarn jeder Einzelfaden den gleichen Titer hat. Obwohl man stillschweigend annimmt, daß dies so war, wissen wir jetzt, daß doch nicht jeder Kapillarfaden den gleichen Titer hatte. Ein ganz offensichtlicher Fehler, der durch die Anwesenheit eines besonders dünnen Fadens entsteht, ist ein häufigeres Abreißen. Bevor ich weiter darüber spreche, möchte ich Sie auf eine weitere Folge von Ungleichmäßigkeiten zwischen den Fäden hinweisen. Dies ist eine Variation der Geometrie des Garnes, das aus diesen Fäden besteht. Wir wissen, daß kleine Variationen in der Geometrie von Garnen deren Lichtreflexionseigenschaften beeinflussen. In jedem gleichmäßig konstruierten Stoff können Unterschiede in der Lichtreflexion in benachbarten Garnen als Streifen beobachtet werden.

Viele bekannte Ursachen von Streifen in Textilien sind schon ausgeschaltet worden. Erst dadurch haben wir vielleicht die weniger wichtigen entdeckt, die bisher nicht zu erkennen waren. Es ist zweifellos möglich, daß mit genügend Sorgfalt diese Fehler vermindert werden können, sollten sie wirklich Schwierigkeiten bereiten.

Wenn wir noch einmal auf eine andere Eigenschaft zurückgreifen, nämlich auf die Gleichmäßigkeit des endlosen Fadens, das heißt auf seine Bruchfreiheit, dann finden wir, daß vor ungefähr zehn Jahren unsere Kunden mit Multifilamentgarnen zufrieden waren, die durchschnittlich alle 200 Kilometer einen zerrissenen Faden hatten. Dies war das Beste, was wir in jener Zeit herstellen konnten. Jetzt darf ein verkaufbares Garn nicht mehr als einen gerissenen Faden alle 2000 Kilometer aufweisen.

Dies ist besonders in der Kettwirkerei wichtig, wo jeder einzelne dieser gebrochenen Fäden ein Loch im Stoff zur Folge haben kann. Das geschieht entweder durch Zerreißen des Garnes, oder, noch schlimmer, durch Zerbrecen der Nadel, durch welche die Noppe, die durch den gerissenen Faden entsteht, zu laufen versucht. Ideal wäre es, wenn man verhindern könnte, daß überhaupt ein Fadenbruch entsteht. Wir müssen uns aber damit abfinden, daß es kaum möglich sein wird, noch einmal eine zehnfache Verbesserung zu erreichen. Wir verstehen bis jetzt noch nicht genau alle Vorgänge beim Reißen eines Fadens oder eines anderen Materials. Wir wissen, daß Einlagerungen von Fremdkörpern, die die verbesserten Spinnverfahren auszuschalten versuchen, dennoch manchmal auftreten. Wenn die Fremdkörper groß genug sind, verkleinern sie die effektive Größe des Fadenquerschnitts, sodaß die Festigkeit sehr reduziert wird. Wie ich schon früher sagte, müssen die Querschnittflächen der Fäden in einem Garn nicht unbedingt alle gleich sein. Wenn sie aber nicht gleich sind, dann wird vermutlich mit dieser Erscheinung eine Verschiedenheit in Festigkeit und Dehnung verbunden sein, und es werden gelegentlich schwache Stellen auftreten.

Nylongarne versuchen sich sofort nach dem Streckprozeß zu entspannen. Die Zeit hierfür ist in wirtschaftlichen Verfahren zu kurz, um dies vollständig zu erzielen. Entspannung tritt daher, soweit es möglich ist, dann auf, während das Garn auf der Spule aufgewickelt ruht. In der Forschung hat man sich lange bemüht, Ungleichmäßigkeiten in der Entspannung des gespulten Garnes durch Untersuchung der Wickelmethoden und Wickelmaschinen, sowie durch Untersuchung der Spulenformen zu vermindern.

Bedeutende Erfolge sind schon erreicht worden. Der Verbraucher übernimmt daher die große Verantwortung, für gleichmäßige Spannung beim Spulen zu sorgen, damit er keine neuen Unterschiede in der Relaxation verursacht. Kleine Dehnungen gehen in Polyamidgarnen vollständig zurück, aber die Schnelligkeit, mit der dies vor sich geht, hängt von der Zeitspanne ab, in der sie in diesem gedehnten Zustand waren. Ganz gleich, wie gut der Hersteller das Garn fabriziert hat, es kann während der Weiterverarbeitung leicht falsch behandelt werden. Zum Beispiel kann beim

Technische Großhandlung
und Gummihaus

**KONRAD
ROSENBAUER KG.**

LINZ/DONAU

SPITTELWIESE 11

Telefon: 2-36-51, 2-36-52

Schären mangelnde Sorgfalt beim Kontrollieren der Spannung jedes einzelnen Garnes verschiedene Dehnungszustände in der Kette zur Folge haben. Diese Zustände bleiben solange bestehen, bis die Garne Gelegenheit haben, sich zu entspannen. Das geschieht meistens erst dann, wenn der Stoff durch nasse Arbeitsgänge geht. Die stärker gestreckten Garne erinnern sich dann an ihre erworbene Mißgestaltung und schrumpfen stärker als die weniger gedehnten. Ein gestreiftes oder runzeliges Material kann die Folge davon sein. Das Phänomen der verzögerten Elastizität, welches für diese Schwierigkeiten verantwortlich ist, trifft man nicht nur bei Polyamiden. Der Effekt wird bei diesen jedoch eher bemerkbar, gerade weil die Gleichmäßigkeit der anderen Eigenschaften so groß ist. Aus diesem Grunde haben alle Hersteller von Polyamidgarnen seit frühesten Zeiten gepredigt, daß es höchst wichtig ist, die Garnspannung während der Verarbeitung konstant zu halten.

Vielseitigkeit

Nachdem ich Ihnen den Umfang der Hauptprodukte aus Polyamiden gezeigt habe, will ich noch kurz über die Vielseitigkeit dieser Polyamide reden. Ob Nylon 66 oder Nylon 6 im Anfang als das bevorzugte Material für ein bestimmtes Endprodukt benutzt wurde oder nicht, ist zum Teil Zufall, zum Teil historisch bedingt. Heute sind die fundamentalen Unterschiede in einigen ihrer physikalischen Eigenschaften erkannt und werden ausgenutzt. Um die Vielseitigkeit der

mechanischen Eigenschaften zu zeigen, habe ich ein paar Beispiele des Nylon 66 ausgesucht.

Auf Abbildung 1 sehen wir eine Anzahl Kraft-Dehnungskurven von Garnen, die wir durch einfache Änderungen der Herstellungsverfahren erhalten haben. Das kann durch Änderung des Molekulargewichtes des Polymeren oder durch veränderte Streckverfahren erreicht werden. Wir können außer der Form der Kraft-Dehnungslinie durch Wechseln des Streckverfahrens die Bruchfestigkeit, die Bruchdehnung und den Elastizitätsmodul ändern. Durch Wärmebehandlung direkt nach dem Strecken können wir den Grad des Schrumpfens in den weiteren Verarbeitungsstufen beeinflussen. Tabelle 4 zeigt jene Veränderungen, die leicht zu erhalten sind.

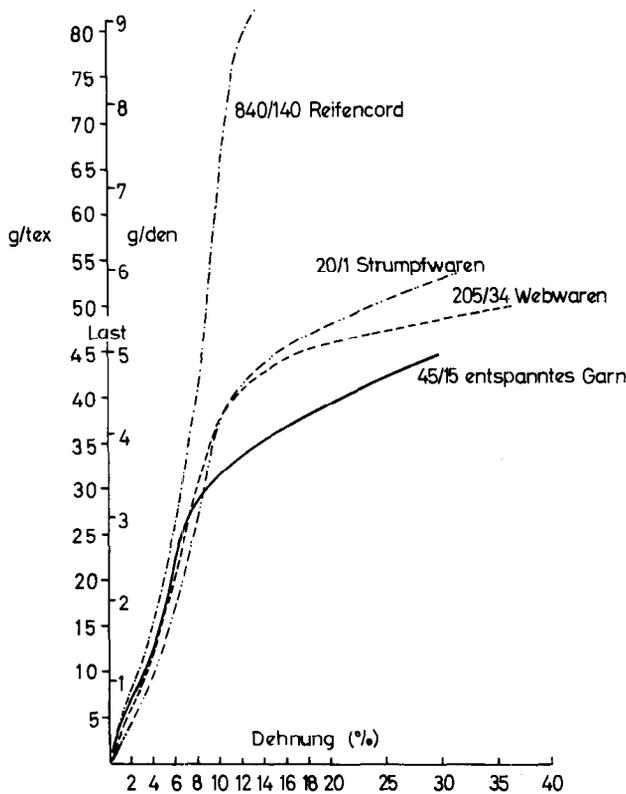


Abb. 1

Man hat jahrelang nur runde Düsenlöcher beim Schmelzspinnen der Polyamide benutzt. Neuerdings hat man die Vorteile von Fäden mit anderen als Rundprofilen erkannt. Es ist nicht schwierig, verschiedene Lochformen der Spinn-düsen zu konstruieren. Die Form des Loches allein ist jedoch nicht genug, um die endgültige Form des gesponnenen Fadens zu prägen. Eine neue Spinn-technik mußte entwickelt werden, um hochviskose Polymere verarbeiten zu können. Die hohe Viskosität ist nötig, um in den gesponnenen Fäden genügend Widerstand gegen die Oberflächenspannung zu erzeugen. Denn diese neigt dazu, alle flüssigen Strahlen in zylindrische Gestalt zu zwingen. Man hat viele verschiedene profilierte Fäden hergestellt, die beliebtesten sind die

Tabelle 4

Garntypen	Schrumpfung in kochendem Wasser
Geschrumptes Garn, 45/13, Nylon 66, (T. 103)	6,5 %
Reifengarn, 840/140, Nylon 66, (T. 242)	7,5 %
Normale Nylon 66-Garne, (T. 100, T. 500)	10 bis 12 %
Strumpfgarn, 20/1, Nylon 6	13,7 %

Rund- und die Kleeblattprofile. Ich werde die letzteren im Zusammenhang mit Teppichen wieder erwähnen.

Das Aussehen der Fäden - darunter verstehen wir im allgemeinen die Lichttransmission, die Lichtstreuung und die Reflexion - kann leicht mit Hilfe eines Mattierungsmittels geändert werden. Die Farbe kann durch Hinzufügen von stabilen Farbstoffen verändert werden.

Obgleich Nylon 66 und 6 bereits so vielseitig sind, können immer noch neue Eigenschaften durch die Verwendung anderer Polyamide zu den vorhandenen hinzugefügt werden. Das Einbauen von Ringstrukturen statt einfacher Kohlenwasserstoffketten in das Polymere erhöht den Elastizitätsmodul und verringert die verzögerten elastischen Effekte. Auch die thermischen Eigenschaften können wesentlich beeinflusst werden, da der Schmelzpunkt und die Umwandlungstemperatur zweiter Ordnung sehr von der Molekularstruktur abhängen. Angaben über diese Eigenschaften finden wir in Referaten, die zum Beispiel MXD6 (m-Xylylendiaminadipinsäure) und 6T (Hexamethylenterephthalsäure) besprechen. Das einzige Polymer in dieser Kategorie, das bis jetzt als Handelsprodukt erschienen ist, geht auf den Gebrauch von aromatischen Ringen im Diamin wie auch in der Säure zurück. Es wird als "Nomex" verkauft. Sein besonderer Wert liegt in außergewöhnlicher Hitzebeständigkeit im Vergleich zu anderen Polyamiden.

Ich will mich jetzt den Hauptverwendungsgebieten widmen, sodaß ich die physikalischen Eigenschaften, die in jedem einzelnen Fall von besonderer Wichtigkeit sind, betonen kann.

Bauschgarne

Alle normalen Nylon-Endlosfäden, so wie sie zuerst erzeugt wurden, sind ungekräuselt. Sie liegen eng beisammen und zeigen nur die spezifischen mechanischen Eigenschaften der Stoffe, aus denen sie hergestellt sind. Um größere Elastizität und mehr Lufträume (das heißt weniger enges Aneinanderliegen) zu erreichen, ist es nötig, daß eine Dauerverformung der geraden Fäden vor sich geht. Schon vor Jahren wurde ein Verfahren erfunden, um Zelluloseacetatgarne zu bauschen. Es bestand aus Zwirnen, Fixieren durch Hitze und Rückzwirnen. Dieses Verfahren und viele andere Prozesse, die später erfunden wurden, waren besonders für Polyamidgarne geeignet. Ganz egal, welches Verfahren wir benutzen, ob es das Zwirnen - Fixieren - Rückzwirnen, die Falschdrahtmethode, das Stauchkammerverfahren oder die Kantenkräuselungsmethode ist, die Vorbedingungen sind dieselben: wir müssen zuerst die Fäden verformen und sie dann

in dieser Form fixieren. Die Stärke und die Gleichmäßigkeit der Polyamidgarne machen den regelmäßigen und rapiden Verformungsprozeß möglich. Das Verfahren ist nur erfolgreich, weil die Polyamidgarne heißfixierfähig sind. Aus den vorher gezeigten Tabellen geht hervor, daß der bei weitem größte Prozentsatz von Bauschgarn aus Nylon 66 hergestellt wurde. Der Grund hierfür ist ganz einfach. Nylon 66, mit seinem höheren Schmelzpunkt und seiner größeren Erweichungstemperaturspanne, kann mit Heizmethoden behandelt werden, die mit höheren Temperaturen arbeiten, als die für Nylon 6 anwendbaren. Dies führt zu wirksamerer Wärmeübertragung und besserem Fixieren. Der etwas höhere Elastizitätsmodul von Nylon 66 ist für größere Kräuselsteifheit der Garne verantwortlich, verglichen mit Nylon 6-Garnen. Diese Nylon 66-Garne haben einen erheblichen Vorteil im Gebrauch. Sie werden unter anderem für Herrenstrümpfe, Badeanzüge und Stretch-Stoffe benutzt.

Kettgewirkte Stoffe

Das Kettwirken ist schon seit vielen Jahren bekannt, wurde aber erst ausgiebig verwendet, als die Zelluloseacetatgarne erfunden worden waren. Die Entwicklung von Polyamidgarnen verwandelte jedoch dieses Verfahren in eines der wichtigsten für die gesamte Textilwelt.

Die wirtschaftlichen Vorteile des Kettwirkverfahrens sind so offensichtlich, daß man sie nicht zu betonen braucht. Es ist nur durch die physikalischen Eigenschaften der Polyamide möglich, leichte, beständige, dichte Stoffe herzustellen. Die große Bruchfestigkeit, hohe Bruchdehnung, schnelle Erholung nach starker Verformung und die Gleichmäßigkeit von Endlos Garnen sind alle unbedingt für das Kettwirken erforderlich. Durch die Gleichmäßigkeit des Garnes können wir sehr lange Ketten schälen, sodaß langes, ununterbrochenes Wirken möglich ist. Infolge der elastischen Eigenschaften kann das Garn ohne Beschädigung durch die vielen komplizierten Gänge des Maschinenmechanismus laufen. Durch die Bruchfestigkeit ist es möglich, feines Garn zu benutzen. Der Kettwirkstoff, so wie er vom Kettstuhl kommt, hat auf Grund seiner Struktur weder die Formbeständigkeit eines gewebten Stoffes, noch die Formbeständigkeit, die für den Verbraucher nötig ist. Die Thermoplastizität der Polyamide macht es möglich, diese Schwierigkeit zu überwinden. Durch passende Anwendung von Hitze und/oder Feuchtigkeit können Stoffe hergestellt werden, deren Maße beständig bleiben.

Die verschiedenen Heißfixierbedingungen, die für Nylon 66 und Nylon 6 nötig sind, treten besonders in diesem Endprodukt hervor. Das Fixieren von Nylon 6 wird meist bei 190°C ausgeführt. Apparaturen, die die Temperatur innerhalb von $\pm 2^\circ\text{C}$ konstant halten, und besondere Sorgfalt sind bei diesem Prozeß unbedingt erforderlich. Bei Fixiertemperaturen unter 188°C hat der Stoff nicht genügend Waschbeständigkeit. Über 192°C kann man einen Stoff erhalten, der unter Verfärbung und Steifheit leidet. Die Temperaturspanne für Nylon 66 ist größer. Ausreichend gute Stoffe kann man durch Fixiertemperaturen zwischen 210°C und 230°C erhalten. Ohne solch strikte Kontrolle können

Stoffe beim Gebrauch einer Temperatur, die weiter von der Erweichungstemperatur des Stoffes liegt als bei Nylon 6, gut fixiert werden.

Die Ausrüster in den meisten Ländern Europas sind mit dem Fixierverfahren von Nylon 6 gut vertraut und finden sich mit den Vorschriften ab. In Großbritannien sind die Ausrüster im allgemeinen nicht an einen so hohen Präzisionsgrad gewöhnt und arbeiten deshalb lieber mit Nylon 66.

Die ersten spekulativen Versuche, Nylon in Kettwirkstoffen zu verwenden, wurden mit feinen Garnen gemacht. Die Ergebnisse sind überall bekannt, besonders auf dem Gebiet der Damenunterwäsche, Herrenhemden und Bettwäsche. Durch Fortschritte im Maschinenbau können wir komplizierte Muster aus groben wie aus feinen Garnen herstellen. Die dickeren Stoffe eignen sich besonders für Möbelbezüge. Es wird viel an der Entwicklung dieser dickeren Stoffe gearbeitet, besonders in Zusammenhang mit Schaumbeschichtung für Oberbekleidung.

Teppiche

Aus den Tabellen über die Endprodukte werden Sie gesehen haben, daß eines der Hauptprodukte aus Nylon 66 und Nylon 6 in der ganzen Welt Teppiche sind. Die fundamentalen, unbedingt notwendigen physikalischen Eigenschaften in Teppichen sind: Scheuerfestigkeit, Sprungelastizität und Beibehaltung der äußeren Erscheinung. Diese Eigenschaften bestimmen fast vollkommen die Strapazierfähigkeit, das Verhalten bei Benutzung und das Aussehen des Teppichs. Diese Eigenschaften sind bei den Polyamiden so hervorragend, daß es gar nicht überraschend ist, wenn mehr und mehr von diesem Garn verlangt wird.

Es ist wichtig, daß man einen Unterschied macht zwischen den Beiträgen, den die Polyamide in bezug auf Strapazierfähigkeit und Aussehen bei gewebten Teppichen gebracht haben und dem enormen Aufschwung in der Teppichverwendung durch das Tufting-Verfahren.

Die Anwendung von Fasermischungen in allen Stapelfaser-Spinnverfahren ist schon lange im Gebrauch. Die Mischung von Chemiefasern mit Wolle macht keine Schwierigkeiten. Der Fasertiter, die Stapellänge und der Grad der Kräuselung können alle nach Wunsch hergestellt werden. Das Beimischen von 20 Prozent Nylon zu Teppichgarnen ist jetzt beinahe ein Routineverfahren, um gute Axminster- oder Wilton-Teppiche anzufertigen. Dieser Zusatz von Nylon verlängert das Leben des Teppichs um das Dreifache im Vergleich zu Teppichen aus reiner Wolle. Die Beständigkeit von Nylon, besonders wenn es fixiert ist, hält die Drehung des Garnes, und als Folge behalten die Faserbündel ihre ursprüngliche Gestalt und daher auch die ursprünglichen äußeren Merkmale, das heißt: der Teppich sieht länger wie neu aus.

Das Tufting-Verfahren zur Teppichherstellung ist wesentlich billiger als das Weben. Sein Erfolg hängt von der ununterbrochenen Zuführung eines gleichmäßigen Garnes hohen Titers ab. Um eine Kräuselung, die ästhetisch befriedigend ist, herzustellen, braucht man eine erhebliche Bauschung

des Garnes. Die Gleichmäßigkeit der Polyamidgarne und ihre physikalischen Eigenschaften, die das Bauschen ermöglichen, habe ich schon besprochen.

Zuletzt möchte ich noch erwähnen, daß Teppiche, die nach diesem Verfahren gemacht werden, dann besonders gut waren, wenn die Fäden ein Kleeblattprofil hatten. Bei gleichem Titer ist ein Faden mit Kleeblattprofil schwieriger zu biegen als ein Faden mit Rundprofil. Daher ist die Verformung des Teppichs durch Druck geringer, wenn Kleeblattprofilgarne verwendet werden. Das Kleeblattprofil ist auch ein wichtiger Faktor in bezug auf das Aussehen des Teppichs. Die Lichtreflexionseigenschaften bewirken einen reizvollen Glitzereffekt. Man kann nicht behaupten, daß dies eine spezifische Polyamideigenschaft ist, aber man kann ein gewünschtes Profil durch Schmelzspinnen leichter schaffen als durch andere Spinnverfahren. Dieses Thema wurde kürzlich von H. Bieser und R. Hesse in der Zeitschrift „Chemiefasern“ behandelt. Es lohnt sich aber, eine physikalische Eigenschaft in diesem Zusammenhang besonders herauszuheben. Der hohe Brechungsindex des Nylon 66 und 6 (ungefähr 1,52, gemessen in der Ebene rechtwinkelig zur Längsrichtung des Fadens) und die Kleeblattform schaffen ein optisches System, in welchem Licht, das aus bestimmten Richtungen auf den Faden fällt, im Faserinneren vollkommen reflektiert wird und in der Einfallrichtung wieder austritt. Licht, das aus anderen Richtungen kommt, wird gestreut. Diese Vorgänge sind der Grund für das starke Glitzern. Die Ursache für die Tiefe und das Leuchten der Farbe, erreichbar durch ganz kleine Mengen von Farbstoff in den Fasern, liegt in dem langen Weg, den das Licht durch den Faden zurücklegt. Man liest in Patentschriften, daß das sichtbare Verschmutzen von Teppichen aus Kleeblattprofilgarnen bedeutend geringer ist als das - mit derselben Menge Schmutz - von solchen aus Rundprofilgarnen. Über die physikalischen Gründe für diese Erscheinung sind wir uns noch nicht klar.

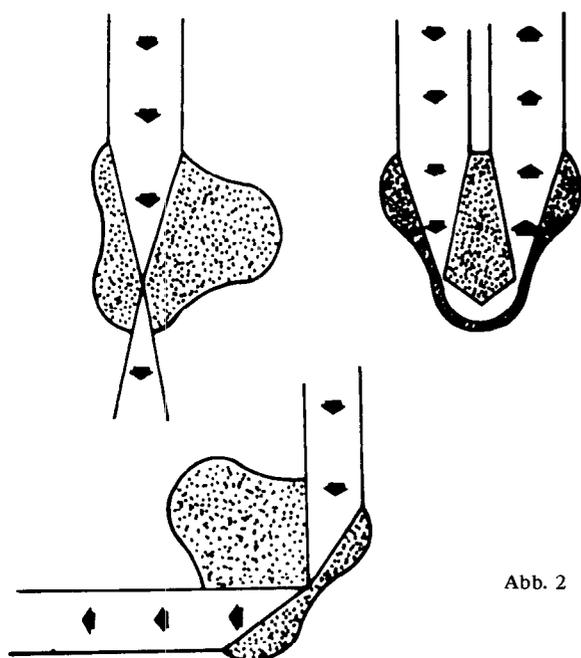


Abb. 2

Damenstrümpfe

Es lohnt sich, die Verwendung von Polyamiden bei Damenstrümpfen kurz zu erwähnen. Der Damenstrumpf ist ein interessantes Endprodukt, denn es gibt praktisch kein anderes Garn, das für diesen Zweck gebraucht wird. Die physikalischen Eigenschaften, wie Festigkeit und Dehnbarkeit, schnelle Erholung nach Verformung, Scheuerfestigkeit und die Möglichkeit der Heißfixierung verleihen zusammen den Polyamiden ihre vorherrschende Stellung. In dieser Lage versucht nun jeder Hersteller etwas Besonderes zu liefern, damit die Kunden seine Ware kaufen. Im Laufe der Jahre sind viele eigenartige Behauptungen aufgestellt worden, aber - abgesehen von dem Erscheinen von Bauschgarnen, von denen „Agilon“ eines der ersten war, „Tendrelle“ eines von den neuesten, und „Cantrece“ - hat es wenige grundsätzliche Änderungen gegeben. Letzthin hat ein neues Strickverfahren den laufmaschensicheren Strumpf eingeführt. Dieses hat zwei physikalische Eigenschaften neu betont, nämlich die Fixierschrumpfung und die Biegsamkeit. Die Schrumpfung muß größer sein als bei anderen Strümpfen, um einen guten Sitz, insbesondere an der Fessel, zu erreichen. Das Garn muß leicht zu biegen sein, um den Strumpf, der durch die Fangmaschen in jeder zweiten Maschenreihe einen harten Griff haben würde, Weichheit zu geben. Ich habe den wenig präzisen Ausdruck ‚Biegsamkeit‘ gebraucht, weil ein genaues physikalisches Messen in bezug auf Biegen nicht leicht ist. Meistens wird der Elastizitätsmodul angegeben, weil er genügend mit der Eigenschaft, die uns interessiert, verwandt ist.

Hier möchte ich nun eine Äußerung von Professor Mark zitieren, die ich vor einigen Jahren von ihm hörte:

„Fortschritte auf dem Gebiet der Chemiefasern sind eher möglich durch Änderung der Technologie der Anfertigung von Polymeren als durch das Suchen nach neuen.“

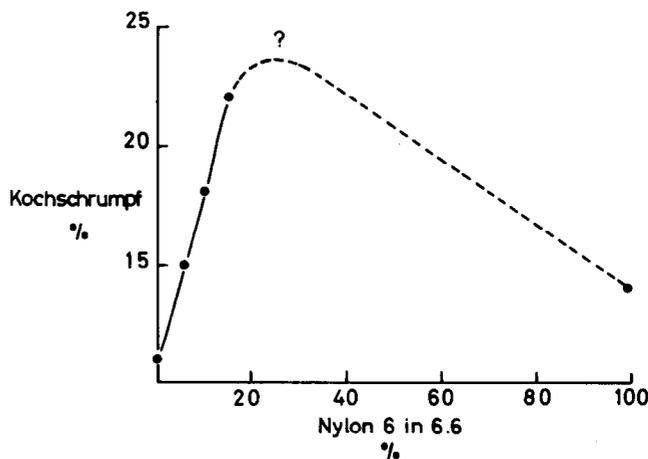


Abb. 3

Man weiß schon seit langem, daß die Kopolymerisation zweier ähnlicher Stoffe, wie Nylon 66 mit Nylon 6 oder mit Nylon 610 oder mit Isophthalsäure - Nylon 6, die Eigenschaften wesentlich ändern kann. Man hat zum Beispiel gefunden, daß bei der Herstellung von Kopolymeren aus Nylon 66 und Nylon 6 in verschiedenen Proportionen die Eigenschaften, von denen wir vorher gesprochen haben, nach Wunsch geändert werden können. Auf Abbildung 3 sehen Sie die Schrumpfung dieser Kopolymeren in kochendem Wasser. Die Schmelzpunkte (Abb. 4) sind niedriger als die von Nylon 66, aber für diese Endprodukte spielt das keine Rolle. Andere physikalische Eigenschaften der geeignetsten Kopolymeren, wie Festigkeit und Bruchdehnung, sind fast ebenso wie bei Nylon 66.

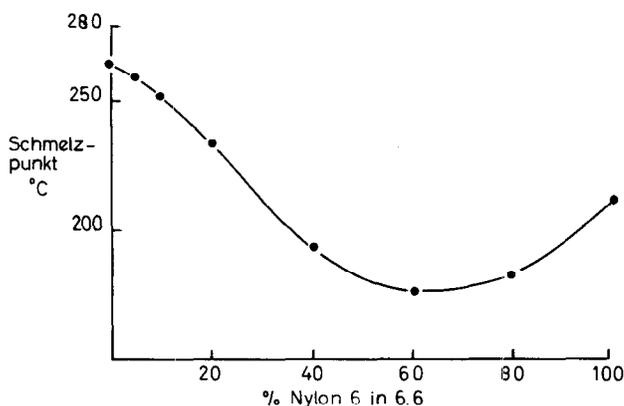


Abb. 4

Abbildung 5 zeigt die Verformungseigenschaften von vergleichbaren Garnen, nämlich von Nylon 66, Nylon 6 und einem 66/6-Kopolymergarn. Man kann sehen, daß die Bruchfestigkeit bei allen fast die gleiche ist. Der Elastizitätsmodul des Kopolymeren und des Nylon 6 ist ungefähr 20 g/den/100 % Dehnung, während er für das normale Nylon 66-Strumpfgarn bei 32 g/den/100 % Dehnung liegt. Von größerer Bedeutung für den Verbraucher sind die entsprechenden Kraft-Dehnungskurven für das Garn im fertiggestellten Strumpf. Diese können Sie auf Abbildung 6 sehen. Sie zeigen, daß der Elastizitätsmodul für alle drei Garne reduziert ist. Das Kopolymergarn hat jetzt den niedrigsten Modul. Man kann deshalb erwarten, daß der fertige Strumpf aus diesem Garn den weichsten Griff haben wird.

Handstrickgarne

Hier ist ein Endprodukt aus Nylon 66-Stapelfasern, welches anscheinend nur in Großbritannien bekannt ist. Es ist vielleicht angebracht, etwas über diese Garne zu sagen, weil dies ein so eigenartiges Phänomen ist.

Der Verbrauch ist in den letzten zehn Jahren ständig gestiegen, und die Größe des Absatzes ist erheblich. Die meisten Garne werden zu Kleinkinderkleidung verarbeitet. Die Engländerin ist eine cifrige Strickerin, und das englische Klein-

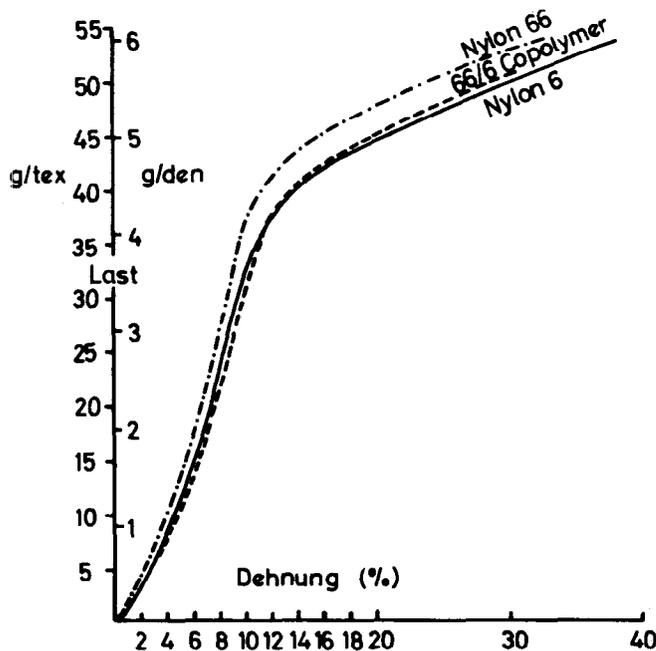


Abb. 5

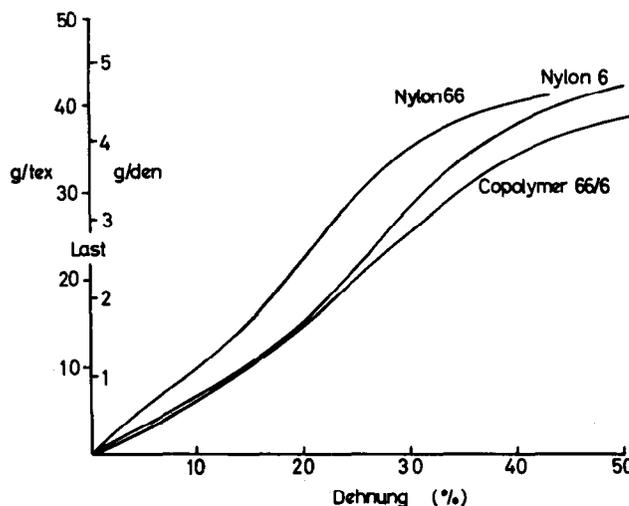


Abb. 6

kind wurde früher traditionell in Wolle gekleidet. Das moderne Leben, das eine so große Betonung auf pflegeleichte Textilien legt, hat einen großen Einfluß auf die Eigenschaften, die ein Kleidungsstück in bezug auf Waschen, Trocknen und Bügeln haben muß. Fasern mit dem passenden Titer, sowie entsprechender Stapellänge und Kräuselung, die in der normalen Kammgarnspinnerei gesponnen werden können, sind leicht herzustellen. Die physikalischen Eigenschaften von Nylon 66 sind derart, daß das gesponnene Garn gut aussieht. Es ist infolge seines Elastizitätsmoduls weich und darum leicht zu verstricken. Es ist durch die fixierte

Kräuselung auch bauschig genug, um Luft für Isolierzwecke zu speichern. Es erholt sich genügend nach Verformung, um die Ausgangsform des Kleidungsstückes zu bewahren. Vor allem behält die Ware ihre ursprüngliche Form nach vielfachen, sogar maschinellen Wäschen, was bei Kinderkleidung besonders wichtig ist. Dies ist nur möglich, weil Nylon 66 nach Heißfixierung so stabil ist.

Anwendungen in der Industrie

In meinen einführenden Bemerkungen sagte ich, daß die meisten industriellen Produkte aus Nylon 66 erzeugt werden. In der Hauptsache, zumindest in den Vereinigten Staaten und Großbritannien, sind dies Reifenkord, Förderbänder, Tauwerk und beschichtete Gewebe. Weniger wichtig, aber doch von Bedeutung, sind Fischernetze, Autosicherheitsgurte, industrielles Nähgarn und industrielle Stoffe, hauptsächlich Filterstoffe.

Die Verwendung von Nylon in Autoreifen hat viele Gründe. Die große Bruchfestigkeit sowie sein ausgezeichneter Stoß- und Ermüdungswiderstand machen es möglich, daß ein Reifen, der Nylonkord enthält, selbst unter größten Anforderungen zufriedenstellend reagiert. Das Verhalten von Nylon bei hohen Temperaturen ist bei diesen Anwendungen ebenfalls höchst wichtig. Zum Beispiel entwickelt es unter diesen Umständen hohe Schrumpftendenzen. Die Folge davon ist, daß Reifen für solche Zwecke angefertigt werden können, in denen man hohe Temperaturen erwartet, ohne unrentable Mengen von Kordmaterial benutzen zu müssen, um die Stabilität des Reifens sicherzustellen. Die Reifen, für die diese Eigenschaften besonders wertvoll sind, umfassen Flugzeugreifen, Reifen, die für lange Zeitspannen bei hoher Geschwindigkeit gebraucht werden und Reifen für schwere Erdbewegungsmaschinen. Durch die hohe Bruchfestigkeit von Nylon kann die Anzahl der Gewebelagen im Reifen verringert werden, sodaß hiezu weniger Lagen als in Reifen mit Rayonkord nötig sind. Dadurch werden Gummi- und Arbeitskosten herabgesetzt. Diese Tatsache ist von besonderer Bedeutung für die großen Lastwagenreifen, wo die gleiche Güte bereits durch acht Nylonschichten an Stelle von zwölf Rayonkordschichten erreicht wird.

Die Bruchfestigkeit von Nylon wird durch erhöhten Feuchtigkeitsgehalt nur wenig verringert. Dies ist ein weiterer Sicherheitsfaktor im Vergleich zu Rayon, denn Feuchtigkeit kann durch beschädigte Wände zum Reifenkern vordringen. Beim Besprechen von Nylon in Reifenkord, besonders im Hinblick auf den amerikanischen Markt, kann man die Erwähnung des "flat-spotting" nicht vermeiden. Die physikalischen Gründe, die diesem flat-spotting zugrunde liegen, sind der relativ niedrige Elastizitätsmodul und das verzögerte elastische Erholungsvermögen. Wenn ein Auto lange Zeit steht, dann ist der Teil des Reifens, auf dem es steht, verformt. An dieser Stelle dehnt sich das Nylon, besonders wenn der Reifen nach Gebrauch noch heiß ist. Wenn das Auto angefahren wird, tritt die Erholung des Nylons nicht sofort ein. In der Zwischenzeit, bis der Reifen wieder zu seiner ursprünglichen Form zurückgekehrt ist, kann man ein regelmäßiges Aufschlagen bemerken. Rayon zeigt kein

solches Symptom. Darum bestehen Autoverkäufer darauf, daß das neue Auto Reifen mit Rayonkordeinlage hat, sodaß bei der Vorführung des Autos kein Aufschlagen auftritt. Die Tatsache, daß für alle weiteren Reifen in den USA von den Kunden Nylonkord verlangt wird, läßt darauf schließen, daß sie die Vorteile des Nylon erkannt haben und den leichten Fehler des flat-spotting gerne in Kauf nehmen. Das Problem ist aber doch wichtig genug, um die Nylonhersteller zu erheblicher Forschung auf diesem Gebiet zu veranlassen. Sie versuchten ein Polyamidgarn zu finden oder eines zu erfinden, das alle die guten Eigenschaften von Nylon 66 hat, aber gleichzeitig das flat-spotting ausschaltet. Die verzögerten elastischen Effekte stammen von den langen Kohlenstoffketten in der Struktur von Nylon 66. Man weiß, daß eine gewisse Vernetzung dieser geraden Ketten oder die Einführung von massigen chemischen Gruppen Einfluß auf diese Eigenschaft hat.

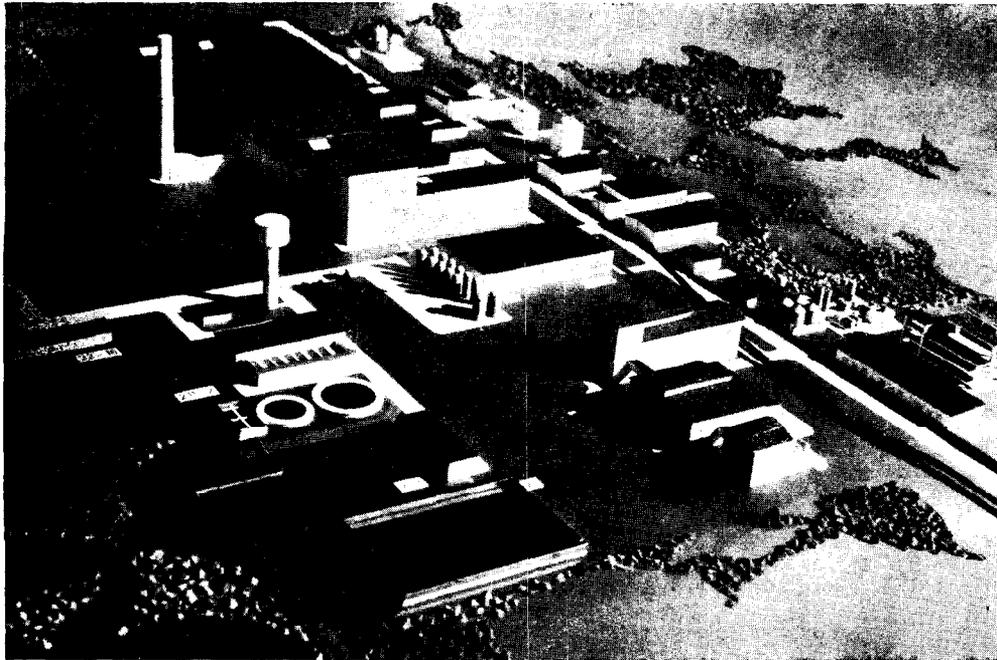
Vor einigen Jahren hat DuPont ein Garn hergestellt, das nach diesem Prinzip gebaut war. Das N44-Garn enthält Isophthalsäure, die zum Teil die Adipinsäure ersetzt. Dies führte zu einem Garn, welches viel weniger zum flat-spotting neigte. Leider hat diese Strukturänderung die Stabilität des Polymeren unter hydrolytischen Verhältnissen wesentlich reduziert. Wenn das Garn naß wird, besonders bei hoher Temperatur - was bei einem Reifen sehr leicht geschieht -, dann ist der Rückgang der Bruchfestigkeit des hydrolytischen Zerfalls wegen von größerem Nachteil, als das Fehlen des flat-spotting von Vorteil ist. Dies wurde am schärfsten von allen Reifenherstellern kritisiert. Das Beifügen von Trocknungsmitteln scheint nicht sehr erfolgreich zu sein.

Nylon 66 wird Nylon 6 für Reifenkord vorgezogen, aus Gründen, die zum größten Teil aus dem Unterschied der Schmelzpunkte und Erweichungspunkte der beiden Polyamide hervorgehen. Ein Heißstreckverfahren nach der Herstellung des Reifenkords aus Polyamidgarn ist nötig, um gute Reifen daraus zu machen. Dieses Heißstrecken erhöht den Elastizitätsmodul und fixiert den Reifenkord. Die Reifenfabrikation schließt die Vulkanisation des umgebenden Gummis mit ein. Je höher die Temperatur dabei sein kann, desto ökonomischer sind diese beiden Arbeitsvorgänge. Nylon 6 wird normalerweise bei 200°C gestreckt, bei Nylon 66 dagegen kann eine Temperatur von 220°C angewendet werden.

Die Vulkanisiertemperatur von Gummi ist in den letzten Jahren von ungefähr 150° auf 180°C gestiegen, während die Vulkanisierzeit auf die Hälfte bzw. auf ein Drittel verkürzt wurde. Die höhere Temperatur kann von Nylon 66 besser vertragen werden. Wir nehmen an, daß noch weiter an der Temperaturerhöhung des Vulkanisierens durch Entwicklung von passenden Acceleratoren und Gummisorten gearbeitet wird. Sollte dies erfolgreich sein, so werden die Vorzüge von Nylon 66 noch mehr hervortreten.

Die physikalischen Eigenschaften der Polyamide, die sie für Reifenkord so gut geeignet machen, sind dieselben, die die Polyamide auch in anderen industriellen Verwendungen so beliebt machen. Förderbänder, Persenninge und Tauwerk be-

Chemiefaser-Werk



ING. A. MAURER S. A.



3000 Bern Dammweg 3
 Telephone 031 42 46 15
 Telegram RERUAM
 Telex 32152

Planen, Liefern, Montieren u. Inbetriebsetzen
 kompletter Fabrikanlagen für:
 Kunstfasern, (Viskose, Azetat, Polyamid, etc.)
 Cellophan - Photofilme
 Schwefelkohlenstoffanlagen
 Beschichtungsmaschinen

nötigen große Reißfestigkeit und meistens auch den höchstmöglichen Elastizitätsmodul, um die Verformungen bei Streckung so gering wie möglich zu halten. Obgleich beide, Nylon 66 und Nylon 6, benutzt werden können, ziehen die Verbraucher Nylon 66 des höheren Moduls wegen vor.

Dielektrisches Schweißen

Die thermoplastischen Eigenschaften der Polyamide bringen die Gedanken natürlicherweise auf das Zusammenschweißen von Nylonstoffen. Glücklicherweise haben Nylon 6, 66 und 11 dielektrische Eigenschaften in einer Schwingungsskala zwischen 25 und 75 MHz, welche eine große Energieaufnahme ermöglichen. Dadurch kann schnelles, kontrolliertes Schmelzen erreicht werden. Obwohl dieses Prinzip bis jetzt noch keine große Bedeutung für die Herstellung von Nylonkleidung erlangt hat, bietet es doch Möglichkeiten, die ausgenutzt werden können. Man kann es auf jeden Fall in der Herrenhemdenindustrie für Knopflöcher und Manschetten anwenden, man kann damit auch Taschen an Kitteln und Verzierungsmotive an Kleidern befestigen. Nylon 11 ist für diesen Zweck besonders geeignet.

Außer PVC-Film, für den das Schweißen ein hochentwickeltes Stadium erreicht hat, haben keine anderen thermoplastischen Materialien - außer den Polyamiden - die richtige Kom-

bination von elektrischen und Schmelzeigenschaften, um ein Elektroschweißen möglich zu machen. Die erreichbare Arbeitsgeschwindigkeit und die Tatsache, daß man Arbeiter einstellen kann, die wenig ausgebildet sind, machen das dielektrische Schweißen von Polyamiden beliebt.

Ungestreckte Polyamidgarne

Der erste Schritt im normalen Spinnverfahren für Polyamidgarne ist die Herstellung von ungestreckten Garnen. Die Anordnung der Moleküle in den Fäden dieses Garnes ist zum großen Teil kristallin, aber die Orientierungsrichtung der Moleküle ist im allgemeinen nicht in der Längsrichtung des Fadens. Um die Moleküle zu orientieren, werden die Fäden um 400 bis 500 Prozent gestreckt. Dies geschieht in einem Streckverfahren, dessen Endprodukt das handelsübliche Garn ist.

Für den allgemeinen Textilbedarf ist das ungestreckte Material zwar nutzlos, aber es gibt wenigstens eine interessante Verwendung dafür. Auf Flugzeugmutter Schiffen werden jetzt große Fangnetze verwendet, die aus ungestrecktem Nylon hergestellt sind. Bei einer Fehllandung wird das Flugzeug in einem Netz gefangen, und durch die große Energieaufnahme, die mit einer 400 bis 500 %igen Dehnung verbunden ist, kann es sicher zum Stehen gebracht werden.

Selbstverständlich kann man dieses Netz nur einmal verwenden, denn diese Dehnung ist ja nicht elastisch, sondern plastisch. Man kann immer auf dieses Prinzip zurückkommen, wenn man große Energiemengen absorbieren und gleichzeitig eine Verlangsamung über eine große Strecke erreichen will.

Elastomere

Meiner Ansicht nach wäre dieser Vortrag nicht vollständig ohne die Erwähnung einer Klasse von Polyamiden, die interessante physikalische Eigenschaften, aber bis jetzt noch keine kommerziellen Erfolge aufweisen konnten. Das Verhältnis zwischen der feinen physikalischen Struktur einer langkettigen Verbindung und ihren mechanischen Eigenschaften, ist uns bereits vertraut. Als die Gummielastizitätstheorie entwickelt wurde, erkannte man, daß ganz kleine Veränderungen an der Struktur der Polyamide zu Stoffen führen müßten, die Eigenschaften haben, welche zwischen jenen von Polyamiden und Gummi liegen. Vor etwa zwanzig Jahren zeigte die Arbeit in den Laboratorien mehrerer Nylonhersteller, daß durch schwache Vernetzung nichtorientierter Nylon 66-Ketten mit Methoxymethyl-Gruppen Fäden entstanden, deren Bruchdehnung und Elastizitätsmodul jenen von Gummi ähneln. Die Stabilität von solchen Stoffen und die Ökonomie der Herstellung waren nie gut genug, um sie handelsmäßig interessant zu machen. Durch die wahllose Angliederung großer Seitengruppen an eine Nylonkette erreicht man ähnliche Ergebnisse. Zum Beispiel ergab die Kopolymerisation von einem Teil N-isobutyl-Nylon 610 mit Nylon 66 elastische Stoffe. Wegen ihrer Unbeständigkeit, besonders bei Erhitzung, sowie erheblichen Produktionsschwierigkeiten bei der Herstellung der Polymeren und beim Spinnen, blieben diese Stoffe im theoretischen Zustand stecken.

Die Entwicklung anderer chemischer Verbindungen, die auf derselben Theorie des Zusammenhanges zwischen Struktur und physikalischen Eigenschaften beruhen, hat jetzt zu den Polyurethanverbindungen geführt, die den Polyamiden nahe verwandt sind.

Bikomponentengarn

Die Idee, daß ein Endlosfaden zwei verschiedene thermoplastische Stoffe enthalten kann, ist alt, so alt, daß es gut tut, sich daran zu erinnern, daß die meisten natürlichen Textilfasern bikomponent sind. Wolle besteht aus vielen Schichten, auch Baumwolle hat viele Schichten, die eine Hülle bilden. Seide, wenn gesponnen, hat eine Schicht Seidenleim um den inneren Teil. Die Technologie des Schmelzspinnens ist kürzlich so weit entwickelt worden, daß ein wirtschaftlich annehmbares Bikomponentengarn hergestellt werden kann.

Theoretisch wäre es möglich, zwei beliebige Polymere zu nehmen und einen Faden zu produzieren, in dem sie entweder nebeneinander oder eines um das andere (Hülle und Kern) liegen. Praktisch ist es das Studium der physikalischen Eigenschaften der geschmolzenen Polymeren, das den Weg zur erfolgreichen Entwicklung gebahnt hat. Es war die Er-

kenntnis der physikalischen Tatsache, daß zwei hochviskose Flüssigkeiten in ganz komplizierter Weise bewegt werden können, ohne sich zu mischen, was zu der Erfindung von besonderen Düsenrichtungen geführt hat. Solche Düsen werden insbesondere benützt, um Polyamid-Bikomponentengarne herzustellen. Bis jetzt ist nur eines davon auf dem westlichen Markt erhältlich, nämlich das Garn, welches unter dem Handelsnamen "Cantrece" von DuPont verkauft wird. Die Fäden dieser Garne bestehen zu fast gleichen Teilen aus Nylon 66 und einem Kopolymer von Nylon 66 mit Nylon 610, mehr oder weniger nebeneinander. Diese zwei Bestandteile haben verschiedene Schrumpfeigenschaften, wenn sie erhitzt oder naß behandelt werden. Sie verhalten sich unter diesen Umständen wie ein Bimetallstreifen, wenn er erhitzt wird. Der verschiedenen Schrumpfung zufolge kräuseln sich die ursprünglich geraden Fäden. Es gibt daher einen direkten und einfachen Prozeß, um Bauschgarn herzustellen, ohne mechanische Methoden gebrauchen zu müssen.

Obgleich dieser Prozeß noch im technologischen Anfangsstadium steht, bin ich überzeugt, daß die Idee, zwei verschiedene Polymere in einem Faden zu benutzen, große Entwicklungsmöglichkeiten hat. Selbst wenn wir uns auf Polyamide beschränken, können wir den Aufbau von Fäden mit bestimmten Eigenschaften voraussehen, sobald wir unsere Kenntnisse von den physikalischen Eigenschaften der schon bekannten Polyamide anwenden.

Wenn man Textiltechnologen fragt, welche Eigenschaften sie von einem Faden verlangen, antworten viele, daß sie einen relativ undehnbaren Kern mit einer sehr dehnbaren Hülle vorziehen würden. Es sollte jetzt möglich sein, solche Fäden herzustellen. Die „Kern- und Hülle“-Methode eröffnet enorme Möglichkeiten für den Fabrikanten. Ein Kern, der grundsätzlich alle erforderlichen mechanischen Eigenschaften hat, und eine Hülle, die auf die Oberflächeneigenschaften zugeschnitten werden kann, sind einleuchtende Gedanken. Zum Beispiel könnte die Oberfläche so gewählt werden, daß sie mehr oder weniger gefärbt werden kann; daß sie mehr oder weniger Wasser aufnimmt; daß sie stromleitend oder isolierend ist; daß sie entweder steif (sodaß sie beim Strecken zerreißt) oder dehnbar und schmelzbar ist, sodaß sie an anderen Stoffen festklebt.

Es ist verlockend zu spekulieren, wo solche Produkte vorteilhaft verwendet werden können, und ich bin überzeugt, daß sich alle Garnfabrikanten damit beschäftigen. Bei jeglicher Form von Textilstrukturen, wo besseres Zusammenhängen von Garnen oder Fäden verlangt wird, muß es offensichtlich von Vorteil sein, eine schmelzbare Oberfläche verwenden zu können. Ein einfaches Hitzeverfahren erreicht diese Forderung. Man denkt sofort an Zwischenfutter für Kragen und Anzüge. Die alte Idee, Nähgarne anzufertigen, die durch einen einfachen Heißdruckprozeß mit dem Gewebe verschweißt werden und so die Naht schiebefest machen, könnte vielleicht wieder aufgenommen werden.

Nylon 11 und 12

Die physikalischen Eigenschaften dieser Polymere kann man

gut gemeinsam besprechen, weil sie kaum zu unterscheiden sind. Die Proportion von Amidgruppen zum Kohlenwasserstoffanteil ist in diesen Polymeren soviel kleiner, daß ihre physikalischen Eigenschaften zwischen den charakteristischen Eigenschaften von Nylon 66 und Polyäthylen liegen. Die Kraft-Dehnungs- und die elastischen Eigenschaften dieser Polyamide in Fadenform sind kaum von Nylon 6 oder Nylon 66 zu unterscheiden. Da ihre Schmelzpunkte ungefähr um 70°C niedriger liegen als bei Nylon 66, kann man sie weniger gut für Textilien gebrauchen, die Wärmebehandlung bei ihrer Herstellung verlangen. Ausnahmen sind solche Vorgänge, wo ein Schmelzen nötig ist, wie bei der Verwendung als Einlagestoff oder beim Stoffschweißen.

Ein Vorteil für einige Produkte ist die niedrige Feuchtigkeitsaufnahme, denn die mechanischen Eigenschaften sind praktisch dieselben, ob der Stoff nun trocken oder naß ist. Stoffe, die aus Nylon 11 oder 12 gemacht werden, sind leicht zu waschen und trocknen schnell. Sie könnten für die meisten Textilien gebraucht werden, eignen sich aber am besten für Damenunterwäsche und Herrensocken. Ihre Hauptverwendung liegt wohl mehr in der Plastikindustrie, weil man geformte Produkte und dicke Borsten daraus herstellen kann.

Polyamide, die bei hoher Temperatur stabil sind

Die Eigenschaften der Polyamide hängen sehr von der Art der chemischen Gruppen ab, die zwischen den NH-CO-Gruppen liegen. Das Ergebnis der Strukturänderung durch Einbau einer oder mehrerer Ringverbindungen, zum Beispiel von Benzolringen oder völlig hydrierten Ringen, wird augenblicklich ausgiebig studiert.

Polymere, die entweder einen Benzolring im Diamin oder in der Säure enthalten, wie MXD6 oder Nylon 6T, haben mechanische Eigenschaften, die den Polyestern ähnlich sind. Ihr Elastizitätsmodul ist groß und ihre zeitbedingte Verformung unter Spannung ist viel kleiner als die für Nylon 6 oder 66. Der Schmelzpunkt von MXD6 liegt bei 243°C (nicht so hoch wie erwartet) und der von 6T bei 270°C. Die Wärmebeständigkeit von 6T ist erheblich besser als die von Nylon 66 oder von den heutigen Polyestergeräten.

Um wirklich hohe Wärmebeständigkeit zu erzielen, ist es nötig, die Kohlenwasserstoffketten vollständig durch Benzolringe zu ersetzen. Das Polymere aus m-Phenylendiamin und Isophthalsäure ist von DuPont entwickelt worden und bildet den Grundstoff ihres "Nomex"-Garnes. Der hohe Schmelzpunkt (400°C), seine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit bei viel höheren Temperaturen als Nylon 6 oder 66 vertragen können, seine Bruchfestigkeit und Bruchdehnung (ähnlich wie die von Nylon 66), sein Elastizitätsmodul (fast das Vierfache von Nylon 66), machen es zu einem besonders geeigneten Material für die Textilindustrie, wo gute mechanische Eigenschaften bei hoher Temperatur nötig sind. Die Anwendungsmöglichkeiten sind unter anderem: Spezialkleidung für Industrie und Militär, Anzüge für Rennfahrer, Bügelbrett- und Heißmangelbezüge (für Industrie und Heim) und Stoffe zum Filtrieren von heißen Gasen.

Diskussion

Dr. Sprenkmann: Sie erwähnten die sehr günstigen elektrischen Eigenschaften von Nylon 6 und Nylon 66, die dazu führen, daß man dieses Material mittels Hochfrequenztechnik verschweißen kann. Wir haben solche Verschweißungen bei ungefähr 25 Megacycles durchgeführt. Dabei bemerkten wir, daß die Schweißnaht bei Nylon 66 einen spröderen Eindruck machte, obwohl es temperaturunempfindlicher ist als Nylon 6. Wir haben Folien gegeneinander oder auf Kunststoffpappe verschweißt. Stets ergab Nylon 66 gröbere Schweißnähte. Können Sie das erklären?

Dr. Puls: Vielleicht wird das durch den niedrigen Elastizitätsmodul verursacht. Beim Schmelzen hat man kein Garn, sondern eine Masse. Da Nylon 6 leichter verformbar ist, wird auch die Masse nicht so spröde sein.

Dr. Sprenkmann: Das wäre eine weitreichende Konsequenz, wenn man für Nylon 6, das in der Autoindustrie viel verwendet wird, eine Lanze brechen wollte.

Dir. Brandt: Die Gleichmäßigkeit von Nylon 66 ist bereits zufriedenstellend, nicht aber die Anfärbbarkeit. Wenn Nylon 66 vorher texturiert wurde, ziehen gewisse Farben schlechter auf. Es gibt noch keine Farbstoffe auf dem Markt, die hohen Echtheitsgrad und gutes Egalisiervermögen für Gewebe aus Nylon 66 haben. Strebt die Nylonindustrie danach, sich auf diesem Sektor zu vervollkommen? Oder leitet sie das Problem nur an die Farbstoffhersteller weiter?

Dr. Puls: Das Anfärben von Nylon wurde von mir absichtlich nicht behandelt, da es vor allem ein chemisches Problem ist. Auf diesem Gebiet laufen noch viele Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Dr. Gröbe: Es gibt drei Möglichkeiten, daß Ungleichmäßigkeiten in Faserquerschnitten zustandekommen:

- 1) Die Ungleichmäßigkeit der Schmelze hinsichtlich Temperatur und Strömungsprofil,
- 2) die Ungleichmäßigkeit der Düsen (Löcher, Länge, Querschnitt) und
- 3) die Ungleichmäßigkeit in der Abkühlung.

Welchen dieser drei Faktoren halten Sie für den wichtigsten?

Dr. Puls: Der Einfluß von Düsenlochdurchmesser und Düsenlänge ist am bedeutendsten. Die Temperaturkonstanz und die Abkühlung müßten leichter zu regulieren sein.

Dir. Dipl.Ing. Bürger: Verschiedene Firmen verbessern die schlechte Lichtbeständigkeit der Polyamide durch Stabilisierung und durch Veränderung der technologischen Parameter bei der Herstellung. Wie beurteilen Sie diese Entwicklung vom physikalischen Standpunkt aus?

Dr. Puls: Die Lichtbeständigkeit war vor zehn bis zwanzig Jahren eines der großen Probleme in der Forschung. Die Verbesserung ist so weit gelungen, daß man heute die Lichtbeständigkeit nicht mehr als großes Problem ansieht.

Dir. Dipl.Ing. Bürger: Ich denke an ein gleichwertiges Produkt im Gardinensektor, das der Polyesterseide entspricht.

Dr. Studt: Von Natur aus ist die Lichtstabilität von Polyester größer als die von Polyamid, trotz des Zusatzes von Stabilisatoren. Für den Einsatz als Gardinen ist auch eine andere physikalische Eigenschaft von größter Wichtigkeit, nämlich die Naßlängung, die bei Polyester 0 Prozent beträgt, bei Polyamid aber 1,5 bis 2 Prozent.

Dr. Thater: Wenn eine Meterware fertig hergestellt ist und dann unterschiedlichen Lagerbedingungen unterworfen wird, zum Beispiel trocken - warm oder feucht - kühl, dann kommt es zu einer Bewegung des Stoffes. Wenn inzwischen eine Teilkonfektion erfolgte, dann passen zum Beispiel wegen der unterschiedlichen Naßlängung die Kragen nicht mehr auf die Hemden. Kann man in diesem Fall Unterschiede zwischen Nylon 6 und Nylon 66 herausstellen?

Dr. Puls: Der Unterschied zwischen Nylon 6 und Nylon 66 ist in diesem Zusammenhang unbedeutend. Man könnte Nylon 11 verwenden, welches weniger wasserempfindlich ist, wofür man aber andere Eigenschaften in Kauf nehmen müßte.

Dr. Laub: Die Kraft-Dehnungsdiagramme der Fäden aus Nylon 6 und Nylon 66 unterscheiden sich vor ihrer Verarbeitung zu Strümpfen nicht, nachher aber sehr stark. Durch welche Verarbeitungsstufe wird dieser Unterschied Ihres Erachtens nach entwickelt?

Dr. Puls: Das stammt von der Heißfixierung und Naßbehandlung. Die Kraft-Dehnungslinie verschiebt sich zu niedrigerer Dehnung, und der Unterschied zwischen Nylon 6 und Nylon 66 wird dabei größer.

Dr. Laub: Liegt darin ein Vorteil für Nylon 6 gegenüber Nylon 66?

Dr. Puls: Das kommt auf Ihre Forderungen an. Ich bezog mich in meinem Vortrag auf die neuen Strumpfstrikarten, bei denen man einen niedrigeren Elastizitätsmodul braucht, um gute Biegsamkeit zu bekommen. Nylon 6 folgt leichter einer Verformung und ergibt einen weicheren Griff.

Prof. Dr. Köb: Sie haben viele Gründe für die Verwendung von Nylon 66 in Reifenkord angeführt. Woher kam dann Ihre Feststellung, daß im Jahre 1965 Nylon 6 eine steigende Tendenz zeigte? Es muß also doch einiges für Nylon 6 sprechen!

Dr. Puls: Das hat nicht physikalische, sondern ökonomische Gründe. Kleine, neugegründete Fabriken können sich leichter auf die Produktion von Nylon 6 einstellen. Die gegebenen Voraussagen wurden übrigens der Literatur entnommen.

Dr. Studt: Man soll keine Rangordnung zwischen Nylon 6 und Nylon 66 aufstellen, denn sie haben unterschiedliche Eigenschaften. Nylon 66 ist besser für die Herstellung von PKW-Reifen geeignet, Nylon 6 ist aber billiger. Die Weichheit und der niedrigere Elastizitätsmodul sind für Nylon 6 bei der Strumpfherstellung von Vorteil. Um den gleichen weichen Griff zu erzielen, müßte man bei Nylon 66 einen niedrigeren Titer verspinnen. Die hohe Schmelztemperatur von Nylon 66 bewirkt eine hohe Spinntemperatur. Dafür sind aber Spinnfarben schon schwerer zu erhalten. Für Nylon 6 dagegen gibt es eine große Spinnfarbenpalette.

Dir. Rybnicek: Zeigen Nylon 6 und Nylon 66 in der Verarbeitung zu Teppichen einen Unterschied in der Pillingneigung?

Dr. Puls: Mir ist kein Unterschied bekannt.

Dir. Rybnicek: Ist auf dem Teppichsektor ein Qualitätsunterschied zwischen Rundfaser und trilobaler Faser festzustellen?

Dr. Puls: Meines Wissens wurde das Kleeblattprofil auf dem Stapelfasersektor nicht viel gebraucht. Wir haben darüber keine eigenen Untersuchungsergebnisse.

Dr. Sprengmann: Der trilobale Querschnitt ist doch ganz entscheidend für die Verarbeitungseigenschaften der Artikel aus Nylon, die nach dem High-bulk-Verfahren hergestellt werden. Gerade Ihr Werk in Östringen dürfte darüber einige Erfahrungen besitzen!

Ing. Wallner: Normales Nylon besitzt eine Bruchdehnung von 15 bis 20 Prozent. Wird für den Einsatz als Fallschirmschnur diese hochfeste Type oder eine Mitteltype verwendet?

Dr. Puls: Bei den Fallschirmen kommt es nicht nur auf die Elastizität der Schnüre an, sondern auch auf ihre Verarbeitung und Konstruktion. Man erzeugt aber kein spezielles Garn dafür, die Auswahl an Garnen ist groß genug.

Ing. Wallner: Kann man beim Nylongarn durch Schrumpfung eine größere dynamische Festigkeit erreichen?

Dr. Puls: Man bekommt durch Schrumpfung eine größere Bruchdehnung, während die Bruchfestigkeit abnimmt.

Dr. Albrecht: Es liegt bei Stapelfasern mit rundem, bilobalem und trilobalem Querschnitt ein Unterschied im Pilling vor. Aber dieser läßt sich nur bei gleichem Spinnverfahren, sowie bei gleichem Titer und gleicher Stapellänge messen.

Dipl. Ing. Vogler: Ich habe gehört, daß, wenn man Polyamid einige Tage unverstreckt liegen läßt, die Fäden spröde werden und sich nicht mehr gut zu einem erfolgreichen Produkt verstrecken lassen. Gilt das auch heute noch? Oder sind die Fasern so verbessert, daß man sie längere Zeit liegen lassen kann?

Dr. Puls: Wenn man Garne längere Zeit ruhen läßt, reißen die Fäden bei der Verstreckung häufiger. Wenn man das unverstreckte Garn für Fangnetze verwendet, so ist es nur für den einmaligen Gebrauch bestimmt. Da ist es unwichtig, wenn einige Fäden reißen. An sich kann man es noch Jahrzehnte nach dem Verspinnen verstrecken, aber als Prozeß wird es nicht mehr ökonomisch sein, weil zuviele Fäden reißen.

Schulte: Kletterseile müssen 45 Prozent Dehnung besitzen, um einen Fall auffangen zu können. - Ich komme auf die Kraft-Dehnungsdiagramme der sogenannten Baumwolltypen von Nylon zurück. Welche Nylontype ist der Baumwolltype ähnlicher, um in Mischung mit jener erfolgreich eingesetzt werden zu können? - Wie nahe ist man dem D 7-Wert schon gekommen?

Dr. Puls: Die Elastizitätsmodule sollen sich so ähnlich wie möglich sein. Nylon wird so hoch wie möglich verstreckt, damit ein Elastizitätsmodul von 35 g/den/100 % bei Nylon 66 erreicht wird. Baumwolle liegt aber noch darüber. Über den D 7-Wert kann ich keine Zahlenangaben machen.

Dr. Heim: Bei den Baumwolltypen spielt die Festigkeit keine so große Rolle, man bemüht sich vielmehr, mit der Dehnung unter 30 Prozent zu kommen.

Dr. Albrecht: Wir wollen bei den Baumwollgarnen durch die Ausrichtung kompensieren, was an Festigkeit verloren ging. Sie können ohneweiters Mischungen von Baumwolle mit einem Anteil von 10 bis 20 Prozent Nylon verschiedener Konstitution herstellen. In Mischung 50/50 kommt das Kraft-Dehnungsverhalten des Nylon mehr zum Ausdruck. Wenn man genau weiß, was man will, kann man die richtige Type bezüglich Preis und Titer auswählen.

Dr. Barthel: Bei Auto-Sicherheitsgurten wird eine Bruchdehnung von 150 Prozent verlangt, um das Arbeitsaufnahmevermögen zu erhöhen.

Prof. Dr. Köb: Handelt es sich in diesem Fall um eine plastische Verformung? Oder ist es schon ein ausgereckter Zustand, bei dem Sie eine so große Dehnung haben?

Dr. Barthel: Es ist eine plastische Verformung, die vor allem bei dynamischer Belastung bei absolut konstanter Kraft erfolgt.

Dr. Herion: Der D 7-Wert der Baumwolle bezieht sich auf die ausgerüstete Baumwolle, und diese hat eine niedrigere Dehnung.

Dr. Schlimme von Brunswyk: Welche Nylontype gibt es, deren Übergangspunkt zweiter Ordnung über 100°C liegt? Erfolgt die Auslösung der Bauschigkeit von Bikomponentenfäden durch kochendes Wasser oder durch Dampf vor oder nach der Verarbeitung?

Dr. Puls: Die Übergangspunkte zweiter Ordnung jener Polyamide, die Ringstrukturen enthalten, liegen zumeist über 100°C. Die Übergangstemperatur zweiter Ordnung hängt unter anderem stark von der Feuchtigkeit ab. Bei Nylon 66 kann man Werte weit unter 50°C messen, wenn man den Feuchtigkeitsinhalt ändert. Bikomponentenfäden werden am besten in verarbeitetem Zustand heiß behandelt.

Lefferts: Bei Förderbändern aus Nylon leidet in feuchtem Zustand die Dimensionsstabilität, und sie laufen viel schlechter. Welche Nylontype zeigt in dieser Hinsicht Vorteile?

Dr. Puls: Das Wasseraufnahmevermögen und die Längenänderung von Nylon 6 und Nylon 66 sind nicht sehr verschieden. Es hängt wieder von der Konstruktion des Transportbandes ab.

Struktur und Eigenschaften von Viskosefasern

Direktor Dr. Hans A. Krässig

Anhand der Entwicklung während der letzten Jahrzehnte und im Vergleich mit derjenigen der Synthefasern wird die Weiterentwicklung der Zellulose regeneratfasern und ihre gegenwärtige Stellung aufgezeigt. Im Gegensatz zu früher können auch Zellulose regeneratfasern heute in einem weiten Spektrum textiler Eigenschaften erzeugt werden. Dies hat dazu geführt, daß die Zellulose regeneratfasern ihre Stellung weitgehend behaupten konnten und auch volumensmäßig stetig weiter wachsen.

Die Erklärung hierfür liegt in der Tatsache, daß man inzwischen gelernt hat, die Koagulations- und Regenerationsvorgänge zu beherrschen und so zu lenken, daß man die Morphologie, den Ordnungsgrad und die Orientierung der Bauelemente der Fasern je nach den gewünschten Eigenschaften in einem erweiterten Maße ändern kann.

Das Verständnis für diese Entwicklung gründet sich auf das Erkennen der Einwirkung verschiedener Prozeßvariablen auf die erwähnten Strukturmerkmale. Dies erfordert eine erweiterte Kenntnis über den Faseraufbau. Die Ausführungen zeigen daher die derzeitigen Kenntnisse über die Morphologie und die Feinstruktur von Zellulosefasern auf und begründen eine Modellvorstellung über den Faseraufbau.

Hierauf aufbauend werden die Methoden zur Charakterisierung von Fasern bezüglich ihrer morphologischen Struktur, des Ordnungsgrades und der Orientierung skizziert. Anhand von Beispielen wird der Einfluß dieser Faktoren auf die Fasereigenschaften dargelegt.

The development of the synthetic fibres during the last decades is being compared with the growth of the regenerated cellulose fibres. Today it is possible to manufacture cellulose fibres having a much broader spectrum of textile properties. This has strengthened the position of the cellulose fibres considerably and has assured their marketing position.

The explanation for this changed situation comes from the fact that it became known to alter in a wider range the morphology, the perfection of lateral order and of orientation in the fibres thus obtaining desired properties by better use of potential changes of the coagulation and regeneration conditions during spinning.

This development is based on a more detailed understanding of the effect of processing variables on fibre structure. The paper summarizes today's knowledge of fibre morphology and fine structure of cellulose fibres and suggest a model for the fibre architecture.

On the basis of this model the methods to characterize fibres with respect to their morphology, perfection of order and orientation are discussed. The effect of these characteristics on fibre properties is demonstrated by corresponding experiments.

Die Zellulose regeneratfasern sind bis heute die einzigen Chemiefasern, die in Österreich erzeugt werden. Weltweit gesehen, sind sie darüber hinaus auch heute immer noch der volumensmäßig größte einzelne Chemiefasertyp. Betrachtet man die Entwicklungskurve der Chemiefasern während der letzten beiden Jahrzehnte, so ist klar zu erkennen, daß die Synthefasern in stürmischer, dem wachsenden textilen Bedarf entsprechender Entwicklung begriffen sind (Abb. 1).

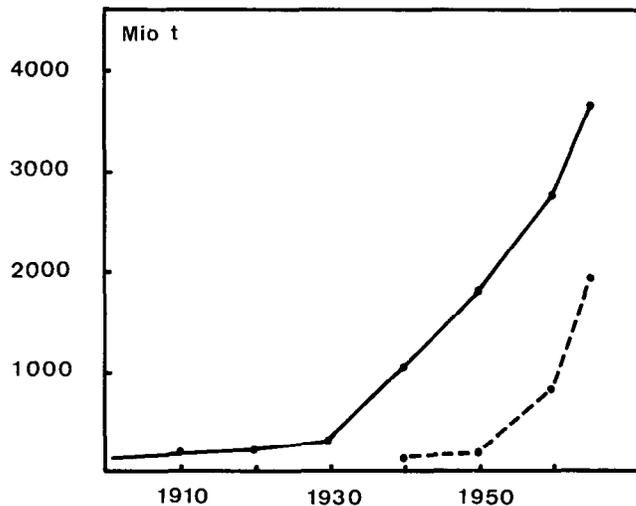


Abb. 1: Entwicklung der Zellulose regeneratfasern (—) und der Synthefasern (---)

Sie läßt aber ebenso deutlich klar werden, daß auch die Zellulose regeneratfasern stetig weiterwachsen. Vor zirka zehn bis fünfzehn Jahren wurde den Viskosefasern vorausgesagt, daß sie in naher Zukunft den Reifenkordsektor gänzlich an die Polyamidfasern verlieren würden. Trotz aller Verbesserungen, die der Nylonreifenkord seither erfahren hat, deckt der Viskosereifenkord auch heute noch den weitaus größten Teil des Bedarfs für die Reifenerstausrüstung neu erzeugter Kraftfahrzeuge. Auch auf dem textilen Sektor haben sich die Zellulosefasern in ihrer Gesamtheit nicht nur weitgehend gehalten, sondern haben sich - wie zum Beispiel auf dem Hemdenssektor - anscheinend verlorengehende Einsatzgebiete zurückerobert. Zum Teil war dies die direkte Folge verbesserter Ausrüstungsmethoden, zum anderen Teil - und dies speziell bezüglich der Zellulose regeneratfasern - das Ergebnis zielbewußter Entwicklungsarbeit zur Verbesserung der Grundeigenschaften dieser Fasern, wie es das in Abbildung 2 gezeigte Beispiel der Festigkeitsverbesserung von Viskosereifenkord zeigt.

Noch vor etwa zwanzig Jahren wurde es vielfach als naturgegeben angenommen, daß Zellulose regeneratfasern mit für die textile und technische Anwendung geeigneten Dehnungseigenschaften bezüglich ihrer mechanischen Festigkeit nicht mit den damals erstmals auftauchenden Polyamid- und Polyesterfasern konkurrieren könnten. Sicherlich wußte man seit L i l i e n f e l d , daß es prinzipiell möglich ist, Zellulose regeneratfasern mit Festigkeiten bis zu 10 Gramm pro Denier zu erzeugen. Diese Fasern zeigten jedoch Bruchdehnungswerte von 5 bis 8 Prozent und wiesen hohe Splittigkeit und geringe Abriebfestigkeit auf.

In den ersten Jahren des fünften Jahrzehnts änderte sich diese Situation durch die Beobachtung der Wirkungsweise gewisser Viskosezusatzmittel im Zusammenwirken mit Zinksalzen im Spinnbad grundlegend. In erster Linie sind diese Beobachtungen (C o x ¹) von der Du Pont de Nemours Corporation zu verdanken. Seither hat man gelernt, Zellulose-

Struktur und Eigenschaften von Viskosefasern

Direktor Dr. Hans A. Krässig

Anhand der Entwicklung während der letzten Jahrzehnte und im Vergleich mit derjenigen der Synthefasern wird die Weiterentwicklung der Zelluloseregeneratfasern und ihre gegenwärtige Stellung aufgezeigt. Im Gegensatz zu früher können auch Zelluloseregeneratfasern heute in einem weiten Spektrum textiler Eigenschaften erzeugt werden. Dies hat dazu geführt, daß die Zelluloseregeneratfasern ihre Stellung weitgehend behaupten konnten und auch volumensmäßig stetig weiter wachsen.

Die Erklärung hierfür liegt in der Tatsache, daß man inzwischen gelernt hat, die Koagulations- und Regenerationsvorgänge zu beherrschen und so zu lenken, daß man die Morphologie, den Ordnungsgrad und die Orientierung der Bauelemente der Fasern je nach den gewünschten Eigenschaften in einem erweiterten Maße ändern kann.

Das Verständnis für diese Entwicklung gründet sich auf das Erkennen der Einwirkung verschiedener Prozeßvariablen auf die erwähnten Strukturmerkmale. Dies erfordert eine erweiterte Kenntnis über den Faseraufbau. Die Ausführungen zeigen daher die derzeitigen Kenntnisse über die Morphologie und die Feinstruktur von Zellulosefasern auf und begründen eine Modellvorstellung über den Faseraufbau.

Hierauf aufbauend werden die Methoden zur Charakterisierung von Fasern bezüglich ihrer morphologischen Struktur, des Ordnungsgrades und der Orientierung skizziert. Anhand von Beispielen wird der Einfluß dieser Faktoren auf die Fasereigenschaften dargelegt.

The development of the synthetic fibres during the last decades is being compared with the growth of the regenerated cellulose fibres. Today it is possible to manufacture cellulose fibres having a much broader spectrum of textile properties. This has strengthened the position of the cellulose fibres considerably and has assured their marketing position.

The explanation for this changed situation comes from the fact that it became known to alter in a wider range the morphology, the perfection of lateral order and of orientation in the fibres thus obtaining desired properties by better use of potential changes of the coagulation and regeneration conditions during spinning.

This development is based on a more detailed understanding of the effect of processing variables on fibre structure. The paper summarizes today's knowledge of fibre morphology and fine structure of cellulose fibres and suggest a model for the fibre architecture.

On the basis of this model the methods to characterize fibres with respect to their morphology, perfection of order and orientation are discussed. The effect of these characteristics on fibre properties is demonstrated by corresponding experiments.

Die Zelluloseregeneratfasern sind bis heute die einzigen Chemiefasern, die in Österreich erzeugt werden. Weltweit gesehen, sind sie darüber hinaus auch heute immer noch der volumenmäßig größte einzelne Chemiefasertyp. Betrachtet man die Entwicklungskurve der Chemiefasern während der letzten beiden Jahrzehnte, so ist klar zu erkennen, daß die Synthefasern in stürmischer, dem wachsenden textilen Bedarf entsprechender Entwicklung begriffen sind (Abb. 1).

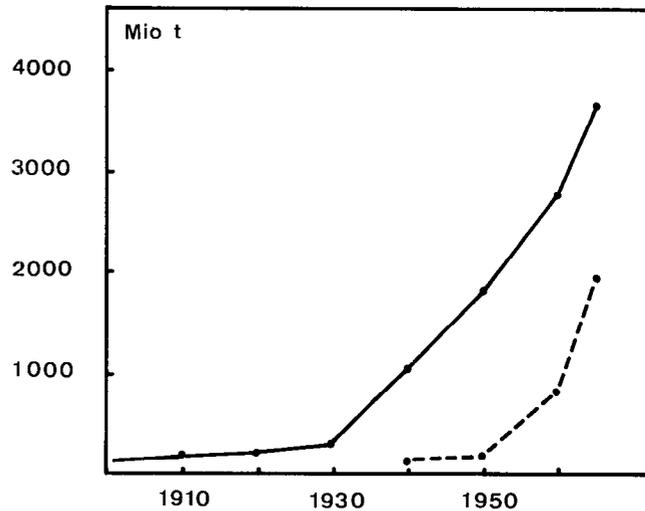


Abb. 1: Entwicklung der Zelluloseregeneratfasern (—) und der Synthefasern (---)

Sie läßt aber ebenso deutlich klar werden, daß auch die Zelluloseregeneratfasern stetig weiterwachsen. Vor zirka zehn bis fünfzehn Jahren wurde den Viskosefasern vorausgesagt, daß sie in naher Zukunft den Reifenkordsektor gänzlich an die Polyamidfasern verlieren würden. Trotz aller Verbesserungen, die der Nylonreifenkord seither erfahren hat, deckt der Viskosereifenkord auch heute noch den weitaus größten Teil des Bedarfs für die Reifenerstaussattung neu erzeugter Kraftfahrzeuge. Auch auf dem textilen Sektor haben sich die Zellulosefasern in ihrer Gesamtheit nicht nur weitgehend gehalten, sondern haben sich - wie zum Beispiel auf dem Hemdenssektor - anscheinend verlorengehende Einsatzgebiete zurückerobert. Zum Teil war dies die direkte Folge verbesserter Ausrüstungsmethoden, zum anderen Teil - und dies speziell bezüglich der Zelluloseregeneratfasern - das Ergebnis zielbewußter Entwicklungsarbeit zur Verbesserung der Grundeigenschaften dieser Fasern, wie es das in Abbildung 2 gezeigte Beispiel der Festigkeitsverbesserung von Viskosereifenkord zeigt.

Noch vor etwa zwanzig Jahren wurde es vielfach als naturgegeben angenommen, daß Zelluloseregeneratfasern mit für die textile und technische Anwendung geeigneten Dehnungseigenschaften bezüglich ihrer mechanischen Festigkeit nicht mit den damals erstmals auftauchenden Polyamid- und Polyesterfasern konkurrieren könnten. Sicherlich wußte man seit L i l i e n f e l d , daß es prinzipiell möglich ist, Zelluloseregeneratfasern mit Festigkeiten bis zu 10 Gramm pro Denier zu erzeugen. Diese Fasern zeigten jedoch Bruchdehnungswerte von 5 bis 8 Prozent und wiesen hohe Splittrigkeit und geringe Abriebfestigkeit auf.

In den ersten Jahren des fünften Jahrzehnts änderte sich diese Situation durch die Beobachtung der Wirkungsweise gewisser Viskosozusatzmittel im Zusammenwirken mit Zinksalzen im Spinnbad grundlegend. In erster Linie sind diese Beobachtungen C o x ¹⁾ von der Du Pont de Nemours Corporation zu verdanken. Seither hat man gelernt, Zellulose-

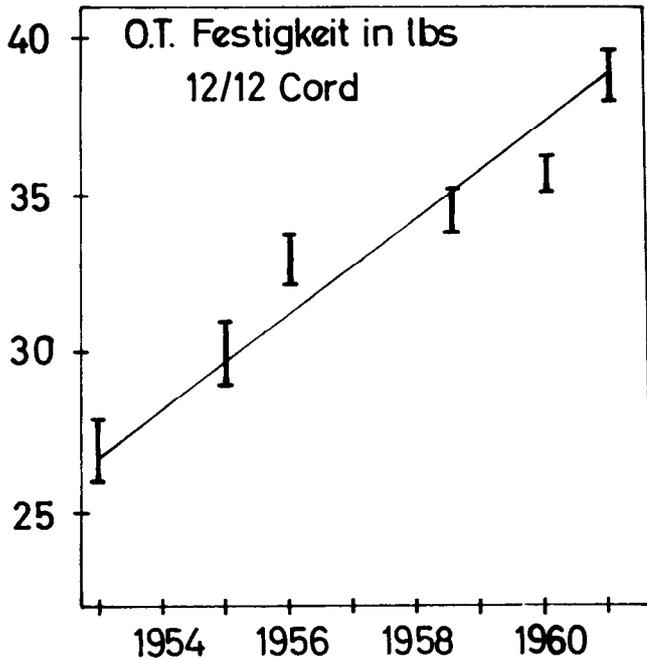


Abb. 2: Festigkeitsverbesserung von Viskosereifenkord seit 1953 (nach V. L. Vosters)

regeneratfasern durch bewußte Steuerung der Viskosecharakteristika, der Koagulations- und Regenerationsvorgänge mittels Viskosezusatzmitteln, Spinnbadzusammensetzung und Spinnbedingungen, sowie durch Variation der Verstreckung und Verstreckungsbedingungen, auf ihren Verwendungszweck zugeschnitten, mit bestimmten Eigenschaften auszustatten. Ein Großteil dieser Entwicklung wurde durch Praktiker auf rein empirischer Grundlage verwirklicht. Es erscheint uns jedoch interessant, da es sicherlich die Bemühungen um weitere Entwicklungen stimulieren wird, die Faktoren aufzuzeigen, die am Zustandekommen der verbesserten Eigenschaften mitwirken. Darüber hinaus sind die dabei gewonnenen Erkenntnisse nicht nur für das Verständnis der Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften von Zellulose regeneratfasern von Bedeutung, sondern weitgehend generell auch auf andere Chemiefasern übertragbar.

Morphologie und Feinstruktur von Zellulosefasern

Zunächst soll in einem kurzen Überblick das Wissen vermittelt werden, das es uns erlaubt, eine weitgehend gültige Modellvorstellung über die Bauprinzipien von Fasersubstraten, speziell derjenigen der Zellulose regeneratfasern, zu entwickeln. Überlegungen über die Beziehungen von Struktur und Eigenschaften können nur auf der Basis einer wohlfundierten Modellvorstellung angestellt werden.

Es ist heute allgemein anerkannt, daß Fasern bezüglich ihres strukturellen Aufbaues charakterisiert werden können durch:

- die molekulare Struktur und die Moleküllänge der die Faser aufbauenden linearen Makromoleküle,

- die feinstrukturelle Anordnung dieser Moleküle in Kristalliten und fibrillenförmigen Kristallitsträngen und

- die morphologische Anordnung dieser Fibrillenstränge zu dem Gebilde, das wir als Faser bezeichnen.

Die frühesten wissenschaftlichen Studien an Fasern betrachten diese vorwiegend von morphologischen Gesichtspunkten her. Der Ausgangspunkt für alle neueren Theorien über die Struktur von Fasern bildet die sogenannte „Mizellartheorie“, die der schweizerische Biologe N ä g e l i ²⁾ vor etwa hundert Jahren entwickelte. Wie in Abbildung 3 veranschaulicht, bestehen nach dieser Theorie die Fasern aus submikroskopisch kleinen kristallinen Teilchen - den „Mizellen“ -, die durch Einbettung in eine nicht näher definierte intermizellare Substanz zusammengehalten sind.

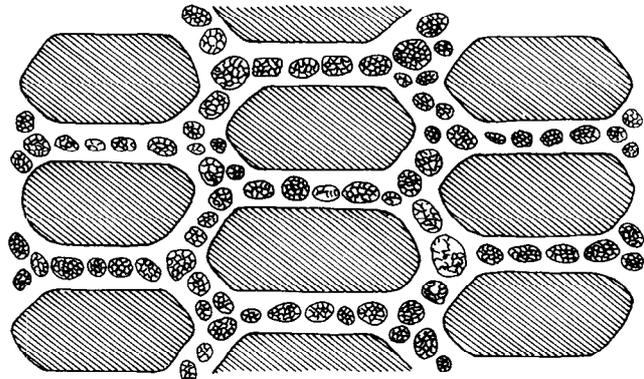


Abb. 3: Mizellarer Bau nach Nägeli und Schwendner

Nägelis Ansicht fand durch relativ früh durchgeführte Röntgenbeugungsuntersuchungen, die die Existenz definierter kristalliner Teilchen in Zellulosefasern erkennen ließen, weitere Bestätigung. In den späten Zwanzigerjahren berechneten H e n g s t e n b e r g und M a r k ³⁾ aus solchen Ergebnissen die Dimensionen der Mizellen in Baumwollfasern mit 600 Å in Länge und 50 Å in Dicke und für diejenigen in Viskosefasern mit 300 Å in Länge und 40 Å in Dicke. Auf Grund dieser Ergebnisse folgerten sie, daß die Kettenlänge der Zellulosemoleküle Sequenzen von 60 bis 120 Glukoseeinheiten entspräche. Diese Schlußfolgerungen veranlaßten M e y e r ⁴⁾ Anfang der Dreißigerjahre, das in Abbildung 4 gezeigte, für jene Zeit charakteristische Modell der Faserstruktur vorzuschlagen.

Eine vollständig neue Epoche wird im Laufe des zweiten Jahrzehnts dieses Jahrhunderts durch S t a u d i n g e r ⁵⁾ eingeleitet. Er vertritt gegen viele Widerstände unbeirrt die Ansicht, daß die die Zellulosefasern aufbauenden Moleküle - ebenso wie diejenigen des Kautschuks, der Stärke und anderer - bedeutend längere Kettenmoleküle sind. Durch seine berühmten Arbeiten über die polymeranaloge Hydrierung von Kautschuk, über Polyformaldehyde verschiedener Kettenlängen und ihr Kristallisationsverhalten, über das Visko-

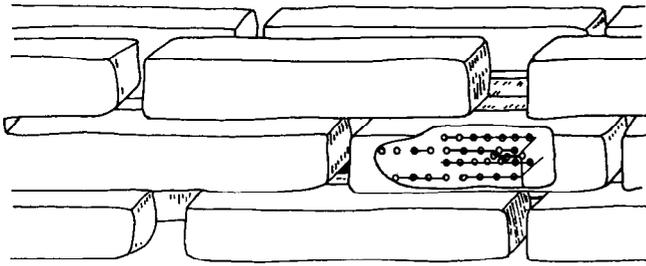


Abb. 4: Mizellarstruktur nach K. H. Meyer

sitätsverhalten dieser Körper in Lösungen gelingt es ihm schließlich, seine Auffassung zu beweisen. In der Bemühung, die bisherigen Modellvorstellungen mit der makromolekularen Natur der die Faserstoffe aufbauenden Moleküle zu vereinen, entsteht so in den frühen Dreißigerjahren die „Fransenmizelltheorie“.

In ihr sind die prinzipiellen Aspekte der beiden, ursprünglich sich widersprechenden Konzepte vereinigt. Gemäß dieser Theorie setzen sich die Fasern aus langen Kettenmolekülen zusammen, die kontinuierlich durch abwechselnde amorphe und kristalline Bereiche hindurchgehen, wobei die letzteren mit der „Mizelle“ von Nägeli identisch sind. Die für diese Epoche typischen Modelle der Faserstruktur betrachten die Faser als ein Zweiphasensystem, bestehend aus kristallinen Bereichen, die durch Molekülbrücken geringerer Ordnung miteinander verbunden sind. Abbildung 5 zeigt einige Beispiele solcher Modellvorstellungen.

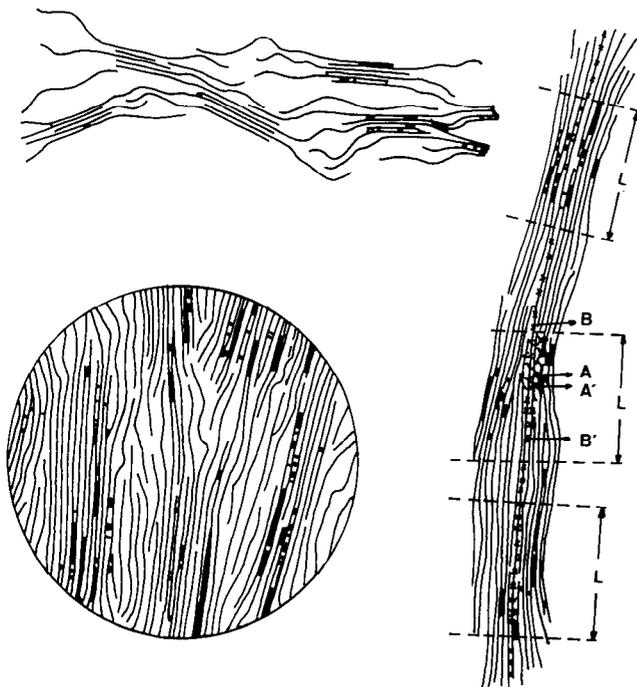


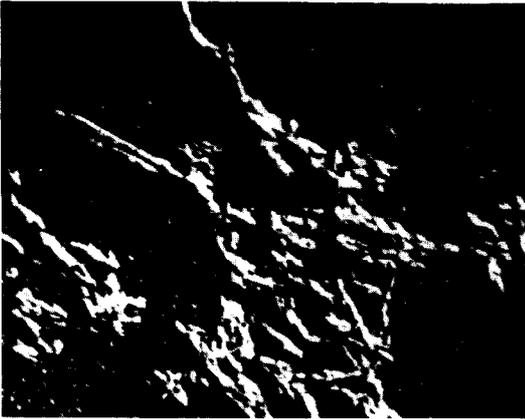
Abb. 5: Beispiele fransenmizellarer Strukturvorstellungen nach Meyer und van der Wyk⁶⁾ und Mark⁷⁾

Diese Anschauung erwies sich in der Folge für die Faserforschung als äußerst fruchtbar. Sie verband in idealer Weise die Erkenntnisse der sich neu entwickelnden makromolekularen Wissenschaft mit der durch Röntgenuntersuchungen und optischen Studien untermauerten Existenz geordneter und weniger geordneter Bereiche. Sie half mit, viele Faser-eigenschaften - wie die Unterschiede in der Dichte, in der Feuchtigkeitsaufnahme, in der Farbstoffaufnahme, in der Wirkungsweise chemischer Agenzien, sowie bezüglich der Effekte einwirkender mechanischer Kräfte - zu verstehen und zu interpretieren. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn die „Fransenmizelltheorie“ auch heute noch von vielen Faserforschern als fruchtbare Arbeitshypothese oft angewandt wird.

Als zu Beginn der Vierzigerjahre das Elektronenmikroskop verfügbar wurde, begann eine neue, dritte Periode der Faserforschung. Sie stellte erneut die morphologischen Aspekte des Faseraufbaues in den Vordergrund und zwang zu einer neuerlichen Anpassung, speziell hinsichtlich der feinstrukturellen Auffassungen. Die Elektronenmikroskopie ließ die Existenz diskreter morphologischer Einheiten - der Kristallite, der Elementarfibrillen und definierter Zusammenlagerungen von Elementarfibrillen - erkennen.

Die Existenz definierter morphologischer Einheiten in Zellulosefasern war bereits einige Zeit zuvor von Staudinger und seinen Mitarbeitern⁸⁾ angenommen worden. Sie versuchten die Beobachtung, daß native Zellulosefasern beim Abbau unterhalb eines durchschnittlichen Polymerisationsgrades von 100 bis 150 Glukoseeinheiten ihre Festigkeit weitgehend verlieren, durch die Annahme unterschiedlich langer morphologischer Faserbausteine zu erklären. Nicht lange danach gelang es Husemann und Carnap⁹⁾, Hock¹⁰⁾, Morehead¹¹⁾ und anderen die Existenz solcher Faserbausteine in natürlichen und regenerierten Zellulosefasern nach hydrolytischem Abbau und Ultraschallzerteilung elektronenmikroskopisch nachzuweisen. Die Länge dieser morphologischen Einheiten wurde in guter Übereinstimmung zu den eben erwähnten „Grenzpolymerisationsgraden“ mit 1200 bis 2500 Å für native Zellulosefasern und mit 650 bis 1000 Å für Zellulose regeneratfasern bestimmt. Zusammen mit Käppner¹²⁾ konnten wir durch elektronenmikroskopische Untersuchungen an Baumwollfasern und an Fortisan zusätzliches Belegmaterial für





brille als eine durchweg kristalline Phase. Andere Forscher suchten einen Kompromiß zwischen diesen beiden Auffassungen. Es spricht jedoch vieles für die sich auf Frey-Wyssling stützende Ansicht, die Elementarfibrillen als Kristallitbänder aufzufassen, in denen kristalline und amorphe Bereiche abwechseln. Diese Ansicht wurde erstmals von H e s s¹⁵⁾ formuliert und durch seine Langperiodenstudien mittels Röntgenkleinwinkelstreuung und Elektronenmikroskopie an mit Elementen hoher Elektronendichte markierten Faserproben belegt. Er fand Periodizitäten zugänglicherer Bereiche entlang der Fibrillen in regelmäßigen Abständen von 100 bis 400 Å. Diese Längenabmessungen und die an Elementarfibrillen gemessenen Dicken von 25 bis 100 Å stimmen mit den Maßen überein, die erstmals von R a n b y und R i b i¹⁶⁾ Ende der Vierzigerjahre an aus Holzzellulose mittels Säurehydrolyse erhaltenem „Mizellpulver“ elektronenmikroskopisch ermittelt worden waren. Zusammen mit Käppner haben wir mit einer ähnlichen Technik die Elementarfibrillen in Baumwolle und Fortisan aufbauenden Kristallite isoliert und ihre Dimensionen zu 60 Å in Dicke und 400 Å in Länge, bzw. 40 Å in Dicke und 200 Å in Länge, anhand elektronenmikroskopischer Aufnahmen bestimmt (Abb. 7).

Die Dickenabmessungen konnten wir überdies aus Röntgenweitwinkeluntersuchungen bestätigen, die wir nach einer von G j b n n e s, N o r m a n und V i e r v o l l¹⁷⁾ vorgeschlagenen Methode in die Einzelreflektionen auflösten.

Unser kurzer Überblick über unser heutiges Wissen über die Struktur von Zellulosefasern wäre unvollständig, würden wir nicht zu einer Frage Stellung nehmen, die heutzutage viel diskutiert wird. Während bis in die frühen Fünfzigerjahre allgemein angenommen wurde, daß in den Kristalliten linearer faserbildender Polymerer die Moleküle in gestreckter Form zusammengelagert sind, steht durch die im Jahre 1957 erstmals von K e l l e r¹⁸⁾ anhand von Ergebnissen an Polyäthylenkristallen postulierte Möglichkeit der Ketten-

die Existenz dieser Faserbausteine erbringen. Unsere Aufnahmen zeigten auf Grund verfeinerter Präparationstechnik und verbesserten Auflösungsvermögens des verwendeten Elektronenmikroskopes, daß diese morphologischen Einheiten Aggregate von Elementarfibrillen darstellen. Wir betrachten diese Zusammenlagerungen von Elementarfibrillen als die eigentlichen Bausteine der Zellulosefasern, die durch Molekularbereiche geringer Ordnung bzw. durch isolierte Elementarfibrillen untereinander verbunden und zusammengehalten sind. Die statistische Auswertung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen ergab, wie Abbildung 6 illustriert, für Baumwolle eine durchschnittliche Länge der morphologischen Einheiten von etwa 2000 Å und für Fortisan eine solche von etwa 800 Å.

Die Existenz der nächstkleineren morphologischen Einheit in Zellulosefasern, der Elementarfibrillen, wurde durch zahlreiche Wissenschaftler belegt. Ihre Entdeckung hat die Diskussion über die Struktur der kristallinen und amorphen Bereiche erneut gewandelt. F r e y - W y s s l i n g¹³⁾ wandte erstmals die „Fransenmizelltheorie“ auf den Aufbau der Elementarfibrillen an. M o r g a n¹⁴⁾ verließ im Gegensatz hierzu die Mizellarvorstellung ganz und betrachtete die Fi-

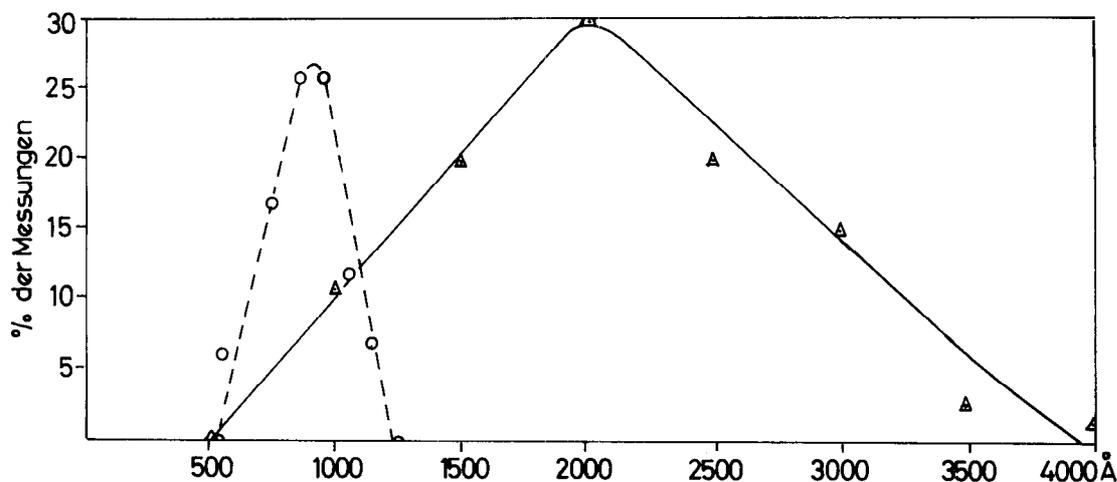


Abb. 6: Längenverteilung der morphologischen Einheiten in Baumwolle und Fortisan gemäß Auswertung elektronenmikroskopischer Untersuchungen an säurehydrolysierten und ultraschallzerteilten Proben¹²⁾

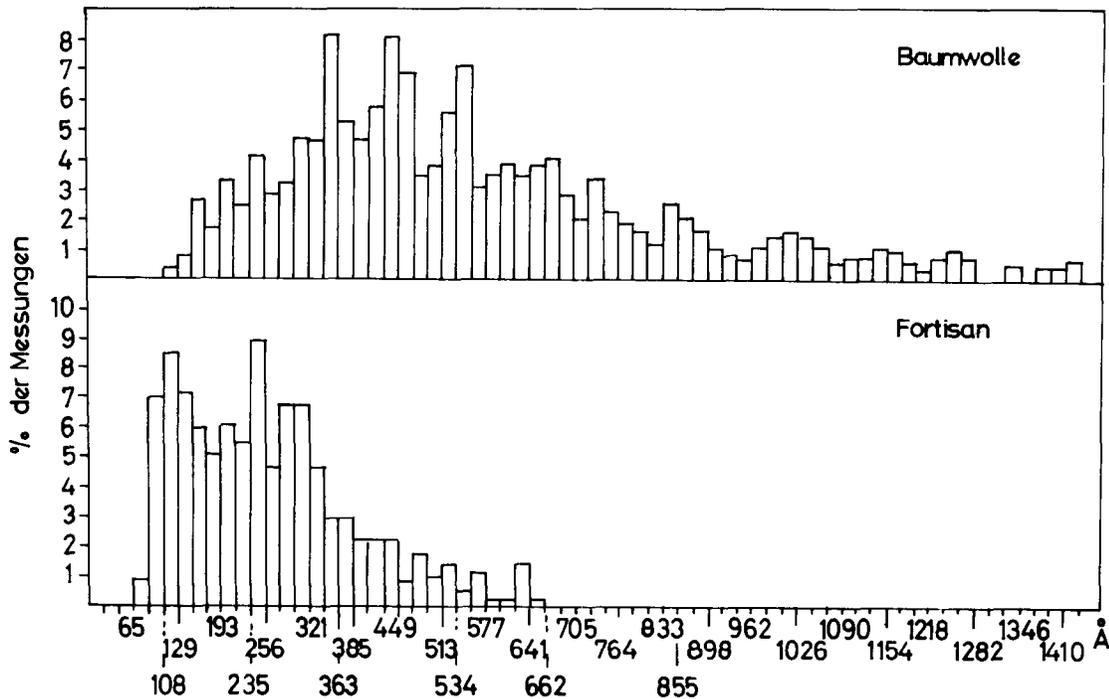


Abb. 7: Längenverteilung der Kristallite in Baumwolle und Fortisan gemäß Auswertung elektronenmikroskopischer Untersuchungen an längerdauernd säurehydrolysierten und ultraschallzerteilten Proben¹²⁾

faltung unter Diskussion. In neuerer Zeit haben mehrere Wissenschaftler zum Teil erfolgreich versucht, Kristalle von Zellosederivaten und von Zellulose zu züchten. Obwohl in den Arbeiten einiger Autoren ernstzunehmende Hinweise auf die Möglichkeit des Vorliegens gefalteter Ketten in unter sehr speziellen Kristallisationsbedingungen erzeugten Kristallen zu finden sind, scheint uns bis heute das vorliegende Material nicht überzeugend genug, um erprobte und anerkannte Ansichten über die molekulare Feinstruktur von Zellulosefasern zu ändern. In diesem Zusammenhang sei außerdem hervorgehoben, daß die elektronenmikroskopisch gemessenen Längendimensionen von Zellulosekristalliten aus nativen Zellulosefasern mit 400 bis 500 Å und aus regenerierten Zellulosefasern mit etwa 200 Å in guter Übereinstimmung mit den Polymerisationsgraden stehen, die mittels verschiedener Methoden an solchen Mizellpulvern gemessen wurden. Wir glauben, daß dieser Befund und die Ergebnisse aller bisher bekannten Röntgen- und Elektronendiffraktionsuntersuchungen an aus Zellulosefasern isolierten Kristalliten für eine lineare Anordnung der Moleküle sprechen.

Entwicklung einer Modellvorstellung über den Faseraufbau

Diese während der letzten vier Jahrzehnte gesammelten Befunde lassen sich zu dem in Abbildung 8 gezeigten Modell des Aufbaues von Zellulosefasern zusammenfassen.

Dieses 1960 mit K i t c h e n ¹⁹⁾ von uns vorgeschlagene

Modell des Faseraufbaues verbindet alle vorgehend geschilderten Erkenntnisse und erwies sich als Grundlage für unsere im weiteren Verlauf dieser Ausführungen geschilderten Überlegungen und Untersuchungen zum Problem der Beziehungen zwischen Faserstruktur und Eigenschaften.

Dieses Modell stellt den Faseraufbau in einer sehr vereinfachten Form als Netzwerk mehr oder weniger definierter morphologischer Einheiten dar. Diese sind aus der Zusammenlagerung von Elementarfibrillen entstanden, welche ihrerseits aus Kristalliten bestehen. Die Verbindungen zwischen diesen morphologischen Einheiten werden wahrscheinlich durch Moleküle oder Zusammenlagerungen solcher gegeben, die einen geringeren Ordnungsgrad und höhere Zugänglichkeit als jene haben. Die Existenz einiger fibrillärer Verbindungen zwischen den morphologischen Ein-

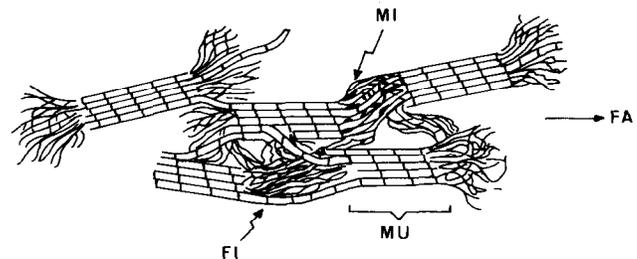


Abb. 8: Modell des Aufbaues von Zellulosefasern¹⁹⁾

heiten kann auf Grund der Tatsache angenommen werden, daß die letzten Reste mechanischer Festigkeit erst bei weit fortgeschrittenem Abbau verloren gehen.

Um die Terminologie des Faseraufbaues, in der es heute noch viele Mißverständnisse und Fehlinterpretationen gibt, klarzustellen, möchten wir betonen, daß wir den Ausdruck „Feinstruktur“ für die fransenmizellare Anordnung der Zellulosemoleküle in den Elementarfibrillen, den Begriff „Morphologie“ für die Anordnung der Fibrillen zu den die Fasern aufbauenden Einheiten höherer Ordnung, und den Begriff „Überstruktur“, bzw. englisch ausgedrückt „cross-morphology“, zur Beschreibung des laminaren Zellwandaufbaues nativer Fasern oder der Kern-Mantelstrukturen der Zellulose regeneratfasern gebrauchen. Gerade letztere sind, speziell bezüglich ihrer Entstehungsursachen und ihrer Strukturunterschiede, an sich sehr interessant. Wir können jedoch im Rahmen dieser Betrachtungen nicht näher darauf eingehen.

Struktur und Eigenschaften von Zellulosefasern

Anhand des vorhergehend diskutierten Fasermodells und auf Grund von Strukturuntersuchungen anderer Autoren und unserer eigenen Arbeiten wollen wir im folgenden das Potential und den praktischen Wert der Strukturcharakterisierung von Fasern aufzeigen. Natürlich muß diese Diskussion auf die Zwischenbeziehung der Struktur mit einigen wenigen grundlegenden Fasereigenschaften, wie zum Beispiel Reißfestigkeit und Dehnungsverhalten, beschränkt werden.

Von dem Fasermodell lassen sich folgende besonders grundlegende Charakterisierungsmerkmale ableiten:

- a) die Moleküllänge der die Faser aufbauenden Makromoleküle,
- b) die Größe der morphologischen Einheiten, die das Netzwerk der Faserstruktur aufbauen,
- c) der Orientierungsgrad der morphologischen Einheiten und der verbindenden Bereiche in bezug auf die Faserachse, sowie
- d) die Dichte und Einheitlichkeit der Packung der Struktureinheiten der Faser, die vielfach als „Kristallinität“ bezeichnet wird.

1. Der Einfluß der Molekülgröße und der Abmessungen morphologischer Bauelemente

Um den Einfluß der Moleküllänge der Zellulose auf die mechanischen Eigenschaften der Zellulosefasern zu verstehen, muß man nicht nur diese, sondern auch die Tatsache der Existenz definierter morphologischer Einheiten in die Überlegungen einbeziehen. Staudinger²⁰⁾ war es, der 1937 erstmals darauf hinwies, daß zwischen den Festigkeitseigenschaften und dem reziproken Wert des Polymerisationsgrades eine lineare Beziehung bestehe. Letzteren betrachtete Staudinger als Maß für die Zahl gebrochener Bindungen in einem Polymersystem. Diese Aussage wurde kurze Zeit später durch Flory²¹⁾ auf Grund einer entsprechenden

Analyse von Ergebnissen von Sookne und Harris²²⁾ dahingehend präzisiert, daß aus theoretischen Gründen der reziproke Wert des Zahlenmittels des Polymerisationsgrades in diese Beziehung eingeht.

Gemäß dieser Auffassung kann der Anteil an intakten Bindungen in einem Polymersystem mit einer durchweg gleichmäßigen Struktur durch

$$1 - \frac{1}{DP_n}$$

ausgedrückt werden. Das Vorliegen definierter morphologischer Bauelemente in Fasern ändert diesen Ausdruck in

$$\frac{1}{DP_L} - \frac{1}{DP_n}$$

wobei DP_L die mittlere Länge der Bauelemente, ausgedrückt in Glukose Grundeinheiten, bedeutet. Dieser Parameter sollte den Einfluß des Polymerisationsgrades auf die Eigenschaften in einer Serie von Faserproben verschiedenen Molekulargewichtes des sie aufbauenden Polymeren immer dann wiedergeben, wenn sie in ihren Strukturcharakteristika, wie zum Beispiel der Länge der morphologischen Einheiten, dem Orientierungsgrad und dem Ordnungsgrad, ansonsten übereinstimmen.

Cumberbirch und Harland²³⁾ haben von relativ einheitlichen Zellulose- und Zelluloseazetatfraktionen Fasern ersponnen, wobei sie durchwegs innerhalb der einzelnen Serien bei gleichen Spinnbedingungen verschiedene Verstreckungsverhältnisse anwandten. Da sie die erhaltene Faser mittels Doppelbrechung auf den Orientierungsgrad charakterisierten, konnten wir aus der Vielzahl ihrer Proben solche mit gleicher Orientierung und - nach unserer Erfahrung - sehr wahrscheinlich gleichem Ordnungsgrad auswählen. Stellt man diese gemäß oben geschildertem Konzept über den Einfluß des Molekulargewichtes auf die Festigkeit dar, so ergibt sich in ausgezeichneter Übereinstimmung das in Abbildung 9 gezeigte Bild.

In unserer eigenen experimentellen Arbeit, die wir vor allem mit unserem Mitarbeiter Kitchen¹⁹⁾ durchführten, haben

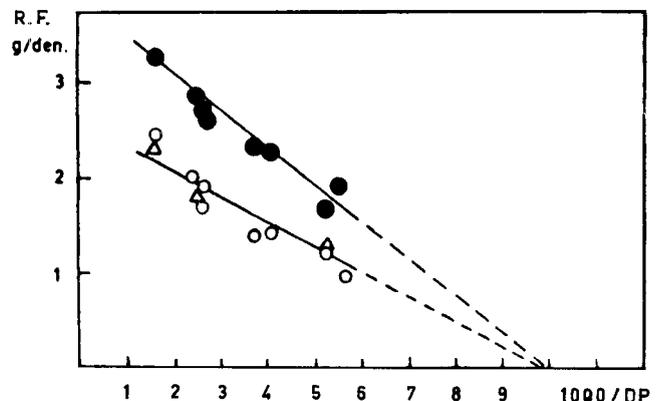


Abb. 9: Abhängigkeit der Trockenreißfestigkeit von Viskosefasern (●) und Azetatfasern (△), sowie der Naßfestigkeit von Viskosefasern (○) vom Polymerisationsgrad

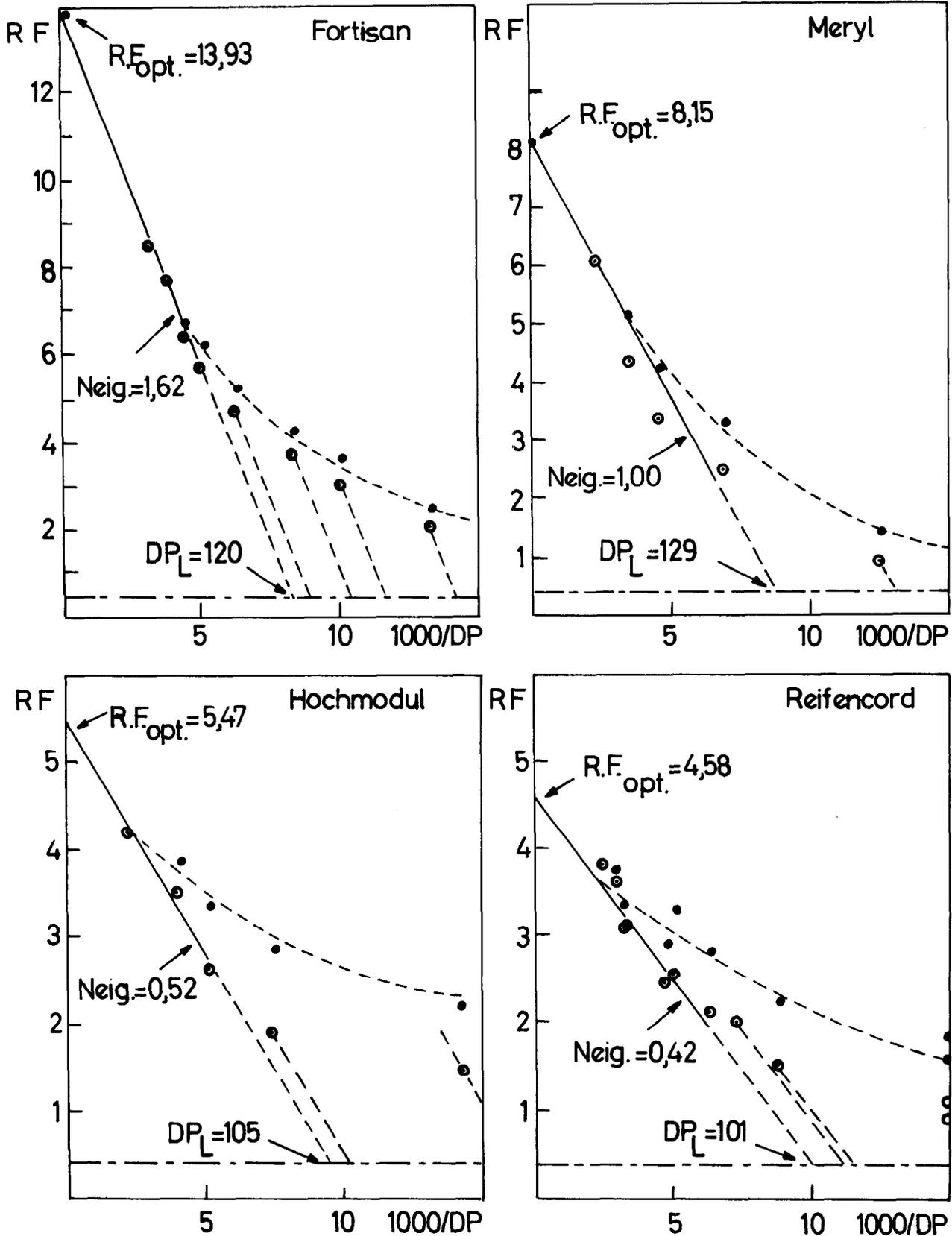


Abb. 10: Beziehung zwischen der Trockenfestigkeit von Zellulose-regeneratfasern und dem reziproken Wert des Durchschnittspolymerisationsgrades;

(●) = beobachtete Festigkeitswerte;
 (○) = für Strukturänderungen korrigierte Werte.

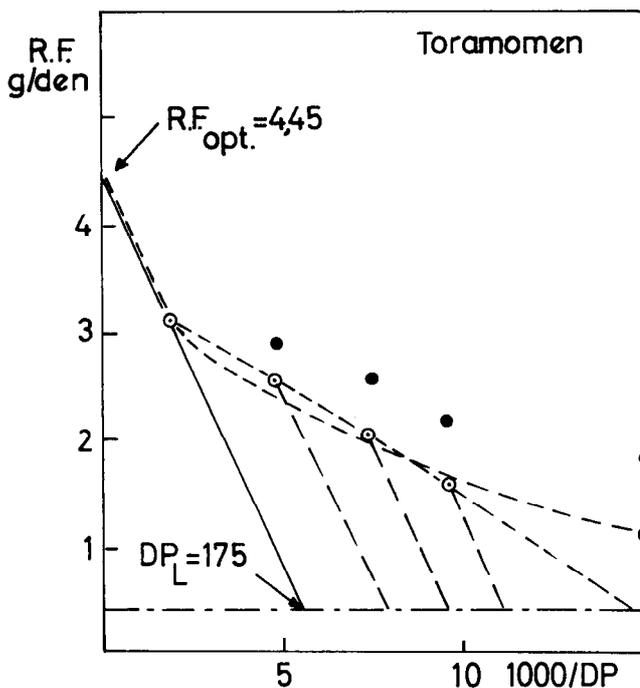
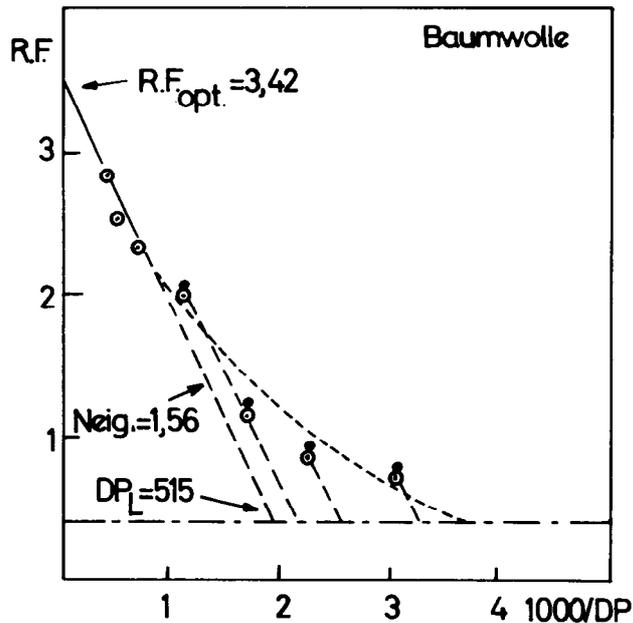
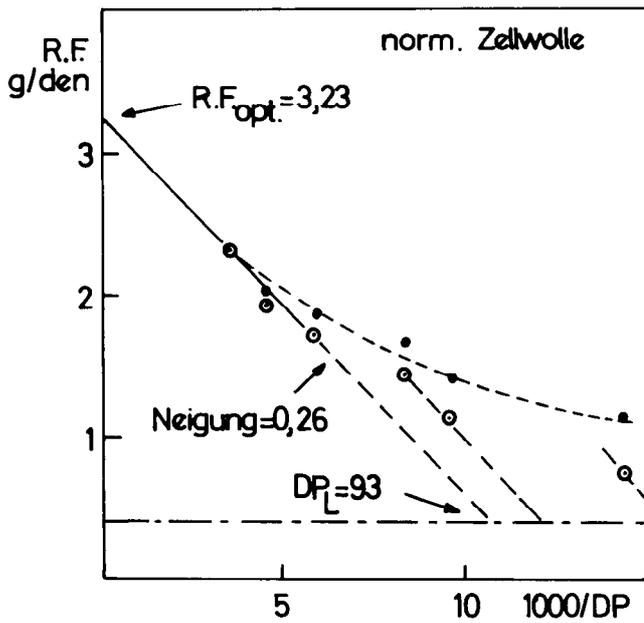


Abb. 10: Beziehung zwischen der Trockenfestigkeit von Zellulose-regeneratfasern und dem reziproken Wert des Durchschnittspolymerisationsgrades;

(●) = beobachtete Festigkeitswerte;
 (○) = für Strukturänderungen korrigierte Werte.

hier die Verhältnisse nicht so günstig. Die Röntgenuntersuchungen an den hydrolysierten Faserproben zeigten auf, daß der Molekülabbau von einer deutlichen Verbesserung des Kristallisationsgrades und der Orientierung begleitet ist. Die Veränderungen waren vom Orientierungs- und Ordnungsgrad der ursprünglichen Faser abhängig und wurden umso größer gefunden, je weniger perfekt die ursprünglich laterale Ordnung gewesen war. In den meisten Fällen waren die beobachteten Veränderungen jedoch derart groß, daß man sie nicht unberücksichtigt lassen konnte, wenn man aus den Ergebnissen Aussagen über den Einfluß der Molekülgröße auf die Fasereigenschaften machen wollte. Auf Grund von Kenntnissen über den Einfluß der Kristallinität und des Orientierungsgrades auf die Festigkeit, die wir durch noch zu schildernde Untersuchungen erwarben, konnten wir die beobachteten Festigkeitswerte entsprechend korrigieren. Die Darstellungen in Abbildung 10 zeigen das Ergebnis dieser Behandlung und die so erhaltenen Beziehungen zwischen dem reziproken Wert des Polymerisationsgrades und der Reißfestigkeit für Fortisan, Meryl, Hochnaßmodulfasern, Reifenkordfasern, normale Zellwolle, Baumwolle und poly-nosische Fasern.

Die Darstellungen lassen erkennen, daß bei Berücksichtigung der während des säurehydrolytischen Abbaues eintretenden strukturellen Veränderungen die Beziehung zwischen der Molekülgröße und der Faserfestigkeit dem von uns beschriebenen Konzept in den meisten Fällen nahekommt. Es liegen

wir den Einfluß des Molekulargewichtes auf die Festigkeitseigenschaften auch auf eine andere Weise demonstriert. An meist kommerziellen Zellulose-regeneratfasern wurde durch Säurehydrolyse die Molekülgröße der die Faser aufbauenden Zellulosemakromoleküle verändert, durch Viskositätsmessung das Ausmaß des Abbaues bestimmt und die Faserproben zusätzlich durch Röntgenuntersuchungen bezüglich ihres Ordnungs- und Orientierungsgrades charakterisiert. Um auf diese Weise den Einfluß der Länge der Zellulosemoleküle auf die mechanischen Eigenschaften zu bestimmen, wäre es wünschenswert gewesen, Bedingungen zur Änderung der Molekülgröße zu finden, unter denen sich nur jene, nicht aber die übrigen Strukturmerkmale ändern. Leider lagen

jedoch nicht alle Punkte auf einer gemeinsamen geraden Linie. Drei Faktoren dürften hierfür verantwortlich sein:

- a) das Vorliegen einer Längenverteilung in der Länge der morphologischen Einheiten,
- b) die Existenz fibrillärer, weniger zugänglicher Verknüpfungen zwischen den morphologischen Einheiten, die auch ausgedehntem hydrolytischem Angriff widerstehen, und
- c) merklicher topochemischer Abbau an der Oberfläche der morphologischen Einheiten oder Fibrillen, der die Messung der wirksamen Molekülgröße verfälscht.

Ein besonders herausfallendes Verhalten zeigt die Toramomenfaser. Der Verlust der Festigkeit mit abnehmendem durchschnittlichem Polymerisationsgrad ist viel kleiner, als man es auf Grund des Strukturzustandes dieser Faser erwarten sollte. Es scheint, daß gerade in diesem Falle die eben erwähnten Faktoren besonders zusammenspielen.

Für alle anderen Beispiele konnte einwandfrei die anfängliche Zerfallsrate der Festigkeit mit sinkender Moleküllänge ermittelt werden. Diese zeigte sich in Übereinstimmung mit dem zugrundegelegten Konzept als in linearer Beziehung stehend mit einem Strukturfaktor, gebildet aus dem Quadrat des „Orientierungsfaktors“ f_r und dem „Kristallinitätsindex“ CrI , wie Abbildung 11 zeigt. Hieraus ist es auch möglich, für Baumwolle den aus morphologischen Gründen schwer bestimmbareren Orientierungsgrad und für Toramomen die zugehörige Festigkeitsabfallsrate abzuleiten.

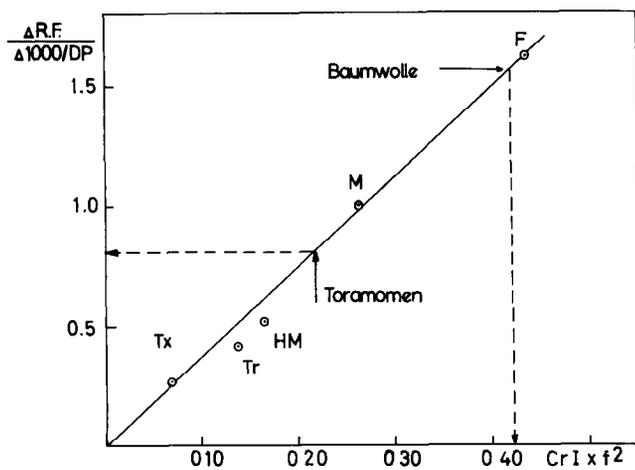


Abb. 11: Zusammenhang zwischen dem anfänglichen Festigkeitsabfall bei hydrolytischem Abbau und dem ursprünglichen Ordnungszustand der Fasern, das heißt ihrer Kristallinität und ihres Orientierungsgrades.

Durch Extrapolation der anfänglichen Festigkeitsabfallsrate in den Darstellungen der Abbildung 10 auf die Abszisse läßt sich für jede Faserart die wirksame mittlere Länge der morphologischen Einheiten, ausgedrückt in Glukosegrundeinheiten, ermitteln. In Tabelle 1 sind die so erhaltenen

Tabelle 1

Vergleich der nach unserer Säureabbauermethode ermittelten Längen morphologischer Einheiten mit den nach Sippel²⁴⁾ berechneten Abständen leichter spaltbarer Bindungen.

Fasertyp	DP _L nach Abbaumethode	DP-Abstand leichter spaltbarer Bindungen (LSB)	DP _L /LSB
Baumwolle	515	624	0,82
Fortisan	120	147	0,81
Meryl	127	173	0,74
Hochmodulfaser	111	98	1,13
Reifenkord	112	120	1,07
Toramomen	175	84	2,09
Textilreyon	93	119	0,78

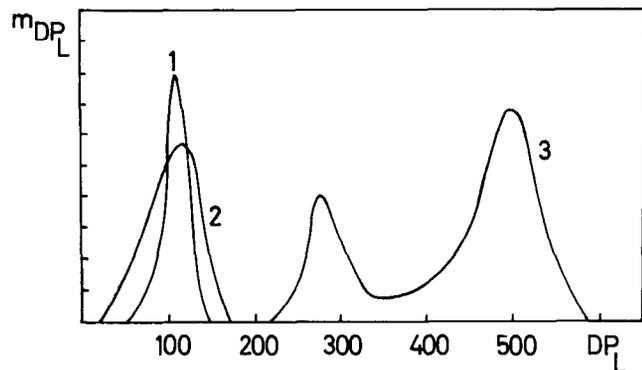


Abb. 12: Längenverteilungskurven der morphologischen Einheiten in Baumwolle³⁾, Toramomen²⁾ und Viskosereifenkord¹⁾

Werte den nach Sippel²⁴⁾ ermittelten „leichter spaltbaren Bindungen“ gegenübergestellt.

In allen untersuchten Fällen, mit Ausnahme der Toramomenfaser, wurde eine befriedigende relative Übereinstimmung der beiden Größen gefunden. Im Falle von Baumwolle und von Fortisan stimmen die so ermittelten Längendimensionen der morphologischen Einheiten größenordnungsmäßig mit denjenigen überein, die wir durch direkte elektronenmikroskopische Beobachtung bestimmten.

Durch eine Behandlung der Ergebnisse der Abbauserien und des beobachteten Festigkeitsabfalles analog der Auswertung von Molekularfraktionierungsdaten kann man zu Längenverteilungskurven der die Fasern aufbauenden morphologischen Einheiten gelangen, wie dies Abbildung 12 für Baumwolle, Viskosereifenkord und für die Toramomenfaser zeigt.

Nach diesem Ergebnis scheint die Toramomenfaser aus morphologischen Baueinheiten von sehr uneinheitlicher Länge aufgebaut zu sein. Demgegenüber zeigen alle anderen Zellulose regeneratfasern eine viel engere Längenverteilung der sie aufbauenden Faserbausteine.

Es sei kurz erwähnt, daß die hydrolytischen Abbaustudien auch das Ergebnis erbrachten, daß die anfänglich beobachtete Abbaugeschwindigkeit in zu erwartender Weise umgekehrt proportional zur Perfektion des Ordnungszustandes ist (Abb. 13).

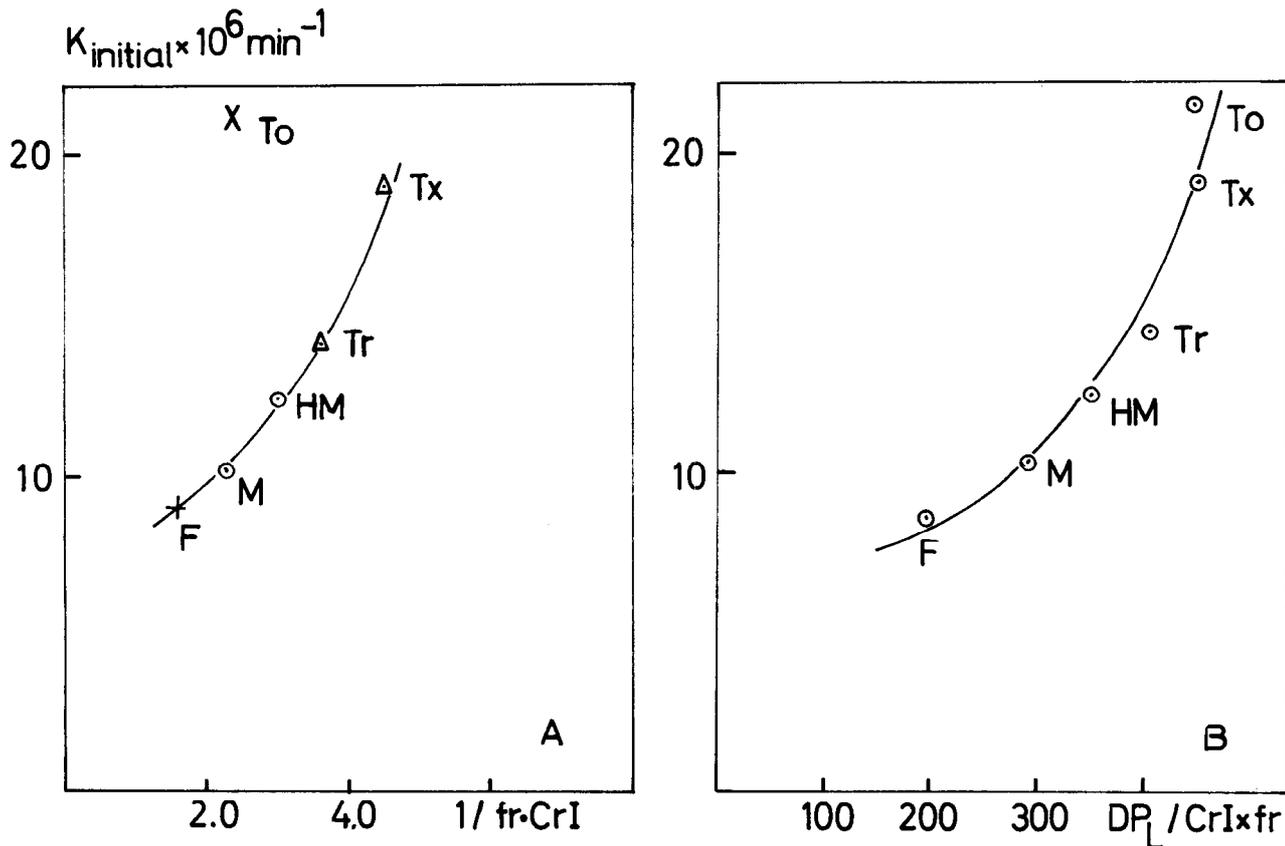


Abb. 13: Beziehungen zwischen der anfänglichen Reaktionsgeschwindigkeit des hydrolytischen Abbaues und Strukturdaten für Fortisan (F), Meryl (M), Hochnaßmodulfaser (HM), Viskosereifenkord (Tr), Zellwolle (Tx) und Toramomenfaser (To).

Auch hier tanzt die Toramomenfaser mit ihrer unerwartet hohen anfänglichen Abbaugeschwindigkeit eindrucksvoll aus der Reihe. Einfache geometrische Überlegungen lassen erwarten, daß lange morphologische Einheiten den Zugang des abbauenden Mediums erleichtern. In der Tat bringt die Eingliederung der Länge der morphologischen Einheiten in den Bezugsfaktor auch die Toramomenfaser in Übereinstimmung mit den übrigen Faserarten.

Wir möchten zum Abschluß unserer Betrachtungen über den Einfluß der Molekülgröße und der Länge der morphologischen Einheiten noch auf das Ergebnis einer neueren, von uns durchgeführten Untersuchung hinweisen. Es war interessant zu beobachten, daß der Festigkeitsabfall mit sinkendem Molekulargewicht sowohl für Baumwolle als auch für Zelluloseregeneratfasern im Falle des Abbaues mit hochenergetischen Strahlen wesentlich langsamer verläuft als beim heterogen-hydrolytischen Abbau, wie es Abbildung 14 aufzeigt.

Vergleichende Molekularfraktionierungen an Proben, die mittels beider Abbauarten in gleichem Umfang abgebaut waren, zeigten - wie in Abbildung 15 dargestellt -, daß die Ursache für diesen Unterschied in der Verschiedenheit des Abbaumechanismus zu suchen ist.

Die durch Säurehydrolyse abgebauten Proben zeigen eindeutige Anhäufungen von Fraktionen bestimmten Molekulargewichts, die Vielfache des Polymerisationsgrades von 400 bis 500 sind. Solche Molekularverteilungen sind, wie wir vor mehr als zehn Jahren bereits zeigten²⁵⁾, für Proben typisch, die einem bereichsbevorzugten Abbau unterlagen, das heißt, in denen sich der Abbau weitgehend auf die Verknüpfungen der morphologischen Einheiten der Fasern beschränkte. Im Gegensatz hierzu zeigen die strahlenabgebauten Proben eine gleichmäßige Molekularverteilung, was darauf hindeutet, daß der Abbau durch die geordneten und die überbrückenden weniger geordneten Bereiche hindurch statistisch und ohne Bevorzugung der letzteren erfolgte, wie dies beim Abbau in Lösung der Fall ist. Da jedoch gebrochene Bindungen in den kristallinen Bereichen durch die große Zahl der intermolekularen Zwischenkräfte, wie zum Beispiel durch Wasserstoffbrückenbindungen, ohneweiters ersetzt werden und ein Herausgleiten loser Moleküle aus dem Verband dadurch verhindert wird, wirken sich bei den strahlenabgebauten Baumwollfasern nur die Kettenbrüche in den überbrückenden weniger geordneten Bereichen in Form eines Festigkeitsverlustes aus. Unsere Auswertung ergab, daß nur etwa ein Drittel der durch die Bestrahlung gebrochenen Bindungen in dieser Beziehung wirksam ist,

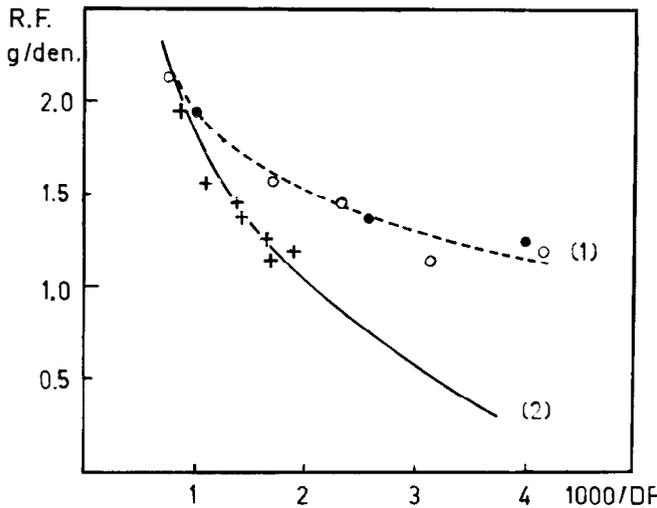


Abb. 14: Der Festigkeitsabfall von Baumwollfasern im Verlauf des durch Bestrahlung hervorgerufenen Abbaues¹⁾ im Vergleich zu demjenigen bei der heterogenen Hydrolyse²⁾. (Die mit + markierten Punkte stellen die Situation dar, die sich ergibt, wenn man annimmt, daß nur ein Drittel der bei der Bestrahlung entstehenden Kettenbrüche für den Festigkeitsabfall verantwortlich sind.)

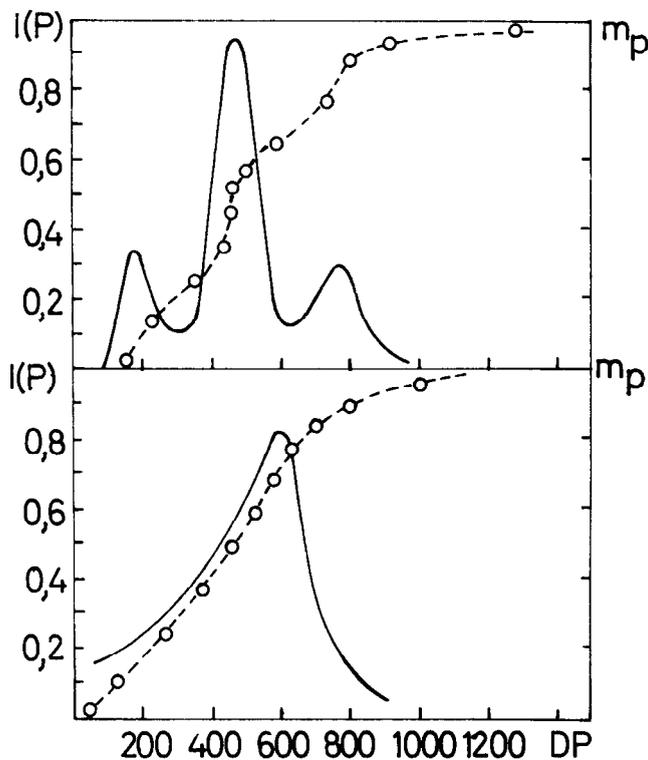


Abb. 15: Vergleich der Molekularverteilungen von Baumwollfasern, die in gleichem Ausmaß durch heterogene Hydrolyse (oben) und durch Bestrahlung mit γ -Strahlen (unten) abgebaut wurden.

wie wir dies in Abbildung 15 andeuteten. So betrachtet, sind die Ergebnisse eine bemerkenswerte Stütze für die Gültigkeit der früher diskutierten Modellvorstellung und des Konzeptes über den Einfluß der Molekülgröße und der Länge der morphologischen Baueinheiten der Faser.

2. Der Einfluß des Orientierungsgrades

Quantitative Betrachtungen über den Einfluß des Orientierungsgrades der Zellulosemoleküle bzw. der morphologischen Einheiten auf die Festigkeit, die Dehnung, das Quellvermögen, die Färbbarkeit und andere Eigenschaften von Zellulosefasern wurden in der Vergangenheit durch eine große Zahl von Wissenschaftlern angestellt. Gestützt auf Röntgenuntersuchungen haben Berkeley und Mitarbeiter²⁶⁾, sowie Sisson²⁷⁾ bereits in den späten Dreißigerjahren auf die nahezu lineare Beziehung zwischen Orientierungsgrad und Reißfestigkeit hingewiesen. Etwas später zeigte Ingersoll²⁸⁾ auf, daß eindeutige Beziehungen sich auch bezüglich des Dehnungsverhaltens und der Orientierung feststellen lassen. Er bestätigte die lineare Beziehung zwischen Reißfestigkeit und Orientierungsgrad und stellte heraus, daß die Dehnung mit steigendem Orientierungsgrad hyperbolisch zunimmt. Ingersoll erkannte auch bereits, daß andere Fasercharakteristika diese Eigenschaften auch beeinflussen. So resultiert durch die Verwendung von zinkhaltigen Koagulationsbädern bei Erspinnung von Viskosefasern höhere Festigkeit und Dehnung beim gleichen Orientierungsgrad, als sie für Fasern üblich sind, die ohne Zink im Spinnbad ersponnen wurden. Er führt dies auf Unterschiede in der Verteilung der Ordnungsgrade innerhalb der Faser zurück und nimmt an, daß eine gleichmäßigere Verteilung bessere Eigenschaften ergäbe. Suleimanova und Kargin²⁹⁾, sowie Tanzawa³⁰⁾ führen die Unterschiede in der Verformbarkeit und Dehnbarkeit verschiedener Zellulose regeneratfasern auf Unterschiede in der Orientierung, in der Packungsdichte der Zellulosemoleküle und in der Netzwerkstruktur des amorphen Teiles der Fasern zurück.

In unseren Untersuchungen mit Kitchen¹⁹⁾ führten wir eine ausgedehnte Studie über den Einfluß verschiedener Verstreckung und der dabei erreichten Orientierungsgrade auf die Trocken- und Naßfestigkeit und die Bruchdehnung von Viskosefasern aus, die nach verschiedenen Prozessen ersponnen wurden. Zur Bestimmung des Orientierungsgrades verwendeten wir die Azimutalvermessung der Weitwinkelstrebögen der A_0 - und A_3 -Reflexionen gut orientierter Faserbündel. Die Auswertung auf den „Orientierungsfaktor“ f_r nahmen wir gemäß einem Vorschlag von Hermans und Weidinger³¹⁾ vor.

Die Ergebnisse zeigten, daß die Anwendung verschieden großer Verstreckung auf ein in einem gegebenen Spinnbad entstandenes Gelfaserbündel nur den Orientierungsgrad verändert, wie die Werte in Tabelle 2 zeigen.

Der Ordnungs- oder Kristallinitätsgrad der Fasern wird ebenso wie die Länge der morphologischen Einheiten (DP_L) durch die Koagulationskraft und das Regenerationsvermögen des Spinnbades und die verwendete Viskosespinnlösung

Tabelle 2

Ergebnisse der Struktur- und Eigenschaftscharakterisierung von bei verschiedener Verstreckung nach einem Reifenkordverfahren und dem Toramomenverfahren ersponnenen Proben.

Probe	DP	DP _L	CrI	f _r	T.S. kond. g/den	T.S. naß g/den	Prozent Dehnung kond.
Reifenkordserien:							
20%	445	76	0,59	0,29	2,47	1,30	12,2
40%	450	84	0,59	0,37	3,17	2,58	15,5
60%	440	76	0,59	0,43	4,73	2,42	14,4
80%	445	73	0,59	0,46	5,51	3,53	12,5
95%	435	71	0,59	0,41	4,93	3,10	13,5
Toramomenserien:							
20%	560	166	0,72	0,47	2,85	1,84	9,4
40%	560	172	0,72	0,50	3,04	1,88	8,0
70%	560	170	0,74	0,54	3,63	2,67	6,0
110%	560	198	0,74	0,62	3,84	3,15	6,1

bestimmt und festgelegt. Durch die Verstreckung wird daran nichts mehr geändert. Diese Verhältnisse erlauben es, den Einfluß der Orientierung auf die Eigenschaften einwandfrei zu bestimmen.

In Abbildung 16, die der früher erwähnten gemeinsamen Arbeit mit Kitchen¹⁹⁾ entstammt, ist der Einfluß verschiedenen Verstreckungsgrades auf die Entwicklung des Orientierungsgrades (f_r) im Verlauf des Erspinnens eines Viskosereifenkords und einer Toramomenfaser gezeigt.

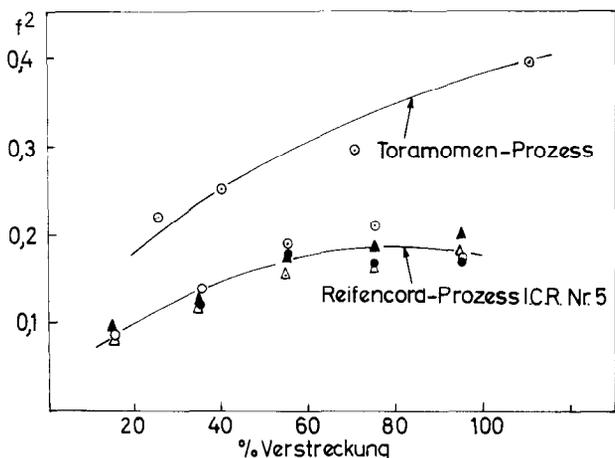


Abb. 16: Entwicklung der Orientierung (f_r) mit zunehmender Verstreckung während des Erspinnens eines Viskosereifenkords bzw. einer Toramomenfaser.

Es ist interessant zu beobachten, wie unterschiedlich die verschiedenen Gelfaserbündel auf die verstreckenden Kräfte ansprechen. Wir führen das bemerkenswert bessere Ansprechen der unter Toramomenkoagulations- und regenerationsbedingungen entstandenen Gelfasern darauf zurück, daß bei der niedrigen Salz- und Säurekonzentration des Spinnbades der Gelfaden in mehr fibrillärer und daher weniger verwirrter Form anfällt.

Der Einfluß des Orientierungsgrades, ausgedrückt durch den Orientierungsfaktor f_r, auf die Trockenreißfestigkeit läßt sich als lineare Beziehung zum Quadrat dieses Faktors darstellen. Dies illustriert Abbildung 17.

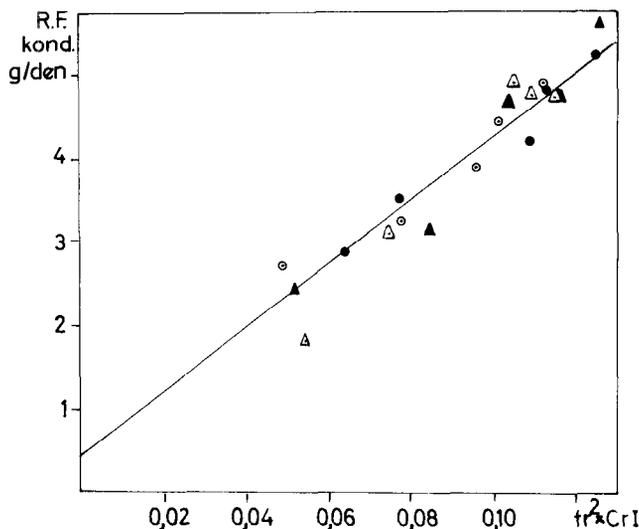


Abb. 17: Beziehung zwischen Orientierungsgrad (f_r) und Trockenreißfestigkeit von Viskosefasern, die bei verschiedenem Verstreckungsverhältnis ersponnen wurden.

Eine ähnliche lineare Beziehung von gleich hoher statistischer Wahrscheinlichkeit wurde zwischen f_r^{2,5} und der Naßreißfestigkeit von in der Herstellung verschieden stark verstreckten Fasern gefunden (Abb. 18).

Die Verwendung der Exponenten 2,0 und 2,5 für den Orientierungsfaktor f_r war uns dadurch nahegelegt worden, daß eine realistische Beziehung zwischen Orientierungsgrad und Festigkeit auch für ein völlig ungeordnetes Substrat eine

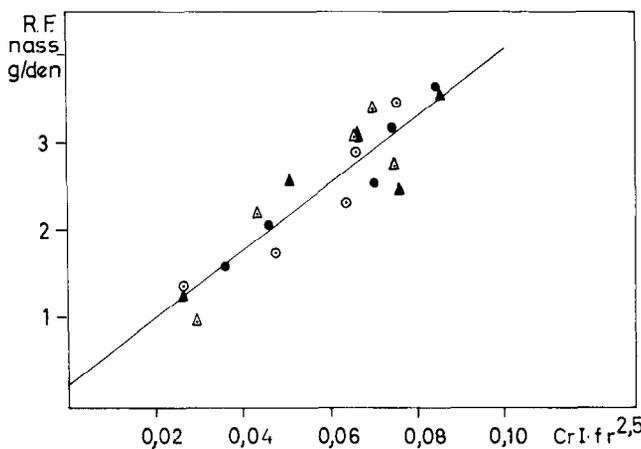


Abb. 18: Beziehung zwischen Orientierungsgrad (f_r) und der Naßreißfestigkeit von Viskosefasern, die bei verschiedenem Verstreckungsverhältnis ersponnen wurden.

endliche Festigkeit ergeben muß, was erst mit diesen Hochzahlen eintrat.

In der Behandlung der Beziehung zwischen dem Orientierungsgrad und der Bruchdehnung konditionierter und nasser Zellulosefasern beschränkten wir uns der Einfachheit halber auf die Betrachtung der sogenannten „DurchschnittsstEIFheit“, die sich aus dem Verhältnis der Bruchdehnung in Prozenten und der Reißfestigkeit ergibt.

Die theoretische Dehnbarkeit eines Systems, in welchem individuelle stabförmige Bauelemente um einen durchschnittlichen Winkel α von einer gemeinsamen, mit der Zugrichtung übereinstimmenden Achse abweichen, läßt sich durch den Ausdruck

$$\frac{(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha}$$

ausdrücken. Dieser Ausdruck vernachlässigt zwar den Einfluß sterischer Behinderung der einzelnen Bauelemente. Da die Quadratwurzel des Orientierungsfaktors f_r sich im Bereich des Interesses in Annäherung sich ähnlich ändert wie der $\cos \alpha$, zogen wir diesen Parameter für unsere diesbezüglichen Betrachtungen heran und benutzten den Ausdruck

$$\frac{(1 - f_r^{0,5})}{f_r^{0,5}}$$

Es zeigte sich in der Tat, daß die DurchschnittsstEIFheit unserer bei verschiedener Verstreckung hergestellten verschiedenartigen Viskosefasern zum Quadrat dieses Ausdrucks in linearer Beziehung steht, wie aus Abbildung 19 hervorgeht.

Wenn man bei nassen Viskosefasern dem üblichen Rück-

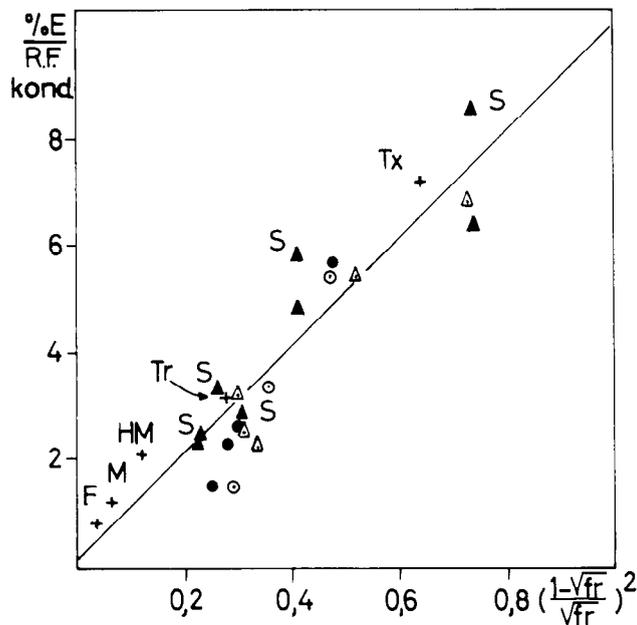


Abb. 19: Beziehung zwischen Orientierungsgrad (f_r) und DurchschnittsstEIFheit von Viskosefasern im konditionierten Zustand. Die Fasern waren bei verschiedenem Verstreckungsverhältnis ersponnen worden. Die mit Buchstaben bezeichneten Punkte betreffen kommerzielle Fasern analog Abbildung 13.

gang der Reißfestigkeit im obigen Ausdruck dadurch Rechnung trägt, daß man diesen mit $1/f_r$ multipliziert, ergibt sich für den so resultierenden Ausdruck

$$\frac{(1 - f_r^{0,5})^2}{f_r^2}$$

eine ebensogut fundierte lineare Beziehung zur DurchschnittsstEIFheit der nassen Faserproben (Abb. 20).

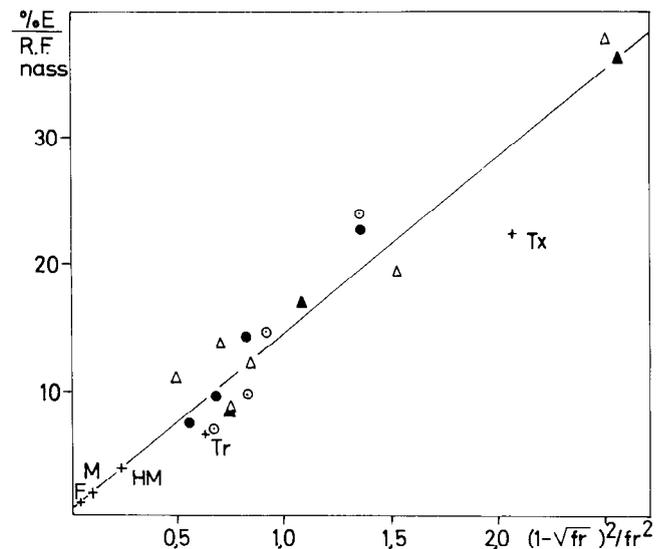


Abb. 20: Beziehung zwischen Orientierungsgrad (f_r) und DurchschnittsstEIFheit von Viskosefasern im nassen Zustand (vergleiche auch Text zu Abbildung 19).

3. Der Einfluß des Ordnungs- bzw. Kristallinitätsgrades

Der Einfluß des Ordnungsgrades bzw. der Kristallinität auf die Eigenschaften von Fasern konnte bisher nur qualitativ angenommen werden. Schon vor mehr als zehn Jahren wurde von Mark³² darauf hingewiesen, daß es schwierig ist, quantitative Daten über den Einfluß der Kristallinität auf die Eigenschaften zu erhalten, da es praktisch unmöglich wäre, denselben von den Einflüssen unterschiedlicher Orientierung und unterschiedlicher morphologischer Struktur zu trennen. Hinzukommt, daß die Einflüsse jener Faktoren auf die physikalischen Eigenschaften von Fasern weitaus ausgeprägter sind als derjenige unterschiedlicher Kristallinität. Außerdem ist es fast unmöglich, Fasern übereinstimmender morphologischer Charakteristika und Orientierung zu erzeugen, die bezüglich ihrer Kristallinität in genügend weiten Grenzen variieren.

Aus unseren zahlreichen, an einer Vielfalt von Regeneratzellulosefasern bestimmten Daten war es uns möglich, zum Teil unter Anwendung unserer Kenntnis über den Einfluß der Orientierung, der Molekülgröße und der Länge der morphologischen Baueinheiten, den Einfluß der Kristallinität auf die Festigkeitseigenschaften quantitativ zu bemessen.

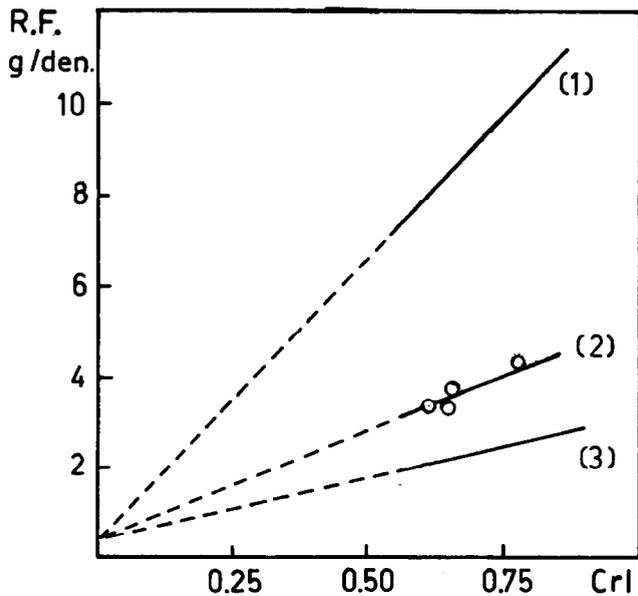


Abb. 21: Einfluß der Kristallinität (CrI) auf die Reißfestigkeit konditionierter Viskosefasern mit hoher (1), mittlerer (2) und geringer (3) Orientierung ($f_r = 0,71, 0,44$ bzw. $0,30$).

Abbildung 21 illustriert, daß für hochorientierte Fasern die Änderung des Ordnungsgrades in absoluter Festigkeitsveränderung sehr viel mehr bedeutet als für Fasern geringer Orientierung. In allen Fällen wurde aber ein linearer Zusammenhang zwischen Festigkeit und Kristallinität festgestellt. Die Analyse unserer Daten ergab ferner, daß der Einfluß der Kristallinität auf das Dehnungsverhalten nur gering ist. Im allgemeinen bestätigen unsere Beobachtungen die quantitativen Feststellungen, die von Tyler und Wooding³³⁾, von Ward³⁴⁾ und von anderen Beobachtern gemacht worden sind.

Schlußfolgerungen

Wir haben diese Erkenntnisse auf eine große Anzahl von selbst hergestellten Versuchsfasern und von kommerziellen Zellulose regeneratfasern verschiedener Art angewandt. Diese wurden durch Bestimmung des durchschnittlichen Polymerisationsgrades, sowie durch Röntgenuntersuchungen hinsichtlich Orientierungs- und Ordnungsgrad charakterisiert. Die Ergebnisse dieser Charakterisierung und ihre Inbeziehungsetzung zu den ebenfalls bestimmten physikalischen Eigenschaften sind in Tabelle 3 für die wichtigsten Zellulose regeneratfasertypen aufgezeigt. Diese Tabelle gibt auch einen eindrucksvollen Überblick über die breiten Variationsmöglichkeiten, die den Erzeugern von Zellulosefasern heute verfügbar sind, um Fasern zu erhalten, deren Eigenschaften auf den Verwendungszweck zugeschnitten sind.

Unsere vorstehend geschilderten Ergebnisse über den Einfluß der Länge der Zellulosemoleküle, der Länge der morphologischen Einheiten, des Orientierungs- und Kristallinitätsgrades auf die Reißfestigkeit und das Dehnungsverhalten von Zellulosefasern können wir in folgende Formeln zusammenfassen:

In diesen Formeln bedeuten die Buchstaben a, b, c, d, e, f, g und h Konstanten. Der Kristallinitätsindex ist mit „CrI“ bezeichnet und wurde in Anlehnung an Ant-Wourinen³⁵⁾ bestimmt. Die Größe f_r drückt den Orientierungsgrad aus und wurde aus Röntgendaten gemäß Hermans und Weidinger³¹⁾ errechnet. Die Größe der morphologischen Einheit ist mit DP_L bezeichnet.

Aus der Anwendung dieser Beziehungen leitet sich das Verständnis für die Unterschiede der verschiedenen Fasertypen und für das Zustandekommen der spezifischen Eigenschaften ab.

$$\begin{aligned}
 \text{I. } TS_{\text{kond.}} &= a + b \left(\frac{1000}{DP_L} - \frac{1000}{DP} \right) \cdot CrI \cdot f_r^2 \\
 \text{II. } TS_{\text{naß}} &= c + d \left(\frac{1000}{DP_L} - \frac{1000}{DP} \right) \cdot CrI \cdot f_r^{2,5} \\
 \text{III. } \frac{E_{\text{kond.}}}{TS_{\text{kond.}}} &= e + f \left(\frac{1 - f_r^{0,5}}{f_r^{0,5}} \right)^2 \cdot \frac{1}{1000/DP_L - 1000/DP} \cdot \frac{1}{DP_L} \\
 \text{IV. } \frac{E_{\text{naß}}}{TS_{\text{naß}}} &= g + h \left(\frac{1 - f_r^{0,5}}{f_r^{0,5}} \right)^2 \cdot \frac{1}{1000/DP_L - 1000/DP} \cdot \frac{1}{DP_L} \cdot \frac{1}{f_r}
 \end{aligned}$$

Tabelle 3

Zusammenstellung der typischen Struktur- und Eigenschaftscharakteristika kommerzieller Zellulosefaserfasern

Type	DP	DP _L	CrI	f _r	T.S., trocken	g/den naß	Bruchdehnung in % trocken	naß
Textilreyon:								
normal	290	97	0,79	0,312	2,33	1,17	22,1	25,4
mittlere								
Reißfestigkeit	295	80	0,66	0,356	3,16	2,07	15,5	25,5
hohe								
Reißfestigkeit	285	77	0,69	0,358	3,82	2,92	22,3	30,3
HWM-Faser:	470	111	0,67	0,495	4,19	2,66	8,8	8,8
Polynosics :	500	172	0,74	0,538	3,38	2,58	7,0	9,9
Reifenkord:								
normal	290	97	0,66	0,421	3,36	2,26	10,0	18,3
mittlere								
Reißfestigkeit	340	93	0,76	0,416	4,14	3,11	11,3	26,3
hohe								
Reißfestigkeit	500	70	0,66	0,409	5,32	4,21	10,9	31,4
Meryl :	490	124	0,76	0,571	5,83	4,66	6,7	7,8
Fortisan :	310	120	0,85	0,712	8,55	6,78	7,0	7,0

Literatur

- 1) N.L. Cox, E.I. du Pont de Nemours & Co., U.S.P. 2,536.014, 2,535.044 und 2,535.045 (26.12.1950); vgl. CA 45, 2207 i, 2669 c und 2670 b (1951)
- 2) C. Nägeli, „Micellartheorie“, Neudruck der Originalveröffentlichung in Oswalds Klassiker, Nr. 227, herausgegeben durch A. Frey, Leipzig 1928
- 3) J. Hengstenberg und H. Mark, Z. Krist. 69, 271 (1928); H. Mark und K.H. Meyer, Z. Physik. Chem. Bd. 2, 115 (1929);
- 4) K.H. Meyer, Kolloid-Z. 53, 8 (1930)
- 5) H. Staudinger, „Die hochmolekularen organischen Verbindungen Kautschuk und Zellulose“, Springer-Verlag, Berlin 1932
- 6) K.H. Meyer und A.J.A. van der Wyk, Z. Elektrochem. 47, 353 (1941)
- 7) H. Mark, J. Phys. Chem. 44, 764 (1940)
- 8) H. Staudinger, M. Sorkin und E. Franz, Melliand Textilber. 18, 681 (1937); H. Staudinger, Melliand Textilber. 18, 53 (1937); H. Staudinger, Textil-Rundschau 4, 3 (1939); H. Staudinger und F. Reinecke, Melliand Textilber. 20, 109 (1939); H. Staudinger und M. Staudinger, Z. Textilind. 56, 805 (1954); H. Krässig, Melliand Textilber. 36, 55 (1955)
- 9) E. Husemann und A. Carnap, Naturwissenschaften 32, 79 (1944)
- 10) C.W. Hock, Text. Res. J. 20, 141 (1950)
- 11) F.F. Morehead, Text. Res. J. 20, 549 (1950)
- 12) H. Krässig und W. Käppner, Makromol. Chem. 44/46, 1 (1961)
- 13) A. Frey-Wyssling, „Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate“, Gebr. Bornträger, Berlin 1938; „Submicroscopic Morphology of Protoplasma“, Elsevier, Amsterdam 1949
- 14) L.B. Morgan, Simp. Intern. Macromol., Suppl. Ric. Sci. 25, 755 (1955); L.B. Morgan, J. Appl. Polymer Sci. 4, 160 (1954)
- 15) K. Hess, H. Mahl und E. Gütter, Kolloid-Z. 155, 1 (1957); K. Hess, E. Gütter und H. Mahl, Kolloid-Z. 158, 115 (1958)
- 16) B.G. Ranby, Acta Chem. Scand. 3, 649 (1949); B.G. Ranby und Ed. Ribi, Experientia 6, 12 (1950)
- 17) J. Gjønnnes, N. Norman und H. Viervoll, Acta Chem. Scand. 12, 489 (1958); J. Gjønnnes und N. Norman, Acta Chem. Scand. 12, 2028 (1958); 14, 683 (1960)
- 18) A. Keller, Phil. Mag. 2, 1171 (1957); A. Keller in „Fiber Structure“, herausgegeben von J.W.S. Hearle und R.H. Peters, The Textile Institute, Manchester 1963, Chapter 10
- 19) H. Krässig und W. Kitchen, J. Polymer Sci. 51, 123 (1961)
- 20) H. Staudinger, M. Sorkin und E. Franz, Melliand Textilber. 18, 681 (1937)
- 21) P.J. Flory, J. Am. Chem. Soc. 67, 2048 (1945)
- 22) A.M. Sookne und M. Harris, Ind. Eng. Chem. 37, 478 (1945)
- 23) R.J.E. Cumberbirch und W.G. Harland, J. Text. Inst. 50, T 311 (1959); R.J.E. Cumberbirch, J. Text. Inst. 50, T 528 (1959)
- 24) A. Sippel, Melliand Textilber. 38, 898 (1957); Papier 13, 413 (1959)
- 25) H. Krässig, Makromol. Chem. 26, 17 (1958); H. Witting und H. Krässig, Makromol. Chem. 26, 47 (1958)
- 26) E.E. Berkeley und O.C. Woodyard, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 10, 451 (1938); E.E. Berkeley, O.C. Woodyard, H.D. Barker, T. Kerr und C.J. King, U.S. Dept. Agr., Tech. Bull. Nr. 949 (1948), Seiten 3-14 und 57-61; E.E. Berkeley, Text. Res. J. 19, 363 (1949)
- 27) W.A. Sisson, Text. Res. J. 7, 425 (1937)
- 28) H.G. Ingersoll, J. Appl. Phys. 11, 924 (1946)
- 29) Z.I. Suleimanova und V.A. Kargin, Zh. Fiz. Khim. 32, 811 (1958), CA 52, 21065 f (1958)
- 30) H. Tanzawa, Kogyo Kagaku Zasshi 63, 2186 (1960), vgl. CA 57, 1102 e (1962); ibid. 64, 197 (1961), vgl. CA 57, 4892 c (1962)
- 31) J.J. Hermans, P.H. Hermans, D. Vermaas und A. Weidinger, Rec. Trav. Chim. 65, 427 (1946); P.H. Hermans, „Physics and Chemistry of Cellulose Fibers“, Elsevier, New York 1949, Seiten 214-240

- 32) H. Mark, "Cellulose and Cellulose Derivatives", herausgegeben von E. Ott, H.M. Spurlin und M.W. Grafflin, Interscience, New York 1954, Part I, Chapter IV
- 33) R.N. Tyler und N.S. Wooding, J. Soc. Dyers Colourists 74, 283 (1958)
- 34) K. Ward, Text. Res. J. 20, 363 (1950)
- 35) O. Ant-Wourinen, Paperi Puu 37, 335 (1955); vgl. auch O. Anker-Rasch, ibid. 551; O. Ant-Wourinen und A. Visapää, Valtion Tek. Tutkimuslaitos Tiedotus Sarja I, 4, Pts. 1-4, 57 Seiten (1961); Norelco Repr. 9, 47 (1961); Paperi Puu 47, 311 (1965); Text. Res. J. 30, 402 (1960)

Diskussion

Dr. Daimler: Hochfeste Typen von Reyon unterscheiden sich stark in der Bruchdehnung, aber im Anfangsmodul sind sie weitgehend gleich, das heißt in der Steifigkeit bei Belastung mit 10 bis 20 Prozent der Bruchlast. Haben Sie Hinweise für einen Zusammenhang zwischen der Gestalt des Kraft-Dehnungsdiagramms und der Struktur der verschiedenen zellulosischen und synthetischen Fasern gefunden?

Dir. Dr. Krässig: Die Faktoren, die das Kraft-Dehnungsverhalten in seinen Einzelheiten bestimmen, sind sehr komplex. Daher haben wir uns auf eine Interpretation der Strukturdaten bezüglich der Bruchfestigkeit und Bruchdehnung beschränkt, nicht aber den Anfangsmodul, der ein gutes und wichtiges Charakteristikum einer Faser darstellt, miteinbezogen. Im Laufe der Zeit und mit den nötigen mathematischen Hilfsmitteln sollte dies der nächste Schritt sein. Ich bezweifle, daß es je möglich sein wird, den gesamten Verlauf einer Kraft-Dehnungskurve aus den von mir erwähnten Strukturdaten (Kristallinität, Orientierung, Molekulargewicht) zu ermitteln. Die Struktur der weniger geordneten, leichter zugänglichen Überbrückungsbereiche, die Wasserstoffbrückendichte in diesen Bereichen, die für das Fließverhalten maßgeblich sind, sind durch diese drei Charakteristika nicht erfassbar. Es gibt Ansätze zu Studien mittels IR-Dichroismus, um sich Informationen über Bereiche, die Röntgenuntersuchungen nicht zugänglich sind, zu verschaffen.

Dir. Dr. Harms: Will man auch Modul, Schlingen- und Abriebfestigkeit miteinbeziehen, dann kommt man nicht mehr mit Orientierung, Kristallinität und Molekulargewicht aus, sondern muß die Überstruktur zur Erklärung, Messung und Berechnung mitheranziehen. Die Berechnungen von Dr. Krässig geben Hilfsmittel, um die Zahl der Versuche wesentlich zu reduzieren. Man kann bei der Herstellung von Viskosefasern etwa dreißig Parameter variieren. Dazu wären viele tausend Versuche nötig, um ein Optimum der Eigenschaften aufzufinden. Mit statistischen Hilfsmitteln wird diese Versuchszahl eingeschränkt.

Dr. Albrecht: Man müßte dann die Ergebnisse noch programmieren können. - Sie haben auf einem Dia gezeigt, daß Reyon und Reifenkord mit gleichem DP ganz verschiedene Trockenreißfestigkeiten zeigen können. Veränderlich sind dabei der Kristallinitätsindex und der Orientierungsgrad. Bedeutet das, daß man sich in der Herstellung von Reifenkord mehr Mühe gegeben hat und daß man bei Reyon dieselben guten Eigenschaften erzielen könnte? Kristallinität und Orientierung können doch beeinflußt werden!

Dir. Dr. Krässig: Ich möchte Ihre Frage, ob man sich in der Herstellung von Reifenkord in der Vergangenheit mehr Mühe gegeben habe, prinzipiell mit Ja beantworten. Ich glaube sicher, daß systematische Studien und erweiterte Kenntnisse über den Einfluß von Regenerations- und Koagulationsbedingungen und der Verstreckung auf die Größe der morphologischen Einheiten, auf Kristallinität und Orientierung auch der Entwicklung besserer Textilviskosefasern dienlich wären.

Dr. Maier: In letzter Zeit wurde ein technisches Verfahren unter dem Namen ML-Prozeß bekannt. Es beruht darauf, daß Schubfäden an Baumwolle nachträglich während der Ausrüstung verstreckt werden und daher zu einer höheren Festigkeit kommen. Gibt es schon Strukturuntersuchungen an solchen Materialien? Wurden genaue Zusammenhänge zwischen Orientierungsgrad und prozentueller Verstreckung festgestellt?

Dir. Dr. Krässig: Während meiner Assoziation mit der INRESCOR - Internationale Forschungsgesellschaft AG., Schwerzenbach/Schweiz, haben wir solche Untersuchungen durchgeführt. Wir konnten einwandfrei die Erhöhung der Kristallitorientierung durch die ML-Behandlung nachweisen. Die Studien waren zu jener Zeit jedoch noch zu sehr im Anfangsstadium, um Beziehungen zwischen dem Grad der Verstreckung und der Verbesserung der Orientierung aufstellen zu können.

Ing. Pajgrt: Welche Viskosefasern oder Modalfasern sind allein oder in Mischung mit Polyesterfasern für Oberbekleidung am besten geeignet?

Dir. Dr. Krässig: Diese Frage ist zu vielschichtig, um sie im Rahmen dieser Diskussion zu beantworten. Generell kann man sagen, daß bei Fasermischungen Ähnlichkeit im Kraft-Dehnungs- und Relaxationsverhalten im trockenen und nassen Zustand wünschenswert ist. Ich halte aus diesem Grunde die Modalfasern für den von Ihnen erwähnten Einsatz geeigneter.

Prof. Dr. Köb: Wie ist die Modellvorstellung für die Viskose, das heißt, welche Zelluloseeinheiten werden aufgelöst und welche darf man sich noch zusammenhängend und im Urzustand vorstellen? - Lassen sich die Dehnungen bei den Viskosefasern geometrisch aus der Netzstruktur erklären? - Kann man sich vorstellen, daß eine solche Faser in stark gedehntem Zustand ein ausgestrecktes Netz darstellt?

Dir. Dr. Krässig: Zu Ihrer ersten Frage möchte ich bemerken, daß in konzentrierten Spinnlösungen, wie sie technische Viskosen darstellen, eine Auflösung in Einzelmoleküle nicht vorliegt. Inwieweit noch Fragmente der nativen Struktur in diesen Lösungen vorhanden sind, ist schwer abzuschätzen.

Ihre zweite Frage, ob sich die Dehnungen bei Viskosefasern geometrisch aus der Netzstruktur und der mittleren, aus Röntgenorientierungsdaten ableitbaren Abweichung der Faserbausteine von der Faser ableiten lassen, möchte ich prinzipiell mit Ja beantworten.

Ihre dritte Frage, ob man sich eine Faser in stark gedehntem Zustand als ausgestrecktes Netz vorstellen kann, ist ebenfalls zu bejahen. Es sei jedoch vermerkt, daß der Verstreckungsvorgang ein komplexerer Vorgang ist, als es die Antworten auf Ihre zweite und dritte Frage vielleicht annehmen lassen. Die gegenseitige sterische

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, Metallspritzen von Zink, Aluminium und Aluminiumlegierungen, kathodischer Korrosionsschutz, Klimatisierung zur Trockenlegung von schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

4021 LINZ / DONAU, BISCHOFSTRASSE 5
TELEFON 22 1 01, 22 1 02, 28 1 74, FS 02 1469

Hinderung der Bausteine und das zusätzliche Nachgeben des Netzwerkes durch Brechen von Verbrückungen und dadurch ermöglichtes Gegeneinandergleiten der Faserbausteine ist in obigen Überlegungen noch nicht berücksichtigt.

Prof. Dr. Köb: Isolierte Moleküle liegen nur in verdünnten Lösungen vor. Das gilt für die ganze Polymerchemie. In sehr konzentrierten Lösungen, wie Spinnlösungen und Spinnmelzen, sind sicherlich die Moleküle nicht getrennt. Sie sind in der Lösung wahrscheinlich zum Teil aggregiert. Ein derart polares, zu Wasserstoffbrücken neigendes lineares Molekül wie die Zellulose wird sich immer zusammenlagern. Es wird ein wirrer Zustand sein - im Vergleich zu den orientierten Fasern. - Sie fragen, ob in der Viskose native Strukturen vorliegen. Aber das ist sicher nicht für die Koagulation und die resultierende Faser von Wichtigkeit.

Dir. Dr. Krässig: Darin stimme ich sicherlich mit Ihnen überein.

Dr. Albrecht: Stellen Sie sich vor, eine normale Viskosefaser wird auf der Reißmaschine gerissen. Nach dem Reißen ist also die Festigkeit angehoben und die Dehnung herabgesetzt. Dann läßt man das Material schrumpfen, wobei Dehnung und Festigkeit zurückkommen. Wie können Sie das mit der linearen Anordnung erklären?

Dir. Dr. Krässig: Ich glaube kaum, daß die lineare Anordnung der Moleküle in den kristallinen Bereichen dem entgegensteht. Die Vorgänge der Dehnung spielen sich weitgehend in den weniger geordneten Übergangsbereichen zwischen den Faserbausteinen ab. Solange diese Überbrückungsbereiche weitgehend intakt bleiben, entwickeln sich Rückstellkräfte, die bei Entlastung und Schrumpfung teilweise Erholung ermöglichen.

Dr. Wissler: Bezieht sich der von Ihnen erwähnte Orientierungsfaktor auf eine mittlere Orientierung der Zellulosemoleküle in der Struktur oder auf die Orientierung der Mizelle zur Faserachse?

Dir. Dr. Krässig: Durch Röntgenuntersuchungen werden nach allgemeiner Ansicht nur die kristallinen Bereiche erfaßt. Wir haben einen Unterschied in unserer Auswerttechnik gemacht: Wir haben den Untergrund bei der Auswertung der Orientierungskurven nicht weggenommen, sondern nur die Compton- und die Luftstreuung abgerechnet. Auf diese Weise hofften wir nicht nur die Orientierung der kristallinen Bereiche, sondern die durchschnittliche Orientierung zu erfassen, die auch die schlechter orientierten Zonen in den amorphen Bereichen miteinbezieht. Angeregt dazu wurden wir durch die Arbeit von G j ö n n e s , N o r m a n und V i e r v o l l , die zu den interessantesten röntgenographischen Arbeiten über Zellulose in den letzten Jahren zählt. Diese zeigt, daß man das gesamte Weitwinkeldiagramm der Zellulose ohne die Annahme von amorphen Bereichen erklären kann, ähnlich wie bei den getemperten Metallen.

Dr. Albrecht: Sie haben den Einfluß der Verstreckung auf Kristallisationsindex und Orientierungsgrad untersucht. Wurden alle anderen Bedingungen, außer der Verstreckung, konstant gehalten? Die Verweilzeiten in den Spinnbädern waren aber trotzdem - bedingt durch die unterschiedliche Verstreckung - verschieden lang?

Dir. Dr. Krässig: Selbstverständlich wurden gleiche Viskosen und gleiche Spinnbäder verwendet. Ihr letzter Einwand ist jedoch durchaus berechtigt.

Mitteilung Nr. 133

Neue ALTOFLUX-Geber für industrielle Durchflußmessung

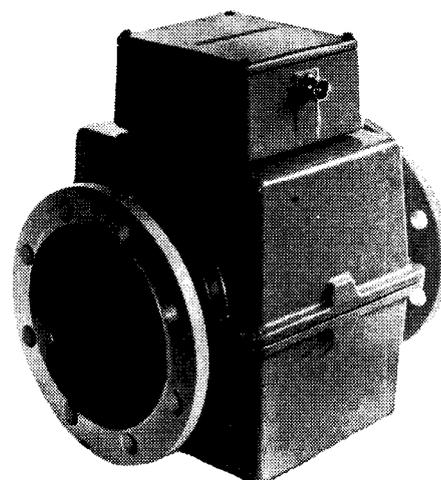
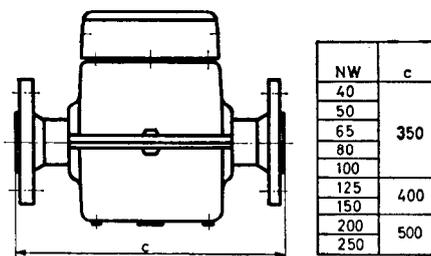
Der nachstehend abgebildete magnetisch-induktive ALTOFLUX-Geber Type 51 löst die bisherige Type 21 ab. Das neue Gerät weist einige wesentliche Vorteile auf, die dazu beitragen werden, das induktive Meßprinzip noch stärker als bisher zur industriellen Durchflußmessung auch unter schwersten Bedingungen einzusetzen.

1. Wie aus der nebenstehenden Abbildung hervorgeht, ist der Geber in ein stabiles Gußgehäuse aus Leichtmetall eingebaut, das zum Korrosionsschutz im Wirbel-Sinter-Verfahren mit Kunststoff überzogen ist und dadurch auch bei stark aggressiver Atmosphäre eingesetzt werden kann. Das Gehäuse entspricht der Schutzart P 43.

2. Auf dem eigentlichen Gebergehäuse ist direkt der Anschlußkasten für die notwendigen elektrischen Verbindungsleitungen montiert, der gleichzeitig auch den Altometer „Geber-Verstärker“ aufnimmt. Man erreicht mit diesem Bauteil einen niederohmigen Ausgang, so daß in den Normfällen auf abgeschirmte Verbindungsleitungen zwischen Geber- und Meßverstärker verzichtet werden kann. Ferner kann der Abstand zwischen Geber und Verstärker wesentlich vergrößert werden.

3. Wie aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich, besitzen die neuen ALTOFLUX-Geber eine wesentlich verkürzte Einbaulänge, durch die insbesondere bei größeren Nennweiten eine beträchtliche Preisverringerung ermöglicht wurde. Dies gilt besonders auch für Geber mit Auskleidungen aus speziellen Kunststoffen, wie z. B. Teflon etc.

4. Trotz der verringerten Einbaulängen wurden die besonderen meßtechnischen Eigenschaften der induktiven ALTOFLUX-Geber nicht nur beibehalten, sondern in einigen Punkten verbessert. Dies gilt insbesondere für die wichtige Unempfindlichkeit gegenüber Viskositätsänderungen und Einbaustörungen direkt vor oder hinter den Gebern. Voraussetzung hierfür ist eine optimale Gestaltung des Magnetfeldes, die durch ausführliche Untersuchungen festgelegt wurde. Die neuen Geber werden auch auf der AICHEMIA-Ausstellung 1967 gezeigt. Weitere technische Einzelheiten werden in einer der nächsten Mitteilungen behandelt. Wir bitten um Ihre Zuschriften und ersenden Ihnen gern ausführliche Unterlagen und Preisangebote.



41 Duisburg, Telefon 34351 - Telex 0855684 - Postfach 493



Chemiefasern als Quelle des Fortschritts in der Weberei

Dir. Dr. K. Greenwood
Dominions Export, Manchester

Wenn man den Einfluß der Chemiefasern auf den Fortschritt in der Weberei analysieren will, kann man vier Hauptgebiete unterscheiden:

1. Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit der Webstühle. Hiezu gehört auch der zunehmende Einsatz von hydraulischen Düsenwebstühlen und die Herstellung schmaler Waren auf breiten Webstühlen mit Hilfe von Endleisten aus thermoplastischem Fasermaterial.
2. Verbesserung von Maschinen und Arbeitsmethoden bei der Vorbereitung und beim Webprozeß durch die erhöhten Qualitätsansprüche, speziell bei der Verarbeitung synthetischer Filamentgarne. Hier werden im einzelnen Kontroll- und Regelvorrichtungen mit erhöhter Präzision sowie die Weiterentwicklung von Webstühlen besprochen. Dafür war natürlich auch ein besseres theoretisches Verständnis des gesamten Webprozesses Voraussetzung.
3. Verbesserungen des Webstuhles, die besonders im Hinblick auf den Ausfall der Warenqualität Vorteile bringen. Hiebei handelt es sich hauptsächlich um Unifil und Box Loaders, die automatisch sicherstellen, daß das Schußgarn in der Reihenfolge gewebt wird, in der es gespult wurde.
4. Erhöhung der Variationsmöglichkeiten bezüglich Aussehen und Eigenschaften von Geweben und somit ihrer Einsatzgebiete. Hier seien dreidimensionale Mustereffekte mit Hilfe von Kräuselgarnen, elastische Herrenstoffe und verschiedene industrielle Gewebe für Autoreifen, Förderbänder usw. genannt.

In analyzing the influence man-made fibres have exerted on the advances achieved in the weaving field, distinction between four principal sectors suggests itself:

1. Increased production speed of looms. Included in this sector are the expanded use of hydraulic jet looms and the production of narrow fabrics on full-width looms by means of selvages made of thermoplastic fibre material.
2. Improvements on machinery and working methods in the preparatory stages and the weaving process proper prompted by more discriminating quality requirements, in particular as regards processing of synthetic filament yarns. The individual items discussed in this connection include high-precision control devices and the advance development of looms. Improved theoretical understanding of the overall weaving process has, of course, been a necessary prerequisite.
3. Improvements on looms, particularly those benefiting the quality of resultant fabrics. Mainly considered here are Unifil looms and box loaders, which automatically ensure that weft yarns are inserted in the sequence in which they have been wound.
4. Improved variability of the appearance and properties of fabrics, and thus of their fields of application. Mention is made here of three-dimensional pattern effects obtained with crimp yarns, stretch fabrics for men's suitings, and various industrial fabrics, such as those for use in automotive tires, conveyor belts, etc.

Bei der Besprechung von Problemen der Weberei ist es notwendig zu betonen, daß der Webvorgang ein verhältnismäßig komplizierter Prozeß ist, bei dem es schwierig ist, den Stand der Dinge und etwaige Entwicklungstendenzen durch einfache sprachliche oder mathematische Formulierungen auszudrücken. Die Weberei von heute ist das Resultat einer jahrtausendelangen Entwicklung, und bei den meisten Praktikern dieses Industriezweiges besteht eine starke Tendenz, das rein empirische Herangehen an Probleme nicht nur als das einzig Mögliche, sondern oft auch als das einzig Wünschenswerte zu betrachten.

Das zwanzigste Jahrhundert jedoch ist das Zeitalter der Wissenschaft, und dem Wissenschaftler liegt es im Blut, hinter den vielen empirisch festgestellten Sachverhalten nach den tieferen und allgemeineren Zusammenhängen zu suchen, die es ihm ermöglichen sollen, Schlußfolgerungen zu ziehen in bezug auf zukünftige Entwicklungen und auf Umstände, die heute noch außerhalb des Bereiches der praktischen Erfahrung liegen. Nach vielen Jahren Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Weberei war sich der Verfasser dieses Referates der Schwierigkeiten vollkommen bewußt, die einem wissenschaftlichen Herangehen an Webereiprobleme im Wege stehen. Trotzdem gelang es, verschiedene ökonomische und physikalisch-mechanische Sachverhalte mathematisch zu formulieren, und die Resultate dieser Arbeit werden an vielen Stellen dieses Referates benützt. Es muß jedoch betont werden, daß es sich hier nicht um präzise, sondern nur um annähernde Formulierungen handelt und daß diese nicht als Ersatz für praktische Erfahrung betrachtet werden dürfen, sondern als Zusatz und Erweiterung derselben. Jedenfalls kann man annehmen, daß es einer Gruppe von Wissenschaftlern, die nicht selbst in der Weberei tätig sind, leichter sein wird, die Problematik zu erfassen, wenn sie mathematisch formuliert wird, auch wenn dies auf Grund etwas ungenauer Verallgemeinerungen erfolgt.

Betrachtet man nun den Einfluß der Chemiefasern auf die Technologie der Weberei, so findet man, daß er im wesentlichen in die folgenden vier Haupteinflußgebiete aufgespalten werden kann:

1. Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit des Webstuhles
2. Verbesserung der Maschinen und der Arbeitsmethoden
3. Beschleunigung und Erweiterung des Einsatzes von Neuentwicklungen an Webstühlen
4. Verbesserung der Gewebe

Diese vier Hauptgebiete sollen nun in der obigen Reihenfolge besprochen werden, wobei vielleicht eine Erklärung notwendig ist, warum die Verbesserung der Gewebe an letzte Stelle gesetzt wurde, obwohl dies wahrscheinlich das Hauptresultat der Einführung der Chemiefasern war. Der Grund dafür liegt darin, daß diese Verbesserung verhältnismäßig wenig mit der Weberei selbst zu tun hatte. Wenn heute der Mann an seiner Hose eine bessere und beständigere Bügelfalte hat, oder wenn die Hausfrau sich bei vielen Kleidungsstücken das Bügeln ersparen kann, so verdanken sie dies vor allem den Chemikern auf dem Gebiete der Faser-

erzeugung und der Veredlung, und es wäre daher falsch, diese Verbesserungen als Fortschritt in der Weberei zu beschreiben. Von einem solchen Fortschritt kann man nur auf jenem verhältnismäßig beschränkten Gebiete sprechen, wo der Weber durch eine Kombination der Gewebebindung und der Verwendung von Chemiefasern neue Effekte erzielen konnte.

Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit eines Webstuhles wird gewöhnlich durch die Anzahl von Schuß per Minute (p) ausgedrückt. Die Länge des Schußfadens, die bei jedem einzelnen Schuß eingetragen wird, ist ungefähr gleich der Blattbreite (W) des Webstuhles. Da es nun die wesentliche Funktion des Webstuhles ist, den Schuß in die Kette einzutragen, so kann man die Schußeintragungsgeschwindigkeit (R) als Maßstab der Produktionsgeschwindigkeit des Webstuhles betrachten. R ist gegeben durch:

$$R = pW \quad 1.$$

Wird W in Metern ausgedrückt, so mißt man dann die Schußeintragungsgeschwindigkeit R in Metern per Minute. Wären nun die Größen p und W voneinander unabhängig, dann könnte man von der obigen Formel zu der Schlußfolgerung kommen, daß eine Erhöhung der Blattbreite zu einer proportionalen Erhöhung der Schußeintragungsgeschwindigkeit führen würde. Aus technischen Gründen ist es jedoch notwendig, bei Erhöhung der Blattbreite die Stuhlgeschwindigkeit zu reduzieren, und daher ist es nur dann möglich den Einfluß der Blattbreite auf die Schußeintragungsgeschwindigkeit festzustellen, wenn man weiß, in welcher Art diese Reduktion stattfindet. Praktische Erfahrung zeigt, daß das Verhältnis zwischen W und p ungefähr durch die folgende Formel ausgedrückt werden kann:

$$p = \frac{k}{\sqrt{W}}, \quad 2.$$

wobei k eine Konstante ist, die wir als den Produktivitätskoeffizienten bezeichnen wollen.

Vereinigt man nun die beiden obigen Formeln, dann findet man, daß R gegeben ist durch:

$$R = k\sqrt{W} \quad 3.$$

Diese sehr einfache, aber sehr wichtige Formel kann als ein Grundgesetz der Weberei betrachtet werden, und sie zeigt, daß die Produktionsgeschwindigkeit von Webstühlen mit zunehmender Blattbreite ansteigt. Dieser Anstieg ist zwar nicht der Blattbreite proportional, aber er ist immerhin ein sehr wesentlicher Faktor in der Berechnung der Leistung von Webstühlen. Es kann zum Beispiel leicht errechnet werden, daß ein schmaler Bandwebstuhl mit einer Blattbreite von vielleicht 5 cm, trotz seiner hohen Stuhlgeschwindigkeit

(vielleicht bis zu 2000 Schuß per Minute), eine wesentlich niedrigere Schußeintragungsgeschwindigkeit hat als etwa ein gewöhnlicher Baumwollwebstuhl einer Blattbreite von 120 cm und einer Geschwindigkeit von nur 180 Schuß per Minute.

Gleichung 3 zeigt, daß man eine Erhöhung der Schußeintragungsgeschwindigkeit des Webstuhles entweder durch eine Erhöhung der Blattbreite oder durch eine Erhöhung des Koeffizienten k erzielen kann. Beide Möglichkeiten werden heute praktisch in der Weberei ausgewertet und bei beiden spielen die Chemiefasern eine bedeutende Rolle.

Der Produktivitätskoeffizient k stellt einen spezifischen Wert für eine bestimmte Type von Webstuhl dar, in ähnlicher Weise, wie etwa das spezifische Gewicht eines Materials typisch für das Material an sich ist, ungeachtet der Menge und Form, in der es angewendet wird. k stellt die Schußeintragungsgeschwindigkeit einer bestimmten Webstuhltype dar, bezogen auf eine Blattbreite von einem Meter, und ermöglicht es daher, Aussagen über das Geschwindigkeitspotential der Stuhltype an sich zu machen, ungeachtet der Blattbreite eines bestimmten Webstuhles.

Ein älterer mechanischer Baumwollwebstuhl hat einen Wert von k = 150 bis 180. Ein moderner automatischer Schützenwebstuhl hat einen Wert von k = 240 bis 260. Eine einfarbige Sulzer-Webmaschine hat einen Wert k = 420 bis 440, und bis vor wenigen Jahren stellte dies den höchsten praktisch erreichten Produktivitätskoeffizienten dar. In den letzten Jahren jedoch hat sich auf dem Gebiet der Weberei von endlosen Polyamid- und Polyesterfasern eine entscheidende Weiterentwicklung vollzogen, durch die es möglich wurde, in der Praxis Spitzenwerte von k = 650 bis 670 zu erreichen. Diese Neuentwicklung, die in der Tschechoslowakei und in Japan ihren Ursprung hatte, aber heute wahrscheinlich in England am stärksten zu spüren ist, besteht in dem Einsatz von hydraulischen Düsenwebstühlen, bei denen der Schuß durch einen Wasserstrahl in die Kette eingetragen wird. Heute sind in England bereits Hunderte sol-

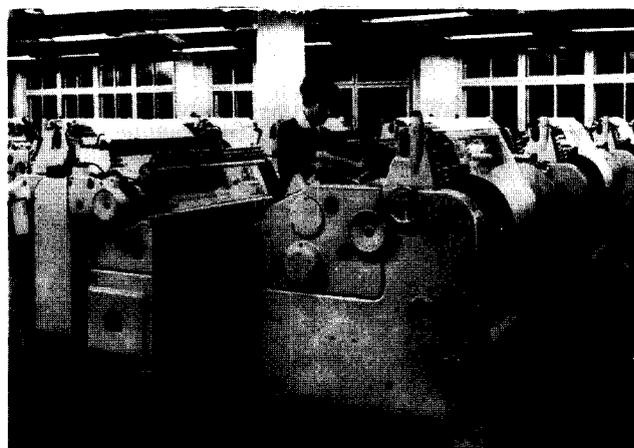


Abb. 1: Die erste Anlage von hydraulischen Webstühlen in der Tschechoslowakei

cher Webstühle in Betrieb. Fast alle großen Firmen, die Gewebe aus endlosen Polyamid- und Polyesterfasern herstellen, haben hydraulische Düsenwebstühle, und die Zeit ist wahrscheinlich nicht ferne, wo die Mehrheit solcher Gewebe auf dieser Art von Webstuhl hergestellt werden wird.

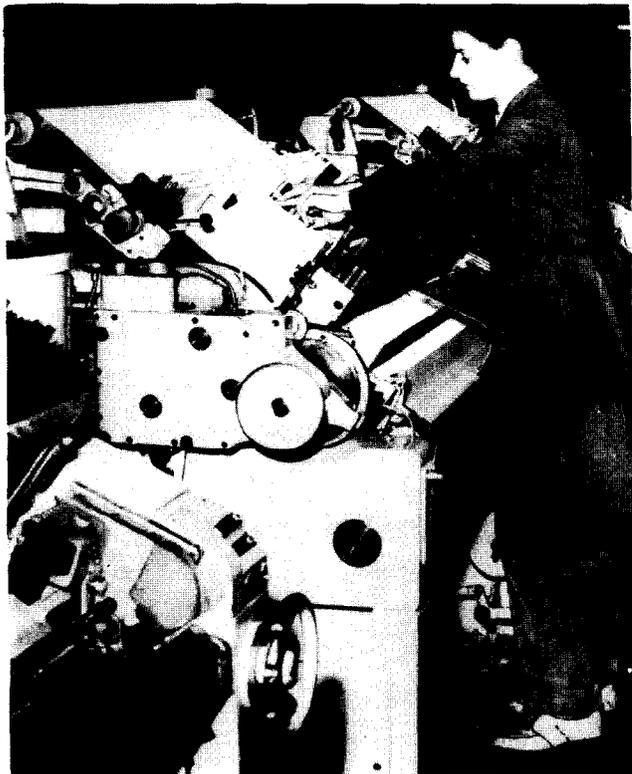


Abb. 2: Nahansicht des hydraulischen Düsenwebstuhles

In vieler Hinsicht kann man den Einfluß der Chemiefasern auf die hydraulische Weberei mit deren Einfluß auf die Kettwirkerei vergleichen. Wie die letztere, hängt auch die hydraulische Düsenweberei von der Verwendung starker, fehlerfreier und in diesem Falle auch hydrophober Garne ab. Damit hat sie natürlich einen wesentlichen Vorteil der traditionellen Weberei eingebüßt, nämlich die Fähigkeit, alle Arten von Garnen verarbeiten zu können. Dieser Verlust ist aber typisch für die moderne Entwicklung im Maschinenbau im allgemeinen, das heißt für den Übergang auf Hochleistungsmaschinen mit einem klar und verhältnismäßig eng begrenzten Einsatzgebiet.

Abgesehen von der Erhöhung der Produktionsleistung des Webstuhles hat die Einführung hydraulischer Webstühle zu wesentlichen Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Kettvorbereitung Anlaß gegeben. Die schonende Behandlung der Kette, verursacht durch die Abwesenheit des Schützens, und das verkleinerte Kettfach ermöglichte es, ungeschlichtete Ketten zu weben, auch solche aus drahtlosen Garnen. Das Ausschalten der Schlichterei führte weiters zu einer Reorganisation der Schärerei. In der traditionellen englischen Methode der Kettvorbereitung verwendet man ein Spulen-

gatter mit etwa 700 Spulen zur Herstellung der Vorbäume. Zehn bis zwölf Vorbäume werden dann während des Schlichtens zu einem Kettbaum vereinigt. Mit dem Wegfallen des Schlichtens tauchte die Frage auf, ob man nicht Vorbäume mit viel mehr Fäden herstellen könnte, oder vielleicht den Kettbaum selbst in einem einzigen Arbeitsgang. Wichtige Entwicklungen in dieser Richtung sind bereits im Gange, und es besteht kein Zweifel, daß hier die Chemiefasern den Anstoß zu einem entscheidenden Fortschritt in der Weberei gegeben haben.

Es ist natürlich notwendig zu betonen, daß in der Weberei eine Erhöhung der Produktionsleistung des Webstuhles keineswegs automatisch zu einer Reduktion der Herstellungskosten führt. Bei den meisten Hochgeschwindigkeitswebstühlen stieg der Preis der Maschine wesentlich steiler an als die Schußeintragungsgeschwindigkeit, und dadurch ist der Preis der Maschine per Meter ware höher, und die Ersparnisse in bezug auf die Produktionskosten selbst müssen dann die erhöhten Investitionskosten aufwiegen. Der hydraulische Webstuhl jedoch bildet hier eine Ausnahme, denn bei ihm sind auch die Investitionskosten selbst niedriger.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß eine Steigerung der Schußeintragungsgeschwindigkeit auch durch eine Vergrößerung der Blattbreite erzielt werden kann. In dieser Hinsicht hat der Düsenwebstuhl Begrenzungen, die durch die Methode des Schußeintrags bedingt sind. Bis vor einigen Jahren war die höchste Blattbreite 120 cm. Heute hat man schon 175 bis 180 cm erreicht, aber auch diese Breiten liegen wesentlich unter den Maximalbreiten von Schützenwebstühlen und der Sulzer-Webmaschine, die mit einer Blattbreite von 330 cm erhältlich ist. Dadurch hat der Düsenwebstuhl trotz seines höheren Geschwindigkeitspotentials eine etwas geringere maximale Schußeintragungsgeschwindigkeit als die Sulzer-Maschine. Auf breiten Webstühlen ist es möglich, zwei oder drei Bahnen schmaler Ware parallel zu weben, und wenn man sich die Frage stellt, ob es besser ist, schmale Ware auf breiten oder auf schmalen Webstühlen herzustellen, dann muß man in Betracht ziehen, daß bei einer Steigerung der Blattbreite auch der Preis der Maschine steigt. Es ist daher nicht möglich, a priori zu sagen, welche Methode vorteilhafter ist, ohne die Beziehung zwischen Investitionskosten und Produktionsleistung näher zu untersuchen.

Im allgemeinen bestehen die Kosten eines Webstuhles aus einem fixen Posten (M) und einem variablen Posten, der proportional mit der Blattbreite anwächst, wobei die zusätzlichen Kosten per Meter Blattbreite gleich N sind. Die Gesamtkosten des Webstuhles (C) sind also gegeben durch:

$$C = M + NW \quad 4.$$

Diese Beziehung kann nun benützt werden, um die Kosten des Webstuhles per eingetragenen Schußmeter zu berechnen. Letztere wollen wir als die spezifischen Kosten des Webstuhles (S) bezeichnen, sie sind gegeben durch:

$$S = \frac{C}{R} = \frac{M + NW}{k\sqrt{W}} \quad 5.$$

Durch Differenzierung dieser Formel läßt sich leicht feststellen, daß die spezifischen Kosten des Webstuhles dann einen Minimalwert haben, wenn $W = M/N$. Es folgt daher, daß die Frage, ob eine Vergrößerung der Blattbreite ökonomisch vorteilhaft ist, von den Werten M und N und von der bereits verwendeten Blattbreite abhängt. Für einen typischen englischen automatischen Schützenwebstuhl ist der Wert M ungefähr £ 500 und der Wert N ungefähr £ 100. Die optimale Blattbreite vom Standpunkt der Investitionskosten ist daher 5 bis 6 Meter. Natürlich ist dies nicht der einzige Standpunkt, den man bei der Beurteilung der Blattbreite einnehmen kann, und bei Einschluß anderer Erwägungen kommt man zu einer etwas niedrigeren Optimalbreite. Trotzdem liegt diese Optimalbreite wesentlich höher als die heute üblichen Breiten von 1,5 bis 2,0 Metern, daher kann man von einer Verbreiterung der Webstühle ökonomische Vorteile erwarten.

Das technische Problem, das hiebei gelöst werden muß, ist die Herstellung einer guten Endleiste beim Weben von zwei oder drei parallelen Tuchbahnen. Auf der Sulzer-Webmaschine ist dieses Problem durch ein elegantes mechanisches System gelöst worden, aber auf Schützenwebstühlen war man bis vor kurzem auf die Herstellung einer Dreherbindung angewiesen. Beim Weben von thermoplastischen Chemiefasern jedoch gibt es heute die Möglichkeit, durch Heißdraht-Schneidevorrichtungen eine gefällig aussehende und gleichzeitig starke Endleiste herzustellen. Hiebei ist es nicht notwendig, daß die gesamte Ware aus thermoplastischem Material hergestellt wird. Es genügt, daß entweder nur der Schuß oder nur die Kette aus solchem Material besteht, und bei gewissen Geweben genügt es sogar, wenn man nur an der Schneidestelle eine beschränkte Anzahl von thermoplastischen (etwa Polyamid-) Fäden einwebt. Somit haben die Chemiefasern dem Weber geholfen, die ökonomischen Vorteile breiter Webstühle voll zu genießen, und in der jüngsten Vergangenheit haben viele Webstuhlbauer solche Webstühle herausgebracht.

Verbesserung der Maschinen und der Arbeitsmethoden

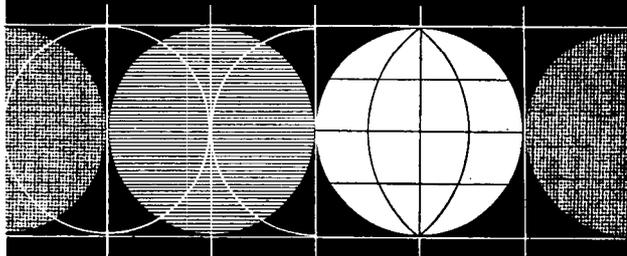
Chemiefasern, und zwar besonders in der Form von Endlosfasern, stellen an den Weber und den Webstuhl erhöhte Ansprüche und haben dadurch den Anstoß zu einer wesentlichen Verfeinerung der Maschinen und Arbeitsmethoden gegeben. Man kann natürlich verschiedener Meinung dar-

über sein, ob man eine Entwicklung als Fortschritt bezeichnen kann, die letzten Endes vielleicht nur dazu führt, mit Chemiefasern die gleichen Resultate zu erzielen, die man früher mit Naturfasern auf gröberen Maschinen und mit gröberen Arbeitsmethoden erzielt hat. Es muß hiebei aber in Betracht gezogen werden, daß doch der Einsatz von Chemiefasern an Stelle von Naturfasern entweder in bezug auf den Preis oder die Qualität der Ware von Vorteil ist und daß daher jede Entwicklung der Maschine, die diesen Übergang ermöglicht oder erleichtert, vom Standpunkt des Konsumenten einen fühlbaren Fortschritt darstellt. Ein klares und einfaches Beispiel dieser Art ist der Übergang von Baumwolle auf Polyester bei der Erzeugung von Segelstoffen. Baumwollsegelstoffe können auf einem verhältnismäßig einfachen und groben Webstuhl hergestellt werden. Würde man aber einen Segelstoff aus Polyester-Endlos Garn auf der gleichen Maschine weben, dann würde man wahrscheinlich eine Ware voll von Schußstreifen und beschädigten Einzelfasern erhalten. Es ist daher notwendig, den Polyesterstoff auf einer feineren Maschine herzustellen. Das geschieht heute in der Praxis, und das Resultat ist, daß der Besitzer von Polyestersegeln mit seinem Boot ungefähr um ein Drittel rascher segeln kann, als er es vorher mit Baumwollsegeln tun konnte

Welches sind nun die Eigenschaften, die eine Verfeinerung der Maschinen und Arbeitsmethoden erfordern? Eine der Haupteigenschaften ist ihre Gleichmäßigkeit, die dazu führt, daß alle kleinen Unregelmäßigkeiten der Maschine störend ins Auge fallen. Weiters handelt es sich um Fasern, die bei zu hoher oder unregelmäßiger Spannung strukturelle Änderungen erleiden, die sich zum Beispiel in verschiedener Farffinität bemerkbar machen. Synthetische Endlosfasern haben auch eine glatte Oberfläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten, und dadurch besteht das Problem, eine gute, solide Schußspule herzustellen, ohne auf der Spulmaschine eine zu hohe Garnspannung anzuwenden. Schließlich soll noch auf die wachsende Tendenz hingewiesen werden, synthetische Endlosfasern mit wenig oder gar keiner Drehung zu weben. Solche Garne erfordern schonende Behandlung, um eine Beschädigung der Einzelfasern zu vermeiden.

Um diesen Eigenschaften der Chemiefasern gerecht zu werden, war es im allgemeinen notwendig, präzisere Webstühle zu bauen, das heißt solche mit starken Rahmen und Wellen und mit verfeinerten Kett- und Warenbaumregulatoren, die eine gleichmäßige Kettspannung und Schußdichte gewährleisten. Die alten Baumwolllitzten, die keine seitliche Bewegung gestatteten, wurden durch gleitfähige Stahllitzten ersetzt, die sich der Lage des einzelnen Kettfadens anpassen können, und die Lade wurde mit einem Plüschbezug versehen, in den sich die Kettfäden des Unterfaches einbetten können, sodaß sie keiner reibenden Beanspruchung durch den Schützen ausgesetzt sind. Auch die Synchronisierung zwischen Fachbildung und Schützenschlag mußte verbessert werden. Auf Baumwollwebstühlen ist es üblich, daß der Schützen in das Fach eintritt, bevor es ganz offen ist, und es verläßt, nachdem es sich bereits zu schließen begon-

STOCKHAUSEN



... ein Name, der
die Pflege traditioneller
Erkenntnisse mit moderner
Forschung und Entwicklung verbindet.

Wählen Sie als Ihren Berater:

STOCKHAUSEN

ein Begriff

für die Qualität

bewährter

TEXTIL-HILFSMITTEL

moderner Prägung



Wir beraten Sie gerne

CHEMISCHE FABRIK STOCKHAUSEN S.C.E.
KREFELD-GERMANY

nen hat. Diese Art von Synchronisierung führt zu starker Beanspruchung der Kette durch den Schützen in der Nähe der Leisten. Daher war es notwendig, bei Webstühlen für Chemiefasern sicherzustellen, daß das Fach während des ganzen Schützenfluges offen ist. Auch die Synchronisierung von Fachbildung und Ladenbewegung mußte geändert werden. Auf Baumwollwebstühlen ist es üblich, das Fach zu schließen, wenn das Blatt noch etwa 5 cm vom Warenrand entfernt ist. Der Schuß wird dadurch bei geschlossenem Fach angeschlagen, und auch dies führt zu einer Scheuerung der Kette. Bei Chemiefasern ist es im allgemeinen üblich, das Fach erst dann zu schließen, wenn das Blatt schon ganz nahe am Warenrand ist. In bezug auf die geometrische Form des Faches ist es in der Baumwollweberei üblich, eine derartige Einstellung vorzunehmen, daß das Unterfach unter viel höherer Spannung steht als das Oberfach. Bei Chemiefasern führt eine solche Einstellung zu sehr störenden Schußstreifen an jenen Stellen des Gewebes, wo der Webstuhl stillstand, weil diese unterschiedlichen Spannungsverhältnisse zu unterschiedlicher Erschlaffung des Garnes Anlaß geben. Dadurch wird hier ein unerwünschter Ripseffekt erzeugt, der nicht nur das Aussehen, sondern auch die Festigkeit der Ware in der Kettrichtung beeinträchtigt. Bei automatischen Webstühlen ist es notwendig, einen Fühler zu verwenden, der die Schußspule abtastet, um festzustellen, ob sie noch genügend Garn enthält. Auf Baumwollwebstühlen hat man nur einen einfachen mechanischen Fühler, der bei jedem Ladenanschlag gegen das Garn auf die Spule drückt. Bei Chemiefasern führt diese Methode zur Gefahr der Beschädigung des Garnes. Deshalb wurden optisch-elektrische Schußfühler entwickelt, die die Spule auf schonende Weise durch einen Lichtstrahl abtasten. Wesentliche Verbesserungen wurden auch auf dem Gebiet des Schützenschlages und der Bremsung des Schützens eingeführt. Zu hohe positive und negative Beschleunigungen des Schützens bringen wegen des glatten Charakters des Garnes die Gefahr des Abschleudern des Schußgarnes von der Schußspule mit sich. Es war daher notwendig, diese Beschleunigungen auf ein Minimum zu reduzieren, und zwar durch entsprechende Verbesserung der Schlagexzenter und durch Einführung von hydraulischen Bremsvorrichtungen für Schützen und Schlagstock. Auf Baumwollwebstühlen ist es üblich, den Sandbaum mit perforiertem Blech zu überziehen, um einen guten Halt der Ware zu erreichen. Bei endlosen Chemiefasern würde ein derartiger Bezug zu schwerer Beschädigung der Ware führen, daher war es notwendig, neue Materialien zu entwickeln, die eine glatte Oberfläche, aber gleichzeitig einen hohen Reibungskoeffizienten haben.

So sieht man also, daß es kaum einen Teil des Webstuhles gibt, der nicht durch die Einführung der Chemiefasern wesentlich beeinflusst wurde. Auch blieb es nicht immer nur bei der Verbesserung bereits bestehender Vorrichtungen. Viel Forschungsarbeit ging dahin, gewisse Probleme durch prinzipielle Änderungen des Webstuhles zu lösen. Ein solches Problem wurde bereits erwähnt, nämlich die Schußstreifen, die nach Stuhlstillständen auftreten. Es handelt sich hier nicht nur um den erwähnten Ripseffekt, sondern

auch um lokale Störungen der Schußdichte, die dadurch entstehen, daß der Warenrand während eines Stuhlstillstandes seine Lage ändert, weil sowohl die Kette als auch die bereits gewebte Ware erschläfft. Beim konventionellen Webstuhl führt die Lade eine positiv kontrollierte Bewegung aus, und die Stärke des Schußanschlages (das heißt die Schußdichte) hängt deshalb kritisch von der Lage des Warenrandes ab. Der Verfasser baute nun einen Webstuhl mit einer neuartigen (negativen) Bewegung der Lade, wodurch die Schußdichte von der Lage des Warenrandes unabhängig ist. Mit dieser neuen Vorrichtung war es möglich, die störenden Ansatzstellen fast vollkommen zu beseitigen.

Wichtige Verbesserungen gingen auch in der Schußspulerei vor sich. Die Qualität der Fadenbremsen wurde wesentlich verbessert, sodaß es heute möglich ist, die Fadenspannung während des Spulens genau zu kontrollieren. Traditionell wird auf der Schußspulmaschine die geometrische Form der Schußspule durch eine negative Vorrichtung kontrolliert. Es handelt sich hier um ein Führädchen, das mit dem Fadenführer oszilliert und denselben immer dann weiterbewegt, wenn es an die Garnmenge anstößt. Der Sinn dieser Vorrichtung ist es, sicherzustellen, daß die Form der Spule durch etwaige Schwankungen in der Dicke des Garnes nicht beeinflusst wird. Ihr Nachteil ist, daß das Rädchen immer an das Garn anstößt und dadurch bei endlosen Chemiefasern das Garn beschädigen kann. Bei solchen Fasern kann man nun heute positive Vorrichtungen zur Kontrolle der geometrischen Form der Spule verwenden. Hierbei ist keine Berührung des Garnes notwendig, und da die Garne aus Chemiefasern außerordentlich regelmäßig sind, fällt auch die Notwendigkeit für eine negative Vorrichtung weg. In dem seltenen Fall, wo ein Chemiefasergarn unregelmäßig ist, ist die resultierende Mißgestalt der Spule ein Vorteil, denn das fehlerhafte Garn kann daran erkannt und sogleich beseitigt werden.

Die Form der Spule selbst unterscheidet sich bei Chemiefasern von der Form, die man bei Naturfasern verwendet. Bekanntlich besteht die Schußspule aus einem zylindrischen Körper mit einem kegelförmigen Ende, wobei der Fadenabzug während des Webens am kegelförmigen Ende vor sich geht. Ein wesentlicher Faktor in der Form der Spule ist nun der Halbwinkel (α) des Kegels. Untersuchungen über den Einfluß dieses Winkels haben zur Formulierung der folgenden Beziehung geführt:

$$T = \frac{K}{\mu - \alpha}, \quad 6.$$

- wobei T = Mindestspannung während der Spulerei zur Erhaltung einer stabilen Spule,
 μ = Reibungskoeffizient des Garnes,
 α = Kegelhawinkel der Spule,
 K = Konstante, die von der Beschleunigung des Schützens im Webstuhl abhängt.

Obige Formel zeigt, daß a umso kleiner sein muß, je niedriger die Spannung ist, die das Garn ertragen kann, und je niedriger der Reibungskoeffizient des Garnes ist. Im allgemeinen ertragen Chemiefasern eine geringere Spannung als Naturfasern und haben einen niedrigeren Reibungskoeffizienten. Daher muß der Kegelhawinkel kleiner sein. Bei Stapelfasern ist er gewöhnlich 12° bis 13° . Bei endlosen Chemiefasern wird ein Winkel von 8° bis 9° empfohlen. (Bei der Frage nach der erträglichen Spannung handelt es sich nicht um die Reißfestigkeit des Garnes, sondern um jene Spannung, die das Garn aushalten kann, ohne Änderungen zu erleiden, die sich möglicherweise in der Färberei bemerkbar machen.

Verbesserungen des Webstuhles sind auch dort zu verzeichnen, wo es sich um Spezialmaschinen handelt, entweder in bezug auf das Garn und Gewebe, oder in bezug auf die Maschine selbst. Als Beispiel kann man hier den Webstuhl für die Herstellung von Reifenkord erwähnen. In den meisten westlichen Ländern wird heute Reifenkord hauptsächlich aus Chemiefasern (Viskose und Polyamid) hergestellt. Es handelt sich hier um sehr grobe Garne und um sehr offene Gewebe mit nur ein oder zwei Schuß per cm. Außerdem muß man möglichst lange Warenbahnen in einem Stück herstellen, das praktisch keine Unregelmäßigkeiten der Schußdichte oder sonstigen Webfehler aufweisen darf. Der moderne Reifenkordwebstuhl nimmt die Kette direkt vom Spulengatter, da ja die Anzahl der Kettfäden gering ist. Er kontrolliert den Kettablaß auf positive Weise durch Druckwalzen und hat eine Fallwalze, die es dem Weber ermöglicht, die Ware zurückzulassen, ohne daß dadurch die Kettspannung sinkt. Die Ware wird hinter dem Rücken des Webers durch eine separate Vorrichtung aufgewickelt, wobei die Stoffrolle frei auf zwei getriebenen Walzen ruht, von denen eine etwas rascher als die andere läuft, sodaß der Stoff unter Spannung aufgewickelt wird, wodurch man eine harte Stoffrolle erzielt.

Spezielle elektrische Kontrollinstrumente ermöglichen es dem Weber, entweder Ware und Kette zusammen nach vorne oder rückwärts zu bewegen, oder - wenn notwendig - separate Bewegungen der Kette oder der Ware in beiden Richtungen vorzunehmen. Das Resultat ist, daß es heute möglich ist, praktisch ohne weitere Inspektion große Mengen fehlerfreier Ware direkt ab Webstuhl in die Reifenerzeugung zu leiten.

Es soll hier auch erwähnt werden, daß zusätzlich zu der ursprünglichen Sulzer-Webmaschine, die in der Kette nur für Stapelfasergarne geeignet war, in den letzten Jahren ein neues Modell herausgebracht wurde, das zum Weben von Endlosfasern in Kette und Schuß geeignet ist. Verbesserungen wurden durchgeführt, die es dem Greiferschützen ermöglichen, das Garn zu erfassen, ohne es zu beschädigen. Die Leistenbildung wurde verfeinert, sodaß auch die glatten Endlosgarne eine gute, starke Leiste bilden. Die Ausführung der Schützenführungselemente wurde so verbessert, daß die Gefahr von Scheuerung der Kettfäden und von Kettstreifigkeit beseitigt wurde. Durch entsprechende Veränderungen der Vorrichtung zur Leistenbildung wurde es auch

möglich gemacht, auf der Sulzer-Maschine Polyamid- oder Polyesterkräuselgarne als Kette zur Herstellung von Geweben mit hoher Dehnbarkeit in der Kettrichtung zu verarbeiten.

Beschleunigung und Erweiterung von Neuentwicklungen an Webstühlen

Es sollen hier vor allem zwei Neuentwicklungen besprochen werden, die ohne besondere Bezugnahme auf Chemiefasern entwickelt wurden, die sich aber speziell bei diesen Fasern als vorteilhaft erwiesen und dadurch weitere Anwendung gefunden haben, als man es sonst vielleicht hätte erwarten können. Es handelt sich um die Unifil-Spulvorrichtung, die den Schuß am Webstuhl selbst spult, und um den Box Loader mit Kastenmagazin an Stelle des kreisförmigen Magazins.

Worin liegt nun der besondere Vorteil dieser beiden Vorrichtungen in bezug auf Chemiefasern? Praktische Erfahrung zeigt, daß es auf der Garnspule, die der Garnerzeuger liefert, gewisse kleine Unterschiede gibt zwischen dem Garn, das auf der Außenseite der Spule liegt und jenem, das auf der Innenseite liegt. Diese Unterschiede sind so klein, daß sie nicht bemerkbar sind, falls das Garn in der Reihenfolge gewebt wird, in der es auf der ursprünglichen Spule war. Falls es jedoch vorkommt, daß eine Spule mit Garn von der Außenseite direkt neben einer Spule mit Garn von der Innenseite verwebt wird, dann merkt man den Unterschied

in der Form eines Schußstreifens, der einen Gewebefehler darstellt. Der Vorteil der beiden erwähnten Vorrichtungen ist nun, daß diese automatisch und ohne jede weitere Vorkehrung sicherstellen, daß das Garn in der ursprünglichen Reihenfolge verwebt wird.

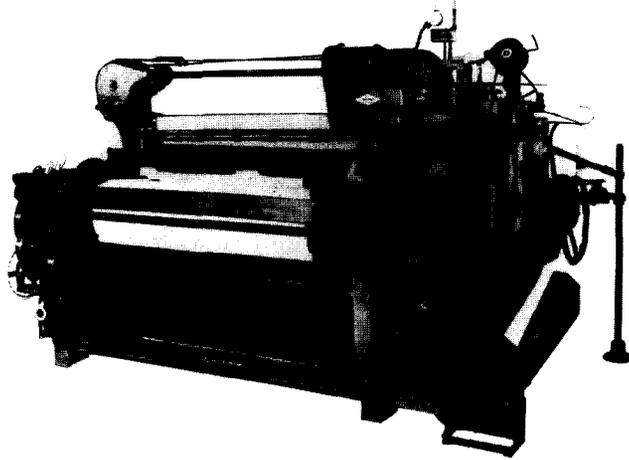


Abb. 4: Das Schußspulaggregat Unifil an einem Picanol-Webstuhl

Die Unifil-Vorrichtung war von Anfang an prinzipiell sowohl für Stapelfasern als auch für Endlosgarne geeignet. Bei dem Box Loader mußten gewisse Weiterentwicklungen durchgeführt werden, bevor er für Endlosfasern geeignet war. In seiner ursprünglichen Form fielen die Schußspulen einfach von der Spulmaschine in den Magazinkasten, sodaß ihre Reihenfolge nicht gewahrt blieb. Außerdem brachte das Herumrutschen im Kasten die Gefahr der Abscheuerung des Garnes mit sich. Daher war der Box Loader in dieser Form nur für Stapelfasergarne geeignet. In seiner jüngsten Form jedoch hat der Magazinkasten separate Abteile, die dem Durchmesser der Spule entsprechen. Dadurch liegen die Spulen in richtiger Reihenfolge übereinander und nebeneinander. Der Unterschied zwischen Unifil und Box Loader ist, daß der erstere die Spulen in derselben Reihenfolge an den Stuhl liefert, in der sie gespult wurden, während der letztere sie in umgekehrter Reihenfolge liefert. In dieser Beziehung ist die Methode des Box Loaders etwas besser, da jede einzelne Spule auch in der umgekehrten Richtung abgewebt wird als in der, wie sie gespult wurde. Das heißt, das Garn, das zuerst gespult wurde, wird zuletzt gewebt. Der Box Loader bewahrt somit genau die Reihenfolge des Garnes auf der ursprünglichen Spule, wenn auch in umgekehrter Richtung, während bei Unifil bei jedem Spulenwechsel ein Sprung um die Länge von zwei Spulen vor sich geht. Jedenfalls haben beide Vorrichtungen beim Weben von Chemiefasern entscheidende Vorteile gegenüber der traditionellen Schußspulerei, und viele Weber haben darum ihre Webstühle auf eines dieser beiden Systeme umgestellt.

Verbesserung der Gewebe

Es wurde schon am Anfang dieses Referates darauf hinge-

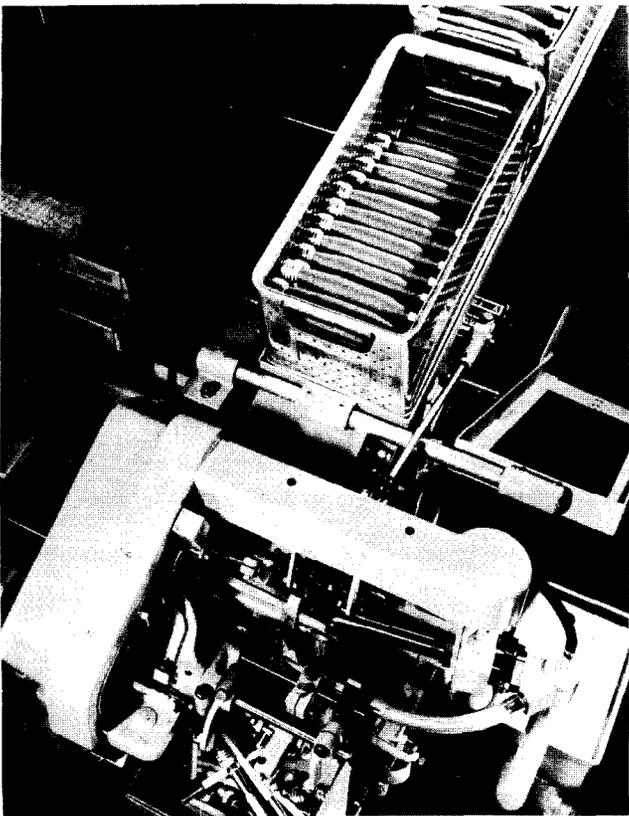


Abb. 3: Der Boxloader der Firma Georg Fischer

wiesen, daß wir uns hier nicht mit jenen Verbesserungen befassen wollen, die allein auf die besseren Eigenschaften der Chemiefasern zurückzuführen sind, sondern uns darauf beschränken wollen, Verbesserungen zu besprechen, bei denen der Weber selbst entscheidenden Beitrag zu leisten hatte. Es handelt sich hier vor allem um die Ausnutzung der speziellen Eigenschaften der synthetischen Kräuselgarne. Eines der populärsten Anwendungsgebiete dieser Garne ist die Erzeugung von elastischen Stoffen für Skihosen und ähnliche Zwecke, wobei das Kräuselgarn entweder als Kette oder als Schuß verwendet wird, mit irgendwelchem Stapelfasergarn in der anderen Richtung. Der Charakter von Kräuselgarnen ist bekanntlich so, daß schon eine geringe Spannung die Kräuselung beseitigt und das Garn glatt macht. Die Spannungen, die das Garn nun in der Weberei erfährt, sind weitaus mehr als genug, um diesen Effekt zu bewirken, und falls die Gewebedichte entsprechend hoch ist, hat das Garn nicht die Möglichkeit, seine Kräuselung wiederzugewinnen, auch wenn die Spannung nicht mehr existiert. Das heißt, die Verwendung von Kräuselgarnen an sich garantiert nicht, daß man ein elastisches Gewebe erhält. Es obliegt dem Weber, die Gewebedichte so zu wählen, daß das Garn nach Ablassen der Spannung und in der folgenden Nachbehandlung seine Kräuselung und damit seine Elastizität wiedergewinnt. Die Gewebedichte ist natürlich nicht nur eine Frage der Kett- und Schußdichte, sondern betrifft auch die Garnnummer und die Bindung, und somit hat die Einführung der elastischen Gewebe aus Kräuselgarnen den Anlaß zu weitgehenden Untersuchungen über die komplizierten Beziehungen zwischen Garneigenschaften, Garnnummer, Garndichte und Bindung gegeben, und das Resultat sind die hochwertigen Stoffe, die in den letzten Jahren auf den Markt gekommen sind.

Die Kräuselgarne haben dem Weber weiters die Möglichkeit gegeben, sehr gefällige Stoffe mit dreidimensionalen Effekten herzustellen. Durch entsprechenden Entwurf der Bindung und durch die Kombination von Kräuselgarnen mit Materialien, die bei Naßbehandlung nur wenig schrumpfen, können die letzteren aus der Ebene des Gewebes gehoben werden, was speziell beim Einweben von Metallfäden sehr interessante Resultate gibt.

Zusammenfassung

Der wachsende Einsatz von Chemiefasern hat in der Weberei eine entscheidende Umwälzung mit sich gebracht. Es werden nicht nur bessere Gewebe auf verfeinerten Maschinen erzeugt, auch die Weber selbst haben ein neues Verständnis für ihre Maschinen und Arbeitsmethoden und für die Beziehungen zwischen dem Rohmaterial, der Maschine und dem Endprodukt errungen.

Diskussion

Prof. Dr. Köb: Wir wollen der Reihe nach die verschiedenen Fragen diskutieren, die sich aus dem weitgespannten Vortrag Dr. Greenwoods ergeben haben. Zuerst sollen Fragen der mathematischen Behandlung der Webstuhlbreite besprochen werden, dann der Düsenwebstuhl, drittens die Fragen der Praktiker und zum Schluß, wie es überhaupt mit der Weberei steht.

Enzian: Haben Sie schon eine Idealzahl für die Gewebebreite gefunden? Sie haben eine maximale Geschwindigkeit von 420 m/min erwähnt. Welche Blattbreite bedingt diese Geschwindigkeit?

Dir. Dr. Greenwood: Ich kann Ihnen nur die Erwägungen sagen, die man für eine bestimmte Ware in Betracht ziehen muß.

Enzian: Es gibt doch verschiedene Breiten, wie 90, 120, 150 cm, wobei die Konfektionäre noch breitere Stoffe haben möchten. Einige Herren von der Firma Sulzer haben erzählt, russische Wissenschaftler hätten gefunden, daß die Breite von 2,20 m bei hoher Tourenzahl und großer Schußeintragungsgeschwindigkeit die günstigste wäre.

Dir. Dr. Greenwood: Es ist unmöglich, eine derartige Ziffer anzugeben, ohne das Garn, das Sie verweben, in Betracht zu ziehen. Wenn Sie vom Standpunkt der Investitionskosten ausgehen, dann kommen Sie auf eine ziemlich hohe optimale Blattbreite, die davon abhängt, ob es sich um eine einfache oder um eine komplizierte Maschine handelt. Die Firma Sulzer kann schon viele Qualitäten verarbeiten. Ich kann mir aber nicht vorstellen, daß dieselbe Breite für Baumwollgarne wie für Filamente gleich gut geeignet sein soll.

Enzian: Das hängt davon ab, ob die Ware die hohe Tourenzahl trägt.

Dr. Laub: Sie haben in Ihrem Vortrag gezeigt, wie die Nachteile, die die Synthefasern gegenüber den Naturfasern haben, die Maschinenhersteller zur Konstruktion besserer Maschinen stimuliert haben.

Dir. Dr. Greenwood: Ich möchte dazu bemerken, daß es ein zweifelhafter Punkt ist, ob man jene Veränderungen an den Maschinen als Vorteile betrachten kann, die einfach darauf hinzielen, gewisse Schwierigkeiten bei den Synthefasern zu kompensieren. Ich finde dennoch, daß das bei Betrachtung des Gesamtbildes ein Fortschritt ist. Terylene-Segel können nicht auf einem einfachen Baumwollwebstuhl hergestellt werden, dazu braucht man einen teureren. Aber mit dem neuen Segel kann man um 30 Prozent rascher segeln. - Der einzige wirklich wichtige Fortschritt in dieser Beziehung ist der Düsenwebstuhl. Der Lärm in einer modernen Weberei wurde dadurch vermindert und der ganze Eindruck verändert. Das Weben auf breiten Stühlen, sofern es überhaupt ökonomisch ist, wurde durch die Chemiefasern erleichtert. Durch die Reißfestigkeit der Synthefäden kann man rationeller arbeiten. In hochentwickelten Ländern kann man heute dreißig bis vierzig nichtautomatische Webstühle einem einzigen Weber anvertrauen, weil die Spulen bei feinem Garn sehr lang laufen. Aber ganz große Fortschritte hat es in der Webtechnik durch die Chemiefasern eigentlich nicht gegeben.

Dr. Laub: Gibt es bestimmte Anforderungen an die Eigenschaften der Synthefasern, ausgedrückt durch physikalische Meßwerte, die bisher einen Vorteil gebracht haben, oder deren Verbesserung in einer bestimmten Richtung wünschenswert wäre?

Dir. Dr. Greenwood: Für uns Weber ist vor allem die Reißfestigkeit interessant. Die hohe Geschwindigkeit der Düsenwebstühle wurde dadurch erst ermöglicht.

Dr. Laub: Im allgemeinen wird die Forderung nach erhöhter Festigkeit in der Synthefaserindustrie - abgesehen vom technischen Bereich - fast als Unfug abgetan. Es wird behauptet, daß eine Reißfestigkeit von 5 g/den an keiner Stelle der Verarbeitung benötigt wird. Glauben Sie, daß bei den wasserstrahlgetriebenen Webstühlen eine spezifische Reißfestigkeit benötigt wird?

Dir. Dr. Greenwood: Wenn Sie zwei Webstühle haben, die zwar mit verschiedener Geschwindigkeit laufen, aber sonst in bezug auf Fa-

denbrüche per Kilometer Fadenlänge gleich sind, dann können Sie sich ausrechnen, daß der Nutzeffekt des raschen Webstuhles geringer ist als der des langsamen. Die Zeit, die man braucht, um einen Fadenbruch zu reparieren, ist konstant. Außerdem zahlt man auch mehr für einen Hochleistungswebstuhl. Bei Betrachtung aller Gesichtspunkte kommt man zu dem Schluß, daß es bei gleichbleibender Beanspruchung des Garns, bezogen auf die Einheit der Garnlänge, nicht unbedingt ökonomischer ist, hohe Geschwindigkeiten zu erreichen. Die erhöhte Festigkeit ist nicht immer notwendig für diese Webstühle, aber sie ermöglicht es, die hohen Geschwindigkeiten auszunutzen, ohne gegen eine ökonomische Mauer anzulaufen.

Dr. Laub: Man kann also das ganze Problem auf die Fadenbruchreinheit zurückführen.

Prof. Dr. Köb: Ich glaube, Sie reden von verschiedenen Dingen. Wir sind alle der Meinung, daß eine Durchschnittsreißfestigkeit von 3 g/den genügt, denn sonst könnte man Azetatfasern nicht verspinnen.

Dir. Krahen: Man darf bei einer Optimierungsrechnung folgendes nicht vergessen: Wenn Sie nur die Investitionskosten des Webstuhles in Betracht ziehen, dürfen Sie nicht die nachfolgenden Ausrüstungsaggregate vernachlässigen. Denn die Preise für die HT-Apparaturen, Spannrahmen etc. steigen nicht linear mit den Gewebebreiten, sondern progressiv an.

Dir. Ing. Kleibel: Beim Weben mehrerer Bahnen nebeneinander erhält man eine schlechtere Webkante als beim normalen Stuhl. Darauf muß der Ausrüster speziell Rücksicht nehmen. Der kleine Vorteil des Webers geht daher beim Ausrüster wieder verloren.

Enzian: Aus wievielen Kreuzspulen arbeitet der Düsenwebstuhl? Ich finde es besser, wenn man nach der Methode der Firma Sulzer die Spulen mischt, um Zwischenräume und Streifen zu vermeiden.

Dir. Dr. Greenwood: Der Düsenwebstuhl arbeitet mit zwei Spulen, das heißt mit einer Magazinspule. Man kann nicht mischen. In der Endlosweberei bestand in den letzten Jahren die Tendenz, vom Mischen abzugehen, weil sich die Praxis des "sequence winding" soweit durchgesetzt hat, daß dieses Problem dadurch gelöst wurde.

Mohr: Wird beim Düsenwebstuhl bei verschiedenem Denier (20 bis 200) die eingespritzte Wassermenge variiert, die den Faden transportiert? Oder geht bei gleichbleibendem Wasserstrahl die Geschwindigkeit des Webstuhles mit steigender Denierzahl zurück? Der Düsenwebstuhl müßte sich dann in der Produktion dem Schußmaterial anpassen. Hat der pneumatische Webstuhl Vorteile gegenüber dem hydraulischen?

Dir. Dr. Greenwood: Am hydraulischen Webstuhl sind Druck

Menge und Richtung des Wasserstrahls sehr gut einstellbar. Der Strahl muß im Bogen etwas nach oben und nach vorne gerichtet sein. Wasser ist ökonomischer als Luft. Die Reibung zwischen Wasser und Garn ist höher als die zwischen Garn und Luft. Die Luftgeschwindigkeit muß etwa zehnmal größer sein als die des Garns, die Wassergeschwindigkeit aber nur um 10 Prozent. Meiner Ansicht nach soll man Wasser oder Luft je nach den gegebenen Bedingungen verwenden. Normalgeschlichtete Garne können Sie natürlich nicht mit dem Wasserstrahl transportieren. Der hydraulische Webstuhl ist geeignet für Nylon, Polyester und vielleicht Azetat, das heißt für Endlosfäden im allgemeinen. Für Stapelfasern ist Luft besser geeignet.

Prof. Dr. Köb: Wie behandelt man die nasse Warenrolle?

Dir. Dr. Greenwood: Das kommt darauf an, ob Sie den tschechischen oder den japanischen Webstuhl benutzen. Die Ware liegt bei dem ersteren unter einem Winkel, sodaß das freie Wasser ablaufen kann. Dann passiert sie zwei Quetschwalzen, geht hierauf unter dem Webstuhl durch und wird hinter der Maschine aufgewickelt. Trotz der Geschwindigkeit des Webstuhles ist die Ware doch verhältnismäßig lange Zeit (10 Minuten) frei der Luft ausgesetzt; das hängt von der Schußdichte ab. Außerdem handelt es sich um ein hydrophobes Material. Wenn die Ware aufgewickelt wird, ist sie nur leicht feucht, aber nicht naß. Die Schimmelbildung muß man durch Zufügen von Chemikalien in das Wasser verhindern.

Onnen: Gibt es Drehungsverluste bei diesem, durch den Wasserstrahl eingeschossenen Faden? Wie wirkt sich das bei schwachgedrehten Endlosfäden aus? Wie verhalten sich dabei texturierte Garne?

Dir. Dr. Greenwood: Für hochgedrehte Schußgarne ist der Düsenwebstuhl nicht geeignet. Er wird für Garne ohne oder mit nur geringer Drehung verwendet. - Ich habe den Düsenwebstuhl in meinem Vortrag nicht herausgestellt, weil er so wichtig ist, sondern weil er den Einfluß der Chemiefasern auf die Weberei illustriert. Auch Kräuselgarn kann darauf kaum als Schuß gewebt werden.

Kreidler: Ich habe an der Universität von Manchester bei Professor Vincent einen kinetischen Webstuhl gesehen. Dabei wird das Garn ohne Hilfe von Wasser oder Luft und ohne Schützen, nur mit der eigenen Beschleunigung durch ein Fach geworfen.

Dir. Dr. Greenwood: Dieser Webstuhl ist im Versuchsstadium und noch nicht kommerziell brauchbar. Man kann damit zum Beispiel noch keine Endleisten machen. Selbst bei optimistischer Einschätzung würde er sich hauptsächlich für grobe Baumwollgarne eignen, betrifft also nur in beschränktem Maße die Chemiefasern.



BÜRO-ORGANISATION

Robert Streit

L I N Z - A M S T E T T E N - W I E N

- BÜROMASCHINEN-V.V. APPARATE
- BÜROBEDARF-ORGANISATIONSMITTEL
- TECHNISCHE ZEICHENARTIKEL - PAPIERE
- SPEZIAL-FACHREPARATURWERKSTÄTTE

Einsatz der verschiedenen Chemiefasertypen zur Herstellung textiler Flächengebilde

Dir. Dr. R. Kleim
Rhodiaceta, Lyon

Der Vortrag behandelt die Kapitel Spinnerei mit ihren Unterabteilungen Weberei, Wirkerei und Ausrüstung. Im allgemeinen befaßt sich das Referat mit den verschiedenen Fasern in unterschiedlichen Verwendungsgebieten, hält sich jedoch in erster Linie an französische Erzeugnisse, weil diese dem Vortragenden am besten bekannt sind.

In der Weberei werden die Verwendungsmöglichkeiten von Nylon-Endlos Garn für eine Reihe von Textilien erörtert, ebenso die Haupteinsatzgebiete von Polyester-Endlos Garnen. Hier soll auch von neu entwickelten Polyester-Endlos Garnen mit hohem Schrumpfermögen und über ebensolche Garne mit geringem Pilling die Rede sein.

Weitere Ausführungen beziehen sich auf die Verwendung von Polyacryl-Endlos Garnen für eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten, sowohl rein als auch in Mischung mit Polynosics oder Baumwolle, unter Erörterung der Vorzüge solcher Artikel. Eingehend werden auch Erzeugnisse aus Polyacryl/Viskose-Gemischen besprochen und deren Verwendungsgebiete aufgezählt, zum Beispiel auch für geraute Waren.

Bezüglich der Acetat- und Triacetatgarne, entweder rein oder in Mischung mit Viskose, wird ebenfalls deren Einsatz in verschiedenen Anwendungsgebieten behandelt.

Soweit in diesem Vortrag Dekorationsstoffe und ähnliche Waren Erwähnung finden, beschränkt sich die Diskussion auf glatte Artikel. Auf Plüsch-, Tufting- und Boucléwaren wird nicht näher eingegangen, die Malimo-Verfahren werden jedoch besprochen.

In der Wirkerei wird zunächst der Einsatz von Nylon-Endlos Garn auf dem Wäschesektor als einem der wichtigsten Verwendungsgebiete näher erörtert, ebenso die Anwendung texturierter Garne für Oberbekleidung. Darauf folgen in gleicher Weise Ausführungen über die zweckmäßigen Einsatzgebiete von Polyester- und Polyacrylgarnen, endlos und gesponnen. Die Polyacryl-Spinnfaser ist die Spinnfaser für sämtliche Wirkwaren schlechthin. Ihre Entwicklung auf diesem Gebiet ist bedeutender als jene des Endlos Garns.

The lecture deals with spinning and the secondary departments of weaving, knitting and finishing. While the different fibres used in various applications are included in the discussion, the lecturer chiefly refers to the French products, being primarily acquainted with those.

In connection with the weaving sector, the use of nylon filament yarns in a number of textiles, as well as the main fields of application of polyester filament yarns are discussed. Reference is made here, in addition, to newly developed high-shrinkage polyester filament yarns and pill-resistant polyester filament yarns.

The lecture goes on to comment on the use of polyacryl filament yarns - both alone and in blends with polynosics or cotton - in a variety of applications, and on the advantages offered by such articles. A detailed account is given also on polyacryl/viscose blends and on the products in which they can be used, e.g. raised goods.

The use of acetate and triacetate yarns, alone and in blends with viscose fibres, in various fields of application is another subject included in the lecture.

Concerning the home furnishing fabrics mentioned therein, the discussion is limited to plain articles, excluding plush, tufted goods and bouclé fabrics. The Malimo techniques are, however, commented on.

With reference to the knitting sector, the use of nylon filament yarns in lingerie, which is referred to as one of their most important fields of application, and the use of texturized yarns in outerwear, are subjected to a careful study, followed by an equally detailed discussion of appropriate uses of polyester and polyacryl filament yarns and spun yarns. Polyacryl staple is the staple fibre preferentially suited for use in all knit goods. Its importance in this field exceeds that of the filament yarn.

Das Thema, worüber wir sprechen wollen, betrifft ein ausgedehntes Anwendungsgebiet, und wir wollen uns einen allgemeinen Überblick über die Entwicklung der Textilien seit dem Aufkommen der synthetischen Chemiefasern - im wesentlichen der Polyamide, der Polyester und der Acrylfasern - neben den Zellulose regeneratfasern und den herkömmlichen Naturfasern verschaffen. Das Charakteristische dieser Entwicklung ist ihre Schnelligkeit - sie brauchte weniger als zwanzig Jahre -, wenn man bedenkt, daß Baumwolle, Wolle und Seide dem Menschen seit undenklichen Zeiten bekannt sind. Wir wollen die Verdienste dieser Naturtextilien würdigen und uns daran erinnern, daß uns Herodot, der im 5. Jahrhundert vor Christus lebte, erzählt, daß sich die Kleidung der Babylonier aus einem Leinenhemd und einer Wolltunika zusammensetzte. Die natürliche Seide war den Chinesen seit dem Jahr 2500 vor Christus bekannt, denn die Sage erzählt, daß zu jener Zeit die Prinzessin Hsi-Ling-Shi als erste diesen wunderbaren Faden abspulte.

Die künstlichen Fasern kamen nach der berühmten Erfindung des Grafen Chardonnet im Jahre 1884 auf und wurden unter dem Namen „Reyon“ ab 1934 allgemein bekannt.

Die synthetischen Fasern erfuhren ihrerseits ihre erste Verbreitung mit dem von DuPont im Jahre 1938 herausgebrachten Nylon. Textilartikel aus Synthesefasern erschienen jedoch erst nach 1945 auf dem Markt; sie waren zunächst aus Nylon, dann - in unserem Land (Frankreich) - aus PVC, das ab 1948 Rhovyl genannt wurde. - Die Acrylfasern folgten 1948 in den USA, 1955 in Frankreich; die Polyesterfasern wurden um 1954 entwickelt, gefolgt von anderen Syntheseprodukten, wie den Polyolefinen und den Elastomeren.

Worauf ist dieser rasche und massive Einbruch der Chemiefasern auf dem Textilgebiet zurückzuführen?

- Auf den ständig zunehmenden Bedarf an Textilien in der Welt;
- Auf den Willen der heimischen Industrien, ihre Produktion durchzusetzen, um von Einfuhren natürlicher Fasern unabhängig zu werden;
- Auf das demographische Wachstum in der Welt, denn man weiß, daß 25 Prozent der Textilien von jungen Leuten zwischen 15 und 24 Jahren und 43 Prozent von Personen zwischen 25 und 34 Jahren verbraucht werden;

- Auf die zweckmäßigen Eigenschaften der Synthefasern, die den Naturfasern in bezug auf Waschbarkeit, Beständigkeit, leichtes Trocknen, Festigkeit, Elastizität usw. zweifellos überlegen sind;
- Auf ihre vorteilhafte Mischbarkeit mit den Naturfasern - jede der Fasern bringt die ihr eigenen Qualitäten mit. Man erhält Artikel, in denen der Verbraucher im allgemeinen die bekannten Qualitäten der herkömmlichen Fasern, aber auch den Komfort und die Gebrauchstüchtigkeit der neuen Chemiefasern wiederfindet.

Nach dieser kurzen Analyse der Ursachen, die zum raschen Aufkommen der Chemiefasern in der Textilwelt geführt haben, wollen wir noch einige Worte über die Folgen sagen, die sich daraus für alle Stufen des Textilgewerbes ergeben haben. Jeder weiß, daß die Chemiefasern unsere Textilindustrien rasch gezwungen haben, sich anzupassen, sich zu spezialisieren und sich ständig um Neuschöpfungen zu bemühen. Die Techniker mußten sich den neuen Verfahren anpassen, die bisher verwendeten Geräte mußten oft rasch umgebaut werden, und die Fabrikate der Spinnerei, der Weberei, der Strickerei oder der Wirkerei erfuhren manchmal tiefgehende Veränderungen. Der Industrieunternehmer mußte sich nicht nur den neuen, durch die Chemiefasern notwendig gewordenen Verfahren anpassen, sondern auch die Forschungstätigkeit auf die Schöpfung stets neuer Produkte ausrichten.

I. Die Chemiefasern in der Spinnerei

Bevor ich zu Ihnen von den praktischen Anwendungsmöglichkeiten in der Weberei, der Strickerei und Wirkerei oder der Möbelstoffherstellung spreche, möchte ich noch einige Worte über die Entwicklung der Spinnerei im allgemeinen sagen.

Seit Jahrzehnten kannten wir eine Spinnereitechnik, deren Grundprinzipien unverändert blieben. Stellen Sie sich eine Baumwoll- oder Kammgarnspinnerei vom Anfang unseres Jahrhunderts bis etwa 1945/1950 vor. Die herkömmlichen Baumwoll- oder Wollfasern hatten in den Spinnereien unserer Väter niemals umwälzende Veränderungen hervorgerufen. Die Chemiespinnfasern hingegen, die anfangs nur in Flockenform vorlagen, da man sich bemühte, ihnen das Aussehen von Naturfasern - besonders mit deren Kräuselung - zu geben, wurden sehr bald in anderer Form geliefert, nämlich in Gestalt eines aus endlosen Einzelfäden zusammengesetzten Kabels von 100 000 bis 500 000 den (111 000 bis 555 000 dtex bzw. 11,1 bis 55,6 ktex). Diese Kabel werden auf Konvertern vom Typ "Pacific" von Warner & Swasey, Rieter oder P. Smith in die gewünschte Stapellänge zerschnitten. Es erwies sich schnell, daß diese Technik wettbewerbsfähiger als das klassische Streichverfahren war. Sie wurde vor allem für die Polyamide und die Polyester angewandt. Das zu konvertierende Kabel wird in einigen Ländern, wie zum Beispiel in Frankreich, seit einigen Jahren durch das Reißkabel ersetzt. Diese neue Technik, die in ihren Grundsätzen ebenso umwälzend wie das Konverterver-

fahren ist, findet zahlreiche Anhänger, da sie zu einem geringeren Selbstkostenpreis führt und dem Garn weitaus bessere technische Qualitäten verleiht, sodaß daraus Artikel hoher Qualität gewebt werden können. Die Schappe-Spinner hatten lange vor 1940 Reißverfahren für die Viskose ausgearbeitet und den Ruf von Spezialisten auf diesem Gebiet erworben. Zur Zeit bauen mehrere Maschinenbauer Reißmaschinen, zum Beispiel TURBO in Landsdale (USA), dessen Reißmaschine sich vor allem für die Acrylfasern eignet, und SEYDEL in Bielefeld (Deutschland), der mehrere Maschinenmodelle für die Acrylfasern und die Polyesterfasern anbietet. Einige bedeutende Spinnereien haben sogar eigene Reißmaschinen geschaffen - so groß ist der Vorteil dieser Technik im Vergleich zu den Verfahren, die man bisher kannte. Man denkt heute sogar an die Verwendung von Reißkabeln in der Baumwollspinnerei, 40 oder 60 mm, was zu einer weiteren Umwälzung der Prinzipien der Baumwollverarbeiter führen würde, da man ja bei der Verarbeitung der Chemiefasern nach dem "tow to top"-Verfahren Öffner, Schlagmaschinen und Karden weglassen würde. Auf diesem Gebiet werden Sie auf der nächsten internationalen Textilausstellung in Basel im September dieses Jahres äußerst interessante Neuschöpfungen sehen.

Zum Abschluß dieses der Spinnerei gewidmeten Kapitels können wir sagen, daß die Chemiefasern in den letzten zehn oder fünfzehn Jahren die Verarbeitungsverfahren geradezu revolutioniert haben und daß sich Ingenieur und Techniker diesen neuen Methoden ständig von neuem anpassen müssen. Am Beispiel Frankreichs kann man behaupten, daß beträchtliche Mengen Viskose-, Acryl- und Polyesterfasern in Form von Reißkabeln verkauft werden; diese Entwicklung kann in Zukunft nur noch an Umfang zunehmen, ob es sich nun um Chemiefasern rein oder in Mischung mit Naturfasern handelt.

II. Die Chemiefasern in der Weberei

Für die Weberei wollen wir die drei synthetischen Hauptfasertypen untersuchen, das heißt die Polyamide, die Polyester und die Acrylfasern. Ich werde mich bemühen, Ihnen einen Überblick über die Lage auf dem Textilmarkt in Frankreich zu geben, denn es besteht kein Zweifel darüber, daß die Anwendungsgebiete je nach der Natur der verwendeten Fasern und den Bedürfnissen der einzelnen Länder entsprechend verschieden sein können.

1. Bei den Polyamiden wird das Endlosgarn weit häufiger als die Faser verwendet. Wir sprachen bereits von den Umwälzungen, die die sogenannten "tow to top"-Verarbeitungsverfahren für die Chemiefasern mit sich brachten. Im Hinblick auf das Chemie-Endlosgarn können wir sagen, daß ähnliche Umwälzungen durch das Auftauchen von texturierterm Garn hervorgerufen wurden. Es handelt sich hierbei um ein ursprünglich glattes Endlosgarn, dem man ein bauschiges, besonders voluminöses und „textileres“ Aussehen verleiht; hinzu kommen oft noch elastische Eigenschaften, die bisher unbekannt waren.

Unter den Polyamiden haben die texturierten Garne sehr rasch großen Absatz in der Weberei gefunden, und zwar mit „Stretchgarn“ vom Typ „Helanca“ in der Kette und im Schuß aus Wolle oder Viskose für Skihosen.

Auf dem Gebiet der Freizeitkleidung, wie zum Beispiel für Strandhosen, Shorts, Badeanzüge, zeichnet sich für ein Gewebe aus Nylon- oder Acrylfaser in der Kette und texturiertem Nylongarn, zweifädig zu 70/17 den (77,8/17 dtex) im Schuß zur Erzielung von Nervosität, eine gleichmäßige Entwicklung ab.

Ein Schutzkittel aus nichttexturiertem Endlos Garn, Kette: Nylon 70/23 den (77,8/23 dtex), Schuß: 70 den (77,8 dtex), 100 bis 150 Drehungen per Meter, wird seit vielen Jahren von Laborantinnen, Verkäuferinnen, Friseurinnen und Hausfrauen getragen. Schwerere Stoffe aus dem gleichen Endlos Garn werden ebenfalls für Herrenkittel verwendet, im allgemeinen aus 210/34 den (233/34 dtex) in Kette und Schuß. Hinzu kommen hübsche Phantasiestoffe vom Schottenmustertyp, vor allem für Kinder.

Die Polyamide werden in hohem Maße für Einlageartikel verwendet, meistens als Fasergarn in Kette und Schuß. Seit einiger Zeit machen ihnen jedoch auf diesem Absatzgebiet die Vliesstoffe oder „Permanent Press“-behandelten Stoffe aus natürlichen oder künstlichen Fasern, die im allgemeinen durch synthetische Fasern verstärkt werden, Konkurrenz.

Die Industriestoffe, darunter die Lastwagenplanen aus Endlos Garn von 210, 420 oder 840 den (233, 466 oder 932 dtex), stellen eine ernstzunehmende Absatzmöglichkeit für Polyamidgarne dar.

Unter den aus rein synthetischen Garnen gewebten Qualitäten wurden in Frankreich Mischgewebe aus Polyamid- und Acrylfasern entwickelt, und zwar Kette aus Nylon 70 den (77,8 dtex) und Schuß aus reiner Acrylfaser Nm = 1/60. Diese Artikel sind nicht so schlüpfrig wie Stoffe aus Nylon allein in Kette und Schuß.

Das Herrenoberhemd war lange ein wichtiges Absatzgebiet für Nylon-Webstoffe (Kette: Nylon-Endlos Garn 70 den (77,8 dtex), Schuß: Nylon-Fasergarn Nm 100/2). Dieses Hemd setzt sich weiterhin durch, trotz der Schwierigkeit, in Nm 100 ein Reißgarn guter Qualität zu erhalten; es steht jedoch seit einigen Jahren in ernsthafter Konkurrenz mit dem „Maschen“-Hemd aus Endlos Garn.

Auch der Futterstoff zählt zu den wichtigen Absatzgebieten der Polyamide, und die Verwendung von „Multilobal“-Garn verleiht diesem Artikel ein neuartiges, schillerndes Aussehen.

Der Regenschirm aus Nylon, Kette und Schuß: Endlos Garn 40 den (44,4 dtex), oft halbmatt, manchmal glänzend, hat der betreffenden Industrie einen neuen Aufschwung gegeben.

Auf dem Gebiet der Damenunterwäsche haben sich die Polyamide gut durchgesetzt, zum Beispiel für den Büstenhalter: Kette und Schuß aus Endlos Garn 40 den (44,4 dtex) und manchmal aus 40 und 70 den (44,4 und 77,8 dtex).

Auf dem Gebiet der texturierten Garne sind, vom herkömmlichen Stretchgarn (Helanca) ausgehend, Texturier-

ING. GOTTFRIED TSCHAMLER

POSTFACH 134

DÖBLINGER GÜRTEL 3

A-1191 WIEN

TELEFON 34 66 65

TELEX 07-5364

- TEXTILTECHNISCHES BÜRO
- SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

verfahren zur Herstellung von FT-Garn (FT = fausse torsion = Falschdraht) oder FTF-Garn (FTF = fausse torsion fixée = Falschdraht, fixiert) ausgearbeitet worden. Das herkömmliche Helanca-Stretchgarn wird in der Weberei praktisch nicht mehr verwendet, da alle Skihosen aus FT-Garn (Falschdraht), das wegen seiner Bauschigkeit und vor allem wegen seiner Elastizität geschätzt wird, hergestellt werden.

Im Zuge der Entwicklung der Freizeitgestaltungsindustrie - dazu gehört ganz besonders die Campingindustrie - hat Nylon wegen seiner Widerstandsfähigkeit und seiner Pflegeleichtigkeit einen bedeutenden Aufschwung erfahren: es wird für Schlafsäcke oder als Ausfütterungsmaterial verwendet.

Zusammenfassend stellen wir also fest, daß in der Polyamid-Weberei wesentlich mehr Endlos Garn - texturiert oder nicht texturiert, multilobal oder nicht - verwendet wird.

2. Für Polyester gibt es in der Weberei mehr Anwendungsmöglichkeiten als für die Polyamide, und im Gegensatz zu Nylon wird Polyester nicht nur als Endlos Garn, sondern auch und vor allem als Stapelfaser verwendet.

a) Als **Endlos Garn** dient Polyester vor allem zur Herstellung von Vorhang- und Kleiderstoffen.

Für den Vorhang sind seine Vorteile im Vergleich zu den Naturfasern und vor allem zur Baumwolle unbestreitbar.

Auf Grund seines leichten Gewichtes, seiner Widerstandsfähigkeit, seiner Pflegeleichtigkeit und seiner Knitterfestigkeit wurde es sehr bald für Heimtextilien herangezogen. Vom Endlos Garn 65 (33), 1250 n/m [72,2 dtex (33), 1250 n/m] oder 90 (44), 900 n/m [100 dtex (44), 900 n/m] werden pro Monat Hunderte von Tonnen verwendet. In Frankreich wird Voile vielfach in der Weberei hergestellt, während man in Deutschland gestrickte Marquise vorzieht. Polyesterstoffe liegen als Taft, Stickereistoffe, gemusterte Stoffe und Madras vor; es sind leichte Stoffe, deren Gewicht kaum 50 g/m² übersteigt. Für Vorhänge und Kleider wird Polyester dem Polyamid vorgezogen, denn letzteres verliert zu rasch unter der Einwirkung des Lichtes an Festigkeit, sogar hinter Glasscheiben, und kann sich daher für diesen Verwendungszweck nicht durchsetzen.

Unter den Dekorationsstoffen findet das texturierte Endlos Garn in Satin-Qualitäten Verwendung.

Für Damenkleiderstoffe - und zwar sowohl für den Druckgrund wie auch für den Uni-Stoff - werden „seidige“ Waren bevorzugt; Polyester gibt den Kleiderstoffen das Aussehen von Naturseide, vor allem dann, wenn man feine Einzeläden oder Fäden mit multilobalem Querschnitt verwendet. Musselin-Qualitäten werden aus 22/11 (22,4 dtex/11) hergestellt, die Twill-Qualität aus Kette 45 den (50 dtex), Schuß 65 den (72,2 dtex), meistens mit multilobalem Querschnitt, glänzend. Unter den Uni-Stoffen ist der Polyester-Krepp mit körniger Bindung, Kette und Schuß hochgedreht in „Voile“-Drall, ein Mittelding zwischen Musselin und dem eigentlichen Voile. Weiters werden auf dem Gebiet der Uni-Stoffe Qualitäten aus texturiertem Garn mit Satinrückseite hergestellt, und zwar mit einer Voile-Kette, einer Kette aus multilobalem Polyester Garn und einem Voile-Schuß; dadurch erhalten diese Stoffe gutes Gleitvermögen und guten Fall mit etwas Schwere. Wir kennen auch Twillstoffe, die der Seide sehr ähnlich sehen und in Kette und Schuß aus Polyester Garn, multilobal, glänzend, FT-texturiert, 45 den (50 dtex) - 22 Einzeläden - 200 Drehungen, hergestellt werden. Es gibt auch Polyester Garne mit Spezialeffekten, zum Beispiel mit hoher Schrumpfung. Dieser Schrumpfeffekt wird dazu benutzt, den Stoffen Reliefaspekte zu geben: das Garn schrumpft um 30 bis 35 Prozent, der Stoff selbst um 15 bis 17 Prozent. Wellenaspekte finden sich im Marionettenkrepp, einer Verbindung von hochschrumpfbarem Endlos Garn und geschrumpftem Garn. Man kann sagen, daß sich die Chemiefaser auf diesem speziellen Gebiet der leichten und duftigen Artikel durchsetzen und dank der schöpferischen Phantasie der Weber entwickeln konnte; diese haben aus all den verschiedenen Varianten, die in der Aufmachung des Polyester Garnes hinsichtlich Glanz, Faserquerschnitt, Schrumpfung usw. möglich sind, Nutzen gezogen.

Zur Ergänzung dieses Kapitels über das Endlos Garn wollen wir nicht vergessen, noch die Möbelstoffe zu erwähnen, die in Frankreich in folgender Form sehr verbreitet sind: Kette aus Polyester-Organin 45 den (50 dtex), 22 Einzeläden, zweifädig, und Schuß aus Acrylfaser Nm 60/2. Der Vorteil dieser Stoffe gegenüber Möbelstoffen aus Wolle besteht dar-

in, daß sie sehr widerstandsfähig und leicht zu pflegen sind.

Auch für Krawatten wird Polyester-Endlos Garn verwendet, und zwar im allgemeinen garnefärbt in Kette und Schuß. Die Krawatte aus Polyester Garn wird wegen ihres seidigen Aussehens und ihrer Knitterfestigkeit von der Öffentlichkeit mehr und mehr geschätzt.

b) Für die Polyesterfaser gibt es in der Weberei zahlreiche verschiedenartige Verwendungsmöglichkeiten. In Mischung mit natürlichen oder künstlichen Fasern konnte sie sich für viele Verwendungszwecke eine Vorrangstellung sichern. Der Regenmantel aus Mischungen von Polyester/Baumwolle oder Polyester/Viskose, die in der Baumwollspinnerei versponnen werden (Kette und Schuß: Zwirn), ist allen Verbrauchern bekannt. Man kann behaupten, daß er in einigen Ländern, wie zum Beispiel in Frankreich, den Regenmantel aus Baumwolle vollkommen verdrängt hat. Er wurde anfangs aus einer Mischung mit überwiegend synthetischen Fasern aus gezwirntem Garn hergestellt. Die Entwicklung zielt jedoch - aus Preisgründen - auf Stoffe aus einfachem Garn hin, aber auch auf leichtere Stoffe durch Verwendung von Endlos Garn im Schuß, wodurch ein seidigeres Aussehen erhalten wird. Der unleugbare Erfolg des Polyester-Regenmantels ist im Vergleich zum Baumwollartikel auf seine bessere Knittererholung und seine gute Waschbarkeit zurückzuführen. Die Verbreitung des Polyester-Herrenoberhemdes erfolgt in den einzelnen Ländern nach unterschiedlichen Rhythmen; es setzt sich jedoch immer mehr durch, und zwar in Mischungen aus Polyester/Viskose oder Polyester/Baumwolle, Kette und Schuß einfach, Nm 100 oder 85 oder 70, bei Gewichten von 100 bis 110 Gramm. Die „Permanent Press“-Verfahren werden auch bei diesen Hemden angewandt; derartig behandelte Artikel sind tatsächlich leichter zu waschen und schmutzen bedeutend weniger an.

Einen gewissen Erfolg hat ein Kleiderstoff aus einfachem Garn, Kette und Schuß 1/70, in uni oder bedruckt.

Als Leintuch wurde in Frankreich ein Artikel auf den Markt gebracht, der in der Kette ein Endlos Garn 65 den (72,2 dtex) und im Schuß ein Mischgarn aus 50/50 Polyesterfaser/polynosische Faser enthält. Da er leicht, platzsparend, mühelos zu waschen und zu trocknen und außerdem widerstandsfähig ist, stellt er sowohl einen „Heimartikel“ als auch einen „Ferienartikel“ dar.

Tuch- und Wollwaren aus Polyester/Wolle machen den Waren aus 100 Prozent Wolle wegen ihrer Widerstandsfähigkeit, ihrer Knitterfestigkeit und ihres Komforts ernsthaft Konkurrenz.

Für Kleider aus Polyester/Wolle werden Stoffe von 160 bis 180 g/m² verwendet, für Kostüme Stoffe von 280 g, für Mäntel Stoffe von 350 bis 400 g/m². Stoffe aus Polyester stellen in Frankreich mehr als 80 Prozent des Hosenmarktes und 60 Prozent des Kleider-, Kostüm- und Mantelmarktes dar

Mischungen aus Polyester/Acrylfaser/Wolle, die nach dem Streichgarnsystem verarbeitet werden, verdanken ihren Erfolg einerseits der Weichheit der Acrylfaser und der Nervo-

nummern: Nm 1/16 in der Kette und 2/16 im Schuß. Dieselbe Gebrauchsqualität macht diese Faser für Decken aller Art geeignet.

Wegen ihrer lebhaften Farbtöne, ihrer guten Widerstandsfähigkeit gegenüber ultravioletten Strahlen und ihrer Unempfindlichkeit gegenüber chemischen Mitteln und atmosphärischen Einflüssen wird die Acrylfaser für Möbelstoffe im Heim oder im Freien, für Tagesdecken, Sitzmöbelbezüge, Sonnenschirme usw. den anderen Chemiefasern vorgezogen. Auf Grund der vorerwähnten Qualitäten und im besonderen wegen ihrer Unempfindlichkeit gegenüber Flecken aller Art findet die Acrylfaser auch als Tischwäsche Verwendung.

4. Zelluloseacetat oder -triacetat

Das Zelluloseacetat und das Zellulosetriacetat sind oft als die „synthetischen Fasern des Armen“ bezeichnet worden. Sie haben gewiß nicht die Qualitäten der synthetischen Fasern, weisen jedoch im Verhältnis zu ihren Preisen recht interessante Eigenschaften auf.

Acetat-Endlos Garn wird für Vorhangvoile und vor allem für Kleiderstoffe verwendet. Die Acetat-Twills oder die Stretch-Krepps in 75 den (83,3 dtex) und manchmal in 45 den (50 dtex) fanden weite Verbreitung.

Im Vergleich zum Acetat können mit Triacetat dauerhaftere Plissierungen hergestellt werden, und Triacetat hat einen nervöseren Griff; es wird jedoch nur beschränkten Absatz finden, da die Verkaufspreise der synthetischen Fasern von Jahr zu Jahr sinken. Als Endlos Garn wird Triacetat für Futterstoffe, Wäsche- und Druckgrundstoffe verwendet.

Mischungen aus Triacetatfaser und Viskose 50/50 waren eine Zeitlang sehr beliebt; ihre Bedeutung läßt jedoch heute nach.

III. Die Chemiefasern in Möbel- und Dekorationsstoffen

Auch auf diesem Gebiet wollen wir uns auf diejenigen Fasern beschränken, die wir gut kennen, nämlich auf die Polyamid-, Polyester- und Polyacrylfasern.

Die **Polyamide** stellen auf diesem Sektor nur einen geringen Anteil dar, da Nylon wenig lichtecht ist. Nylon wird in Frankreich in hohem Maße in Sitzbezugstoffen, die aus aufgerauhter Nylonfaser hergestellt werden, verwendet.

Wie ich bereits sagte, scheinen sich die **Acrylfasern** auf Grund der ihnen innewohnenden Eigenschaften für das vorgenannte Anwendungsgebiet am besten zu eignen. Die Acrylfaser wird oft für glatte Möbelstoffe (Sitzbezüge) in Tuch-, Nattè-, Rabane-, Serge-Bindung in Nm 28/2, rein, verwendet. Unter den Dekorationsstoffen findet man Grobgardinen, in uni oder bedruckt, aus Streichgarn der Nummern 4 bis 20, oder Druckuntergrund aus Kammgarn von Nm 12 bis 60. Es scheint, daß sich die „Malimo“-Technik für diese Anwendungsgebiete besonders eignet, denn die auf diesen Maschinen produzierte Ware weist nicht nur die Festigkeit eines Gewebes aus Kette und Schuß, sondern auch die Schmiegsamkeit eines Maschenstoffes auf.

Die **Polyester** werden in Druckgeweben für Möbelstoffe verwendet, und zwar Polyesterfaser/Viskose in Kette und Schuß, aber auch in den von mir vorhin genannten Qualitäten; Kette: Endlos Garn 90 den (100 dtex), Schuß: Acrylfaser oder Polyester/Viskose, Zwirn, Nm 40/20, 60/2 und 80/2. Diese Kollektionen enthalten Satin- und Stickergewebe hoher Qualität, deren wesentlichste Vorteile in ihrer Pflegeleichtigkeit und in ihrer Widerstandsfähigkeit liegen.

IV. Die Chemiefasern in der Strickerei und Wirkerei

Unter allen Chemiefasern hat die Acrylfaser zweifellos auf dem Gebiet der Strickerei und Wirkerei triumphiert, und zwar wegen ihres leichten Gewichtes, ihrer Maßhaltigkeit, ihrer außerordentlichen Bauschkraft, ihrer Weichheit und ihres Komforts beim Tragen sowie wegen ihrer unvergleichlichen Fleckunempfindlichkeit. Wir wollen daher zunächst von dieser Faser sprechen.

1. Die Acrylfasern in der Strickerei und Wirkerei

a) In bezug auf das **Endlos Garn** ist zunächst zu vermerken, daß dieses nur von wenigen Produzenten hergestellt wird. Es liegt vor allem als texturiertes Garn FT vor und wird entweder im Garn oder im Stück gefärbt, wenn es für Pull-over - fassongeschnitten oder zugeschnitten und dann genäht - oder auf der Rundstrick- oder Wirkmaschine für Konfektionskleidung verwendet wird. Die Fadentiter reichen von 63 den (70 dtex) über 90 den (100 dtex) und 125 den (139 dtex) bis 180 den (200 dtex). Die daraus hergestellten Artikel sind teuer, werden jedoch wegen ihres besonders seidigen Aussehens und Griffes, ihrer lebhaften Farben und ihrer Maßhaltigkeit - selbst ohne Wärmefixieren - geschätzt.

Die KDK-Verfahren (KDK = knit deknit = strickgekräuselt) wurden kürzlich ausgearbeitet und führen mit Endlos Garn zu ausgezeichneten Ergebnissen. Diese Verfahren verleihen der Strick- oder Wirkware Nervosität und geben den synthetischen Garnen ein seidigeres Aussehen und einen seidigeren Griff.

Das Acrylgarn wird auch als nichttexturiertes Endlos Garn verwendet, dann aber mit starkem Drall, und wird im allgemeinen im Stück gefärbt. Auf dem Rundstuhl stellt man ganz leichte Strick- oder Wirkwaren vom Typ der Seidenwaren her, in uni oder als Druckuntergrund, aus 45 den (50 dtex) oder 65 den (72,2 dtex), in Interlock 20er Feinheit, einfädig gestrickt.

b) Als **Faser** findet das Acrylgarn weit mehr Verwendungsmöglichkeiten. Ich möchte Ihnen diese nacheinander schildern und die verschiedenen Strick- und Wirkwaren für Unter- und Oberbekleidung, Sommer- oder Winterartikel, matt oder glänzend, bauschig oder glatt, anführen.

Sprechen wir zunächst von den **Hochbausch**- Strick- oder Wirkwaren, die zu 100 Prozent aus Acrylfasern, und zwar aus Mischungen von fixierten mit schrumpfbaren Fasern bestehen. Diese Garne werden nach dem Woll- oder Baumwollsystem gesponnen. Die Hochbausch-Strick- und Wirkwaren werden als Rohwaren hergestellt und im Stück gefärbt.

Man verwendet im allgemeinen Zwirn mit einer Anfangsgarnnummer von Nm 34/2 und einer Endgarnnummer von Nm 28/2. Kleidungsstücke aus Hochbauschgarn werden entweder fassongestrickt oder im Strickteil zugeschnitten und zusammengenäht. Die Schrumpfbehandlung (Tumbler-Behandlung) wird auf dem Strickteil vorgenommen. Diese Strick- und Wirkwaren werden selten aus einfachem Garn hergestellt, selbst wenn es sich um grobes Garn handelt. Der zur Verwendung kommende Zwirn wird im Strang gefärbt, oder aber man geht von spinngefärbtem oder im Kabel gefärbtem Garn aus. Die Kabelfärbung ist in Frankreich sehr beliebt und wird oft angewendet. Alle diese Kleidungsstücke werden auf der Cottonmaschine fassongestrickt oder auf der Flachstrickmaschine hergestellt. Nur wenige Artikel werden auf der Rundstrickmaschine feiner Teilung hergestellt, da die Gefahr der Pillingbildung besteht.

Auch Socken können aus reinen Acryl-Hochbauschgarnen gestrickt werden; amerikanische Werbeprogramme lieferten dazu kürzlich ein Beispiel.

Hochbausch-Strick- und Wirkwaren aus Mischungen - vor allem mit Wolle - kommen seit kurzem zur Reihe der herkömmlichen Hochbauschgarne aus 100 Prozent Acrylfaser hinzu. Diese Mischungen bestehen im allgemeinen aus 65 Prozent Wolle und 35 Prozent schrumpfbare Acrylfaser oder manchmal aus 70 Prozent Wolle und 30 Prozent Acrylfaser. Kaschmir-, Alpaka- und Mohairwolle verleihen diesen Mischungen ihren besonderen Charakter. Diese Mischungen stellen - wie Polyester/Wolle in der Weberei - harmonische Verbindungen von chemischen mit natürlichen Fasern dar.

Die Acrylfaser verleiht der Mischung ihre Weichheit und ihre Maßhaltigkeit, die Wolle ihre Wärme und ihren unersetzlichen Griff. Großmaschigen Strick- und Wirkwaren, die mit groben Teilungen aus Nm 2/16 oder 2/8 hergestellt werden, verleiht die grobfaserige Wolle Nervosität und guten Sitz. Auch in der Streichgarnindustrie werden Hochbauschgarne aus schrumpfbare und fixierter Flocke hergestellt und für Herren- und Damenstrickkleidung, zum Beispiel für Sweater vom Shetland-Typ, verwendet.

Strick- und Wirkwaren aus **100 Prozent fixierten Garnen** sind typische Sommerartikel; diese sind nicht so bauschig und haben einen trockeneren Griff, sind jedoch sehr maßbeständig. Sie liegen sowohl in Halbhatt als auch in Glänzend vor. Selten wird einfaches Garn verwendet, meistens zwei- oder dreifädiger Zwirn - außer für Unterbekleidung. Die zur Verwendung kommenden Garnnummern reichen von Nm 100/2 bis 30/2, und die Garne können nach dem Woll- oder Baumwollsystem hergestellt sein. Der Sommerartikel ist ein Kleidungsstück glänzenden, seidigen Aussehens, kühl und angenehm zu tragen. Zum Beispiel wird ein glänzendes, fixiertes Garn Nm 40/3 laufend auf der Cottonmaschine (fassongestrickt) verarbeitet.

Unter den **Mischwaren** findet man außer den Mischungen mit Wolle noch folgende Verbindungen auf dem Markt: Acrylfaser/Flachs, Acrylfaser/Kaschmir, Acrylfaser/Lambswolle, Acrylfaser/Baumwolle. Diese werden als einfache Garne auf der Rundstrickmaschine für Unterbekleidung ver-

arbeitet. Die Mischungen mit Wolle, von denen wir weiter oben sprachen, werden oft in Form von einfachem Garn verwendet, da sie eine ausgezeichnete Pillingfestigkeit aufweisen. Sie werden auf der Rundstrickmaschine für Konfektionskleidung verarbeitet; man verwendet jedoch auch Zwirn für fassongestrickte oder im Strickteil zugeschnittene und dann zusammengenähte Artikel.

Aufgerauhte Strick- und Wirkwaren werden zur Zeit sehr gefragt, da sich auf ihnen besonders Lüstriereffekte herstellen lassen, die zu einem ausgezeichneten Griff führen. Man verbindet zu diesem Zweck oft schrumpfbare Fasern mit normalen Fasern oder Fasern mit verschiedenem Einzelfasertiter. Die Acrylfaser findet wegen ihrer Weichheit und Leichtigkeit im Molton für die Babyausstattung oder in den langhaarigen oder kurzhaarigen Futterstoffen Verwendung. Hüte und Tagesdecken aus aufgerauhter Acrylfaserware und das Mantelkleid oder das Kostüm in Ratiné-Qualitäten werden immer mehr gefragt.

Ein großer Teil der Acrylfaserproduktion wird für Kurzwarengarne verwendet. Diese werden von den Verbrauchern wegen ihrer Bauschigkeit und ihrer Leichtigkeit sehr geschätzt. Es sind fixierte oder Hochbauschgarne, entweder aus 100 Prozent Acrylfaser oder aus Mischungen von mehr als 50 Prozent fixierter Acrylfaser und weniger als 50 Prozent Retractyl, der schrumpfbaren PVC-Faser. Es gibt auch Mischgarne aus Acrylfaser mit Wolle oder Mohair.

Die Acrylfaser findet weitere Verwendungsmöglichkeiten in Strick- und Wirkwaren für Möbel- oder Sitzbezugstoffe, für Molton-Artikel in Jackenfutterstoffen, und für Socken aus Mischungen von Acrylfaser/Nylon oder Acrylfaser/Wolle/Nylon.

2. Polyester in der Strickerei und Wirkerei

Polyester-Endlosgarn wird in feinen Titern, 45 und 65 den (50 und 72,2 dtex), für Kleiderstoff-Druckuntergrund maschenfest verwendet. Es findet ebenfalls in hohem Maße in Gardinen- und Vorhangstoffen (Marquissette) aus Maschenware Verwendung, und zwar in denselben Titern von 45 und 65 den (50 und 72,2 dtex). Für die genannten Artikel werden Garne mit rundem oder multilobalem Querschnitt herangezogen, die im Vergleich zu den Polyamidgarnen den Vorteil aufweisen, Strick- und Wirkwaren mit besserem Griff und höherer Nervosität zu ergeben.

Als texturierte Garne - vor allem als FTF-Garne (FTF = fausse torsion fixée = Falschdraht, fixiert) - werden die Polyestergarne in Titern von 90, 130 oder 150 den (100, 144 oder 167 dtex) für Kleider und Kostüme verwendet. In einigen Ländern, wie zum Beispiel in Deutschland, erfahren die texturierten Endlosgarne eine bemerkenswerte Verbreitung.

Als **Faser** versucht sich das Polyester neben den Acrylfasern durchzusetzen, vor allem in Mischungen mit Wolle, für Oberbekleidung, die auf Rundstrickmaschinen aus feinen Nm gestrickt wird, Nm 1/70, mit hohem Drall ($\alpha = 135$), um Pillingeffekte zu vermeiden. Die Verwendung von Polyesterfasern mit geringem Pilling hat zu Verbesserungen im Ge-

brauchsverhalten der Strick- und Wirkwaren geführt, erweist sich jedoch nicht immer als unerlässlich, da eine gut durchgeführte Bürst- und Scherbehandlung das Wesentlichste ist.

3. Polyamide in der Strickerei und Wirkerei

Die Polyamide haben als Endlosgarne zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten gefunden, und zwar sowohl als Endlosgarne mit rundem oder multilobalem Querschnitt wie auch als texturierte Garne.

Für das **Endlosgarn** in den Titern 15, 20, 30 und 40 den (16,7 - 22,2 - 33,3 und 44,4 dtex) bilden Strümpfe und Unterwäsche das Haupteinsatzgebiet. Mit der Entwicklung der blockierten Masche erfuhr das Endlosgarn einen außergewöhnlichen Aufschwung in Herrenoberhemden, aber auch in Futterstoffen (Taschenfutter), im gerauhten Samt und im Druckuntergrund. Im Vergleich zum Acetatgarn weist das Polyamidgarn den Vorteil auf, leicht gewaschen werden zu können, nicht zu knittern und vor allem maßbeständig zu sein.

Es kann besser gereinigt werden als Polyesterarn. Für Oberhemden und Taschenfutter wird Garn von 40 den (44,4 dtex), für gerauhten Samt 40 den (44,4 dtex) und 70 den (77,8 dtex), für Wäsche 15, 20, 30 und 40 den (16,7 - 22,2 - 33,3 und 44,4 dtex) verwendet; alle diese Artikel werden auf dem Kettstuhl hergestellt.

Vom texturierten Nylon werden auf Grund seiner Weichheit, seiner Bauschigkeit und seiner Knitterbeständigkeit erhebliche Mengen für Socken, Strümpfe, Oberbekleidung, Sweater, Polohemden und Badeanzüge verbraucht. Diese Garne, deren Titer 70, 100 oder selbst 150 den (77,8 - 111 und 167 dtex) betragen, werden auf Rundstrick-, Flachstrick- oder Cottonmaschinen verarbeitet. Die KDK-Garne (knit deknit = strickgekräuselt) werden zur Erzielung von Kreppeffekten herangezogen.

4. Andere Chemiefasern in der Strickerei und Wirkerei

Die **Rilsan**-Garne werden oft wie die Polyamidgarne viel für Unterwäsche verwendet, letztere jedoch oft wegen ihrer Weichheit und Schmiegsamkeit vorgezogen.

Acetat-Garne werden für Unterwäsche und Nachthemden in Titern von 55 den (61,1 dtex) oder 75 den (83,3 dtex) verwendet. Infolge des Aufkommens der "Foam Back"-Artikel werden sie heute für Futterstoffe in kaschierten Artikeln herangezogen. Das Acetat findet als texturiertes Garn einigen Absatz und versucht, dem Polyester auf dem Gebiet der Kleider und Blusen im Druckuntergrund Konkurrenz zu machen.

Die auf dem Markt weniger verbreiteten **Triacetat**-Garne werden in Titern von 55 und 75 den (61,1 und 83,3 dtex) auch für Uni- oder bedruckte Kleiderstoffe verwendet. Als texturiertes Garn findet man ebenfalls auf dem Oberbekleidungssektor, und zwar im Uni- oder bedruckten Kleiderstoff und selbst im Kostüm, Triacetat in Titern von 150 bis 200 den (167 bis 222 dtex).

Die Triacetatfaser wird in Mischungen mit der Acrylfaser 70/30 oder 80/20 zur Herstellung von Kostümkleidern oder Sweatern verwendet. In Mischungen mit Wolle oder manchmal sogar mit Wolle und Nylon wird sie auch für Kleider- und Kostüme eingesetzt.

V. Schlußbemerkung

Diese Ausführungen, für deren Länge ich Sie um Entschuldigung bitte, hatten den Sinn, Ihnen die vielfachen Anwendungsmöglichkeiten der Chemiefasern auf so vielseitigen Gebieten wie denen der Weberei, der Strickerei und Wirkerei und der Heimtextilien vor Augen zu führen. Ich habe mich bewußt auf einige der bekanntesten Fasern beschränkt. Wir sind davon überzeugt, daß diese Fasern noch eine bedeutende Weiterentwicklung bevorsteht, denn die entwicklungstechnischen Abteilungen der Chemiefaserproduzenten bemühen sich in enger Zusammenarbeit mit den Webern, Strickern und Wirkern, die zu ihrem Kundenkreis zählen, neue Verwendungsgebiete für diese Fasern zu finden, deren Aufmachung ständig verändert und verbessert wird. Ich glaube auch, daß die Chemiefasern in Zukunft in noch stärkerem Maße Verbindungen mit den Naturfasern eingehen werden, die dem endgültigen Aussehen eines Artikels das Gepräge geben und seinen Erfolg garantieren. Und dies ist der Wunsch, den ich für die Zukunft ausspreche: Mögen aus dieser glücklichen und harmonischen Ehe der Chemiefasern mit der Wolle, der Baumwolle oder der Seide viele Kinder hervorgehen, die allen Fasern zum Wohlstand verhelfen.

Diskussion

Prof. Dr. Köb: Es ist mir noch nie begegnet, daß eine derartige Menge an konkreten und wertvollen Informationen in so ansprechender und aufnehmbarer Form an uns herangebracht wurde. Wir wollen über zwei Themen diskutieren, und zwar über die Spinnerei und über die Möglichkeiten des Einsatzes von Fasern für die verschiedenen Verwendungszwecke.

Dir. Dr. Harms: Warum werden in Frankreich die Converter durch Reißmaschinen ersetzt?

Dir. Dr. Kleim: Die Reißmaschinen werden deshalb bevorzugt, weil in Frankreich schon vor dreißig Jahren die Schappe-Spinner nach dem Reißsystem gearbeitet haben. Sie fanden, daß man nach dem Reiß von Viskosefaserkabeln saubere Fasern ohne Nissen und Noppen erhält, sodaß der Kammgarnprozeß überflüssig ist. Dadurch wird der Spinnprozeß verkürzt. Weiters entfällt durch dieses Verfahren das Korrigieren der Noppen in der Weberei. 1955 verwendete in Frankreich nur eine Fabrik eine Reißmaschine für Polyester/Wolle. Zur Zeit dürfte es aber ebenso viele Converter wie Reißmaschinen bei uns geben. In Frankreich gibt es über hundert Reißmaschinen, die für Viskose- und Acrylfasern und, seit zwei bis drei Jahren, auch für Polyesterfasern arbeiten.

Dir. Dr. Harms: Machen sich keine nachteiligen Veränderungen an der Faser durch das Reißen bemerkbar? Die Faser wird ja bis zur Bruchdehnung beansprucht.

Dir. Dr. Kleim: Es gibt sogar Vorteile dabei, zum Beispiel auf Gebieten, wo man einen Schrumpf erzielen will. Eine gerissene Polyesterfaser hat einen Schrumpf von 13 bis 15 Prozent bei heißer Behandlung (130°C). Nach dem Verstrecken muß sie im Autoclaven bei 110 bis 120°C gedämpft werden, damit die Schrumpfung auf 2 bis 5 Prozent genauso wie im Converterprozeß hinuntergeht, aber

die Färbbarkeit liegt etwas niedriger. Für eine dunkle Farbe muß man etwa 10 Prozent mehr Farbstoff anwenden.

Prof. Dr. Köb: Verliert die Wolle in Mischung nicht durch das Herausziehen der Kräuselung ihre Voluminösität? Kann diese bei richtiger Behandlung wieder zurückkommen?

Dir. Dr. Kleim: Die Voluminösität kommt wieder zurück. Wenn wir Stoffe aus Polyester/Wolle erzeugen wollten, haben wir Versuche mit dem Krempel-, Converter- und Reißprozeß gemacht. Dabei fanden wir keine großen Unterschiede bei den drei Verfahren. In Lyon arbeiten einige Kunden sehr zufrieden nach dem Reißkabelprozeß.

Ing. Steidl: Bestehen die in Frankreich erzeugten LKW-Planen aus beschichtetem Polyamidgewebe? Wird durch die Beschichtung die schlechtere Lichtbeständigkeit eliminiert?

Dr. Studt: Durch die meist farbige Beschichtung ist die Lichtabsorption schon geändert und daher die Lichtbeständigkeit der Polyamidgewebe verbessert. Trotzdem wird mehr und mehr Terylene für diese Abdeckplanen wegen der besseren Formbeständigkeit verwendet, denn im nassen Zustand ändern die beschichteten Polyamidgewebe ihre Länge.

Ing. Biedermann: Sie haben das Direktspinnverfahren nicht erwähnt. Es ist in Japan gebräuchlich. Hat es auch bei uns Aussicht, sich zu entwickeln?

Dir. Dr. Kleim: Es wird für Baumwolle und da nur für große Serien angewendet, zum Beispiel, wenn man ein Jahr lang stets das gleiche Garn verspinnt. In Frankreich müssen aber die Spinner sehr viele verschiedene Fasermischungen verarbeiten.

Ing. Biedermann: Das Direktspinnverfahren ist nur für Reinverspinnung geeignet. Das Kabel wird gerissen und danach gleich versponnen.

Dir. Dr. Kleim: Das wurde vor Jahren in Frankreich bei Endloskabeln aus Nylon angewandt. Die Ergebnisse waren jedoch qualitativ nicht gut genug.

Ing. Biedermann: Das Garn ist ein Zwischending zwischen Seide und Stapelfaser. Die Reißfestigkeit dieses Garnes ist sehr hoch.

Dir. Dr. Kleim: Aber auch die Unregelmäßigkeiten des Garnes waren sehr hoch bei diesem Prozeß.

Lefferts: Ich denke an die Anwendungsmöglichkeiten in der Filzindustrie. Man kann der Wolle einen gewissen Prozentsatz an Synthetics beimischen, aber die Filzfähigkeit geht dabei rasch zurück. Wird es in Zukunft eine Synthefaser geben, die verfilzbar ist?

Dir. Dr. Kleim: Es wird überall an diesem Problem gearbeitet.

Prof. Dr. Köb: Die Idee, eine Faser nach demselben Prinzip wie die Wollfaser zum Filzen zu bringen, ist schwer zu verwirklichen. Denn Wolle filzt auf Grund ihrer Schuppenstruktur und ihrer Veränderbarkeit in der Wärme. Man müßte das Filzen nach einem anderen System erreichen.

Dr. Thater: In verschiedenen Artikeln liegt keine zwingende Notwendigkeit vor, sie aus Fasermischungen herzustellen. Zum Beispiel würde eine Mischung aus Acrylfaser/Baumwolle für Unterwäsche schlecht auskochbar sein, eine Mischung aus Polyester/Triacetat dagegen wäre schlecht färbbar. Erfolgt in Lyon eine Zusammenarbeit zwischen den Konstrukteuren der Mischungen und den Färbern und Ausrüstern?

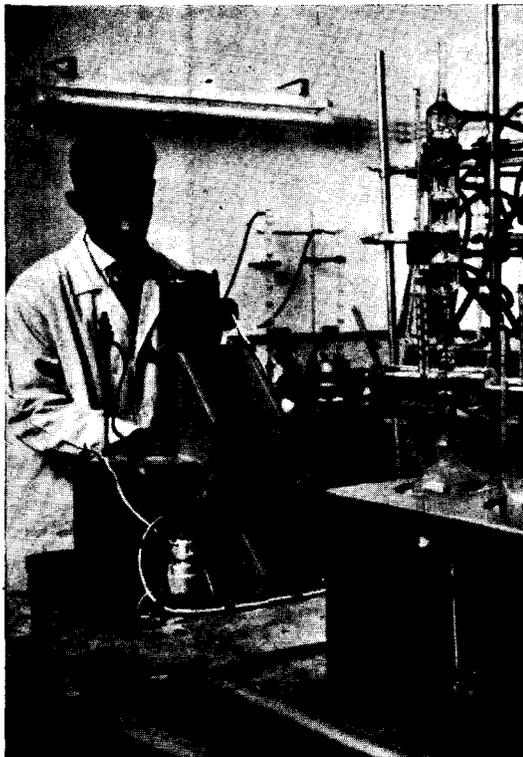
Dir. Dr. Kleim: Die Spezialisten unserer Entwicklungsabteilung arbeiten eng mit den Ausrüstern der Industrie zusammen.

Dr. Studt: In Deutschland erschienen Endlosfasern aus Nylon mit Reyon auf dem Markt, die aus Ihrem Hause stammten. Warum wurde diese Mischung entwickelt, und wie beurteilen Sie ihre Zukunft?

Dir. Dr. Kleim: Wir haben eine Mischung Nylon/Acetat untersucht, aber nur auf Wunsch eines Kunden aus Nordfrankreich. Der Griff ändert sich dabei.

Dr. Studt: Sie haben von texturiertem Garn aus Polyester oder Polyamid in Strickerei und Wirkerei gesprochen. Werden dabei Zwirne oder Einfachgarne verwendet.

Dir. Dr. Kleim: Es wird meist Einfachgarn aus Polyester (65 bis 90 den) verarbeitet.



**Unsere Abteilung
Korrosionsschutz
führt folgende Arbeiten durch:**

Kunststoffbeschichtung, thermisch aushärtend: chemisch außerordentlich beständige Beschichtung auf Metallen im Temperaturbereich bis 180°C (naß) Dauerbelastung, wasserdampfundurchlässig.

Kalt aushärtend: chemisch ebenso beständige Beschichtung auf Metallen und Beton im Temperaturbereich von 40 bis 80°C.

Metallisierung, Metallüberzüge ohne und mit Porenverschuß, z.B. Spritzverzinkung, Aluminiumspritzen mit Wärmebehandlung (Kenderisierung) sowie Auftragung von anderen Metallen einschließlich zunderbeständigen und Hartmetallaufträgen.

Sonstige Oberflächenbehandlung, Weichgummierung: beständig gegen besonders aggressive Medien bei Temperaturen bis 30°C.

Beschichtung mit hoher Abriebfestigkeit bei gleichzeitiger chemischer Beständigkeit.

Vorbehandlung: sandstrahlen, beizen, passivieren.

WAAGNER-BIRO

ZENTRALE: POSTFACH 60, A-1051 WIEN, ÖSTERREICH
FERNSCHREIBER: 01 1832, TELEGR.: WAAGNERAG WIEN



Permanent-Press - Schlagwort oder echter Fortschritt

Dr. H.E. Kratzsch
Glanzstoff AG., Wuppertal

Einleitend gibt der Verfasser einen kurzen Überblick über die Entstehungsgeschichte der Permanent-press-Artikel. Im weiteren Verlauf seiner Ausführungen wird auf die verschiedenen Polyester-mischgewebe eingegangen. Hierbei wird an zahlreichen Dias gezeigt werden, wie stark der Einfluß des Prozentgehaltes der Polyesterbeimischung, des Quadratmetergewichtes, der Bügeltemperatur und des Bügeldruckes ist. Weiterhin wird kritisch dazu Stellung genommen, bei welchen Mischungsverhältnissen und bei welchen Artikeln ein Pre- oder Post-curing-Verfahren erforderlich ist, bzw. inwieweit hier echte Abstufungen festgestellt werden können.

Mit Hilfe der Polyester-Hochschrumpffasern ist es möglich, einen Non-curing-Artikel zu bringen, der nunmehr aus einer einheitlichen Fasersubstanz besteht. Wir hatten bereits in der Diskussion im vorigen Jahr auf den synthetischen 2 D-Artikel aufmerksam gemacht, der ebenfalls zu den Non-curing-Artikeln zählte.

Zusammenfassend kommt der Referent zu folgendem Schluß:

1. Permanent-press ist ein echter Fortschritt für alle Polyester-mischgewebe.
2. Solange kein Veredlungsprozeß bekannt ist, bei dem eine chemische Quervernetzung der Baumwolle stattfindet, ohne daß gleichzeitig erhebliche Abstriche in der Reiß- und Scheuerfestigkeit der Beimischung hingenommen werden müssen, wird es des synthetischen, speziell des Polyestermaterials bedürfen, um wirklich gute, strapazierfähige Gewebe dem Verbraucher in die Hand geben zu können.
3. Bei Polyester-mischgeweben mit zellulosischen Fasern, bei denen der Polyesteranteil nur 50 Prozent beträgt, sind für das Post-curing-Verfahren echte Vorteile zu sehen.
4. Für Mischungen aus Polyester/Leinen gelten besondere Bedingungen, da hier jede Art von Hochveredlung den Leinenanteil erheblich schädigt.
5. Bei Polyester/Wolle-Mischgeweben erhält man eine optimale Permanent-press-Qualität mit ausgezeichneten Wash and wear-Eigenschaften, wenn man im Veredlungsgang auf die Fixierung der Wolle genügend Rücksicht nimmt.
6. Synthetische Gewebe, die aus der Mischung einer normalen Polyesterfaser bestehen, geben die Möglichkeit, im Zuge eines Non-curing-Verfahrens optimale Permanent-press-Effekte zu erzielen.
7. Dem Verarbeiter von Permanent-press-Oberbekleidungsartikeln steht in dem seit längerer Zeit bekannten Futterstoff, der in der Kette aus Perlon und im Schuß aus Viskose besteht, ein Material zur Verfügung, das hohen Ansprüchen standhält.

Author gives a brief introductory review of the early history of permanent press articles, and then goes on to discuss the various polyester blended fabrics. Numerous slides are shown to demonstrate the influence exerted by the percentage of the polyester component, weight per square meter, ironing temperature and ironing pressure. The blending ratios and articles calling for pre-curing, and post-curing processes, respectively, are critically evaluated, and genuine gradations determined.

Polyester high-shrinkage fibres enable the production of a non-curing article which now consists of an uniform fibre substance. We

had drawn attention in last year's discussion to the synthetic article 2-D which was also included in the non-curing category.

In summarizing lecturer comes to the following conclusions:

- 1) Permanent press represents a genuine advance for all polyester blended fabrics.
- 2) As long as no finishing process is known permitting chemical cross linkage of cotton without major losses in the tensile strength and abrasion resistance of the blend component, synthetic and, in particular, polyester materials will be required in supplying consumers with high-quality, durable fabrics.
- 3) Genuine advantages can be seen for the post-curing process in fabrics made of polyesters blended with cellulose, in which the polyester component is no larger than 50 percent.
- 4) Special conditions apply in the case of polyester-linen blends in that any type of high-grade finishing will substantially damage the linen component.
- 5) In blends of polyester with wool, an optimum permanent press quality with excellent wash and wear properties is obtained by allowing for adequate setting of the wool component during the finishing process.
- 6) Synthetic fabrics consisting of a blend of normal polyester with high-shrinkage polyester fibre permit optimum permanent press effects during the course of a non-curing process.
- 7) A lining fabric with a Perlon warp and viscose weft, which has been known for some time, is a material excellently suited to answer the requirements of processors of permanent-press outer-wear articles.

Einleitend sei nochmals gesagt, was man unter Permanent-press versteht und welche Entwicklungsgeschichte zu Permanent-press geführt hat.

Unter Permanent-press kann man alle die Artikel verstehen, die entweder einer Wash and wear-Behandlung oder irgend-einer Preß- oder Deformierbehandlung unterworfen wurden, um dauerhafte Veränderungen der Oberfläche herbeizuführen. Hierunter nimmt insbesondere die Bügelfalte bei den Herrenhosen einen bevorzugten Platz ein.

Wie Sie wissen, wurde die dauerhafte, naß- und regenbeständige Bügelfalte durch die Polyester-mischgewebe eingeführt. Speziell durch diese Eigenschaft gelang den Polyester-mischgeweben der große Durchbruch auf dem Gebiet der Herrenoberbekleidung. Logischerweise ging der bis dahin auf diesem Sektor absolut dominierenden Wolle und auch Baumwolle ein nicht unbedeutender Teil ihres Absatzes verloren.

Als Reaktion auf diese Aktion gelang den Wollforschern die chemische Fixierung der Bügelfalte bei der Wolle. Dieses Verfahren, ursprünglich unter dem Namen *Siroset* bekannt geworden, hat in der Zwischenzeit zahlreiche Varianten erhalten. Am chemischen Grundprinzip hat sich jedoch nichts geändert.

Gleichzeitig mit dem großen Erfolg der Polyester/Wolle-Mischgewebe gelang es aber auch den Polyester/Baumwolle-Mischgeweben, speziell in den klimatisch wärmeren Ländern, der reinen Baumwolle große Marktanteile bei Hemden und Freizeithosen abnehmen zu können. Daraufhin trat bei der Baumwolle eine ähnliche Entwicklung ein, wie wir sie

eben bei der Wolle geschildert haben. Vor etwa zehn Jahren beschrieb der National Cotton Council die theoretischen Grundzüge des Nachkondensationsverfahrens und übergab dem Forschungslabor Süd des US-Landwirtschaftsministeriums einen entsprechenden Forschungsauftrag. 1961 lizenzierte das US-Patentamt unter der Nummer 2,974.432 einem Damen-Oberbekleidungskonfektionsbetrieb namens "Koret Company of California" diese Entwicklung. Wie Sie wissen, hieß diese Zauberformel *Post-curing*. Die Arbeiten der amerikanischen Forscher hatten aber die Erreichung ihres Zieles mit erheblichen Verlusten in den technologischen Eigenschaften der Baumwolle bezahlen müssen. Der Fachwelt sind die Rezepturen und die damit korrespondierenden Reiß- und Scheuerfestigkeitsverluste an reinen Baumwollgeweben aus dem ersten Jahr der Anwendung dieses Verfahrens zur Genüge bekannt.

Es soll heute aber auch klar herausgestellt werden, daß die *Post-curing*-Technik bereits seit Jahren beim Plissieren von Baumwoll- bzw. Zellwollgeweben üblich war und angewendet wurde. Die Waschbeständigkeit dieser Effekte war allerdings begrenzt.

Auf der anderen Seite muß aber - wie die erste Tabelle zeigt - anerkannt werden, daß die Oberflächen- und Faltenstabilisierung von reinen Baumwollgeweben durch dieses Permanent-press-Verfahren enorm angestiegen ist. Der Erfolg dieser Oberflächenstabilisierung einerseits und der Obolus, der andererseits an die Gebrauchstüchtigkeit der reinen Baumwolle gezahlt werden mußte, führten binnen kürzester Zeit zu der Konsequenz, daß der Baumwolle mit all ihren hervorragenden Eigenschaften ein entsprechendes Stützkorsett für die technologischen Eigenschaften gegeben werden mußte.

100% Baumwolle m ² -Gewicht 133 g	post-curing		pre-curing	
	ungew.	5xgew.	ungew.	5xgew.
160°C 20 Sec. 400g/cm ² Druck	5	4	3	1
180°C 20 Sec. 720g/cm ² Druck	5	4-5	3	2

Note 1 = gering
2 = mäßig
3 = xl. gut
4 = gut
5 = sehr gut

Glanzstoff AG; Textiltechn. Inst. Gegenüberstellung der Faltenbeständigkeit von reiner Baumwolle bei pre- und post-curing permanent-press 1 1967

Das Thema Permanent-press ist so umfassend, daß es verdiente, einen ganzen Tag gewidmet zu bekommen. Im Falle eines Referates, das schon aus Höflichkeit auf die Dauer von 40 Minuten begrenzt sein sollte, kann man nur einen Aus-

schnitt der Gesamtproblematik vortragen. Es wird deshalb immer das Manko eines jeden einzelnen Permanent-press-Vortrages sein, daß er nur einen subjektiven Ausschnitt bringen kann. Das dürfte allgemein akzeptiert werden, da ja der Faserhersteller, der Weber, der Veredler, der Konfektionär, der Farbstoff- bzw. Hilfsmittelhersteller, der Maschinenproduzent und der Verbraucher völlig unterschiedliche Ansichten zu Permanent-press haben müssen. Es sei mir daher gestattet, im vorhinein darauf hinzuweisen, daß mein Referat subjektiv unter dem einen oder anderen Aspekt stehen wird.

Für den Einsatz als derartige Stützkorsette boten sich mehrere Fasern an: auf der einen Seite selbstverständlich das hochreiß- und scheuerfeste Polyamid, sei es nun Polyamid 6 oder 66. Bei diesen Fasern stellte sich aber sofort die Frage nach der Divergenz der Kraft-Dehnungsdiagramme von Baumwolle einerseits und Polyamidfaser andererseits. Den Chemiefaserforschern war es aber schließlich gelungen, Polyamidfasern zu erzeugen, die in ihren Kraft-Dehnungsdiagrammen weitgehend der Baumwolle angepaßt waren.

Auf der anderen Seite konnten derartige Aufgaben (Stützkorsett für Baumwolle) auch von Polyesterfasern auf der Basis Polyglykolterephthalat hervorragend erfüllt werden. Es ist selbstverständlich, daß die Polyesterfasern mit ihrem von Natur aus höheren Elastizitätsmodul den hier gestellten Anforderungen schneller und besser gerecht werden konnten als unmodifizierte Polyamidfasern.

Daher gewannen die Polyesterfasern auch in diesem Einsatz in relativ kurzer Zeit eine enorme Bedeutung. Wie Sie alle wissen, haben Hemden, Hosen, Röcke und andere Kleidungsstücke im Mischungsverhältnis 67 % Polyester und 33 % Baumwolle und zum Teil 50 % Polyester und 50 % Baumwolle schnell den Permanent-press-Markt erobert. Mit dem Einsatz von Polyesterfasern, das heißt von thermoplastischen Fasern, öffnete sich allerdings nunmehr eine neue Veredlungsmöglichkeit. Während für die reine Baumwolle allein das *Post-curing*-Verfahren eine Formveränderung ermöglicht, kann man bei den Polyester-mischgeweben auf das seit Jahrzehnten angewandte und bekannte Foulardieren mit Kunstharzen, mit anschließendem Trocknen und Auskondensieren zurückgreifen. Dieses seit eh und je bekannte Verfahren bekam nunmehr den Beinamen *Pre-curing*. Damit ergab sich aber für die Baumwolle eine neue Konstellation:

Will man mit *reiner Baumwolle* oder - wie man jetzt zusammenfassend sagen sollte - mit Geweben aus reinen Zellulosefasern, sei es Baumwolle oder Zellwolle, beste wasch- und naßbeständige Formveränderungen durchführen, so sollte man sich des sogenannten *Post-curing*-Prozesses bedienen. Will man sich auf der anderen Seite aber auch der hervorragenden Eigenschaften der *polyesterhaltigen Mischgespinste* bedienen, so stehen sowohl das *Post-curing*-Verfahren als auch, wie wir oben erwähnten, das klassische *Pre-curing*-Verfahren zur Verfügung. Auf das *Non-curing*-Verfahren für *rein synthetische Gewebe* komme ich später zu sprechen.

Obleich im Vorjahr Herr Ing. K a u s c h in seinem Permanent-press-Vortrag die Differenzierung von *Post*- und *Pre-curing*-Verfahren auch mit Hilfe von Lichtbildern deut-

lich gemacht hat, soll heute nochmals die grobe Klassifizierung in diese beiden Verfahren gezeigt werden.

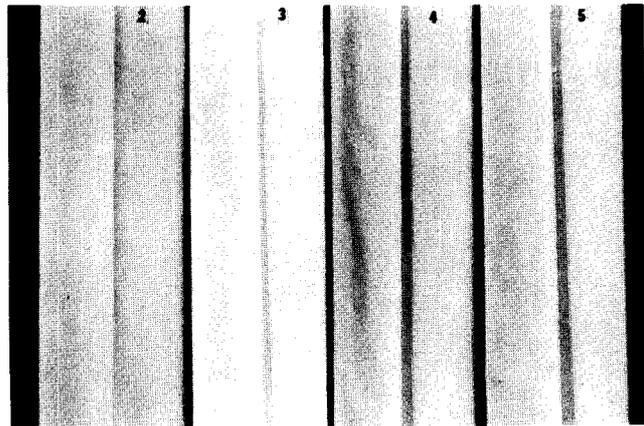
Es ergibt sich nun die Frage, welche Methode bei *Polyester/Baumwolle*-Mischgeweben die besseren Permanentpress-Eigenschaften bewirkt: das von der Baumwolle her entwickelte Post- oder das vom Polyester her bekannte Pre-curing-Verfahren.

Mit steigendem Polyesteranteil stellt sich eine Gleichrangigkeit des Pre- und Post-curing-Verfahrens ein.

Durch eine Nachfixierung von im Pre-curing-Verfahren hergestellten Bügelfalten im Ofen treten erhebliche Verschlechterungen der Faltenwaschbeständigkeit ein.

Diese Aussage über den Einfluß des Mischungsverhältnisses erscheint absolut logisch.

Material		post-curing		pre-curing		
		ungew.	5x gew.	ungew.	5x gew.	
100% B'-Wolle 130 g/m ²	Hemdenstoff - popeline	5	4-5	3	2	
33/67 PE/B'-W. 120 g/m ²	Hemdenstoff - popeline	5	5	4-5	4	
50/50 PE/B'-W. 120 g/m ²		5	5	4-5	4	
67/33 PE/B'-W. 120 g/m ²		5	5	5	4-5	
50/50 PE/B'-W. 230 g/m ²	Hosenstoff - Körper	5	4-5	4	3	
67/33 PE/B'-W. 213 g/m ²	Mantelstoff - Körper. Hellscheuerung	5	3-4 ^x	5	4	
70/30 PE/Z'-W 221 g/m ²	Hosenstoff - Körper	5	5	5	5	
Glanzstoff AG; Textiltechn. Inst.		Vergleich von pre- und post-curing bei verschiedenen Materialien und m-Gewichten				permanent - press 2 1967



In der zweiten Tabelle stellen wir beide Verfahren in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis und dem Quadratmetergewicht einander gegenüber. Hierbei ergibt sich die klare Entscheidung, daß für die Erhaltung einer *Falte* bei 50 % Polyester und 50 % Baumwolle bei einem Quadratmetergewicht von etwa 150 Gramm das Post-curing-Verfahren eindeutig die besseren Effekte zeigt.

In der dritten Tabelle wird das Post- und Pre-curing-Verfahren für Hosenstoffe aus Polyester/Baumwolle im Mischungsverhältnis 67/33 in Abhängigkeit von der Ofen- und Bügeltemperatur einander gegenübergestellt. Es bedeutet die Note 5 eine hervorragende Erhaltung der Bügelfalte nach fünf Wäschen bei 40°C in der Waschmaschine, die Note 1 ein Verschwinden der ehemals geformten Bügelfalte.

Nachkondensation 160 °C	Presszeit: 20 Sek. Pressdruck: 720 g/cm ²				
	Temperatur 120 °C ungew.	Temperatur 160 °C			
		5x gewaschen	ungew.	5x gewaschen	
ohne	2-3	2	5	4	
1 Minute	2	1-2	3	2	
5 Minuten	1-2	1	2	2	
Glanzstoff AG; Textiltechn. Inst.	Faltenbeständigkeit von PE/B'-W. 67/33, 213g/m ² Pre-curing - Verfahren mit Nachkondensation.				2 a 1967

DIOLEN/Baumwolle 67/33% Hasenstoff			
Preßtemperatur °C	pre-curing 150°C, 5 min	post-curing 160°C, 10 min	
120	2	3	
130 mit Dampf	2-3	3	
130 ohne "	2	2	
140	4	5	
150	5	5	
160	5	5	
Note 1 = gering 2 = mäßig 3 = ztl. gut 4 = gut 5 = sehr gut			
Glanzstoff AG; Textiltechn. Inst.	Faltenbeständigkeit nach der Wäsche		permanent - press 3 1967

Für den Sektor Polyester/Baumwolle kann also für die Waschbeständigkeit einer Bügelfalte zusammenfassend folgendes konstatiert werden:

Bei niedrigem Polyesteranteil - 50 % Polyester und 50 % Baumwolle - ist das Post-curing-Verfahren eindeutig im Vorteil. Beim Mischungsverhältnis 67 % Polyester und 33 % Baumwolle erscheinen beide Verfahren etwa gleichwertig zu sein, wobei beim Pre-curing die Schärfe der Bügelfalte lediglich vom Polyesteranteil getragen wird.

Im Laufe der weiteren Entwicklung haben sich verschiedene Faserrohstoffe in sogenannten Permanent-press-Artikeln verbunden. Es erscheint völlig logisch, daß man bei der Mischung Polyester/Baumwolle nicht stehenblieb, sondern den Weg zu den Polyester/Zellwoll-, Polyester/Leinen- und in neuester Zeit zu den Polyester/Wollartikeln gefunden hat.

In Mitteleuropa hat aus rein klimatischen Gründen wie in Amerika so dominierende Polyester/Baumwollhose nicht den Markt erringen können, den sie dort besitzt. Hier hat vielmehr die Polyester/Zellwollhose seit geraumer Zeit begonnen, unter dem Schlagwort „Permanent-Press“ Furore zu machen.

In der vierten Tabelle werden die Pre- und Post-curing-Verfahren in Abhängigkeit von den verwendeten Kondensations- bzw. Bügeltemperaturen und Bügelzeiten in ihren Effekten miteinander verglichen. Die Tendenz ist die gleiche wie bei den Polyester/Baumwolle-Hosenstoffen. Lediglich die geringfügig schlechteren Werte bei niedriger Bügeltemperatur sollen erwähnt werden.

DIOLEN/Zellwolle 70/30% Hosenstoff

Preßtemperatur °C	pre-curing 150°C; 5min	post-curing 160°C; 10 min
120	2	2-3
130 mit Dampf	2	2
130 ohne "	2	2
140	4	5
150	5	5
160	5	5

Note 1 = gering
2 = mäßig
3 = zl. gut
4 = gut
5 = sehr gut

Glanzstoff AG; Textiltechn Inst.	Faltenbestandigkeit nach der Wäsche	permanent-press 4 1967
-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------

Wir haben uns aber über die reine Waschbestandigkeit der Bügelfalte (Maschinenfeinwäsche bei 40°C) hinaus mit dem Problem der Trageigenschaften der Bügelfalten beschäftigt. Unter dieser Trageigenschaft wird das Nachlassen der Bügelfalte während der Tragepoche, das heißt mehrere Tage nacheinander ohne Zwischenwäschen, verstanden. Auf Grund von Versuchen hatten wir den Eindruck gewonnen, daß es wesentlich leichter ist, die Waschbestandigkeit der Bügelfalte in die Höhe zu züchten, als die Tragebestandigkeit der

Bügelfalte um einen wesentlichen Schritt nach vorne zu bringen (Ausbeulen in der Kniegegend!).

Als Prüfmethode für die Trageigenschaften der Bügelfalte haben wir versuchsweise folgenden Test eingeführt: Der Prüfling mit der eingepreßten Bügelfalte wird einer fünfmaligen Berstdruckprüfung mit 20 mm Wölbhöhe unterworfen. Die Belastungsdauer ist jeweils eine Minute. Auf Grund dieser Prüfungen scheint sich ein leichter Vorteil zugunsten des Post-curing-Verfahrens herauszustellen. Die fünfte Tabelle zeigt dies mit einigen Zahlen.

Ausbeulversuche von Hosenfalten

Jeder Prüfling wurde 5 mal jeweils 1 Minute bis zu einer Wölbhöhe von 15mm belastet und anschließend jeweils 1 Minute entlastet.

Preßtemperatur °C	Preßzeit Sekunden	pre-curing Benotung	post-curing Benotung
100	15	2	2
115	5	1	2
115	10	1	2
120	10	3	5
130	10	2	4
140	10	5	5
160	10	5	5

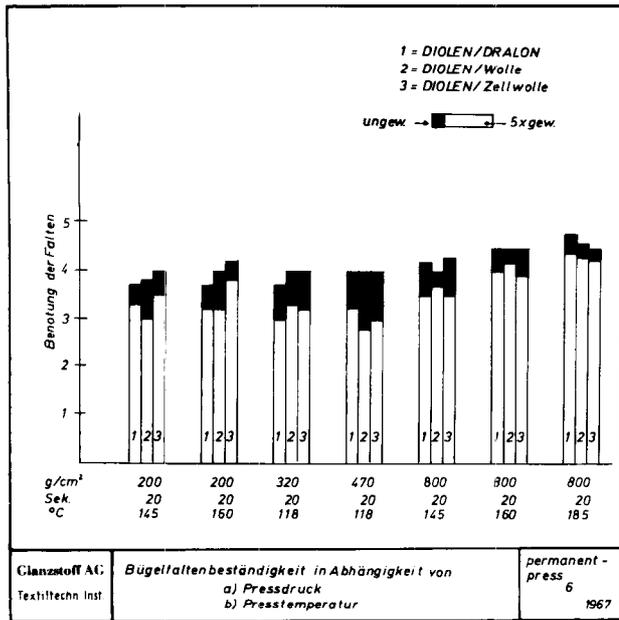
Note 1 = gering
2 = mäßig
3 = zl. gut
4 = gut
5 = sehr gut

Glanzstoff AG; Textiltechn Inst.	Pre- und post-curing auf DIOLEN/FLOX - Hosenstoffgewebe	permanent-press 5 1967
-------------------------------------	--	------------------------------

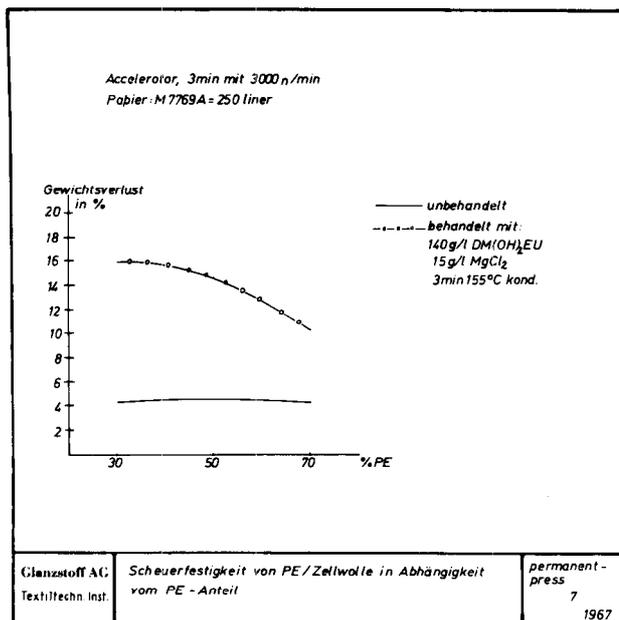
Die Veredlung von Polyester/Zellwolle-Mischgeweben, die auf dem europäischen Kontinent in überwiegendem Maße aus den Mischungen 70 % Polyester und 30 % Zellwolle hergestellt werden, dürfte heute rein rezeptmäßig kein Problem mehr darstellen. Vor drei Wochen hat Herr R u i l e hier in Dornbirn anlässlich der Tagung der Österreichischen Chemiker und Coloristen gerade zu diesem Thema aus der Sicht der Hilfsmittelhersteller ausführlich Stellung genommen. Es ist auch nicht Zweck dieses Kongresses über die Hilfsmittel zu richten, die nun für diesen oder jenen Prozeß bei Permanent-press eingesetzt werden. Vielmehr ist es Aufgabe des hier versammelten Kreises, sich ein Bild darüber zu machen, welche Rolle die Chemiefasern im Themenkreis „Permanent-Press“ zu spielen haben.

Als Beurteilung der beiden Curing-Verfahren für den Sektor Polyester/Zellwolle kann gesagt werden, daß sich für die Waschbestandigkeit der Bügelfalte bei 70/30-Mischungen und den üblicherweise eingesetzten Quadratmetergewichten von 250 bis 320 Gramm kein nennenswerter Unterschied herausstellt. Bei den Trageigenschaften scheint ein leichter Vorteil für Post-curing vorhanden zu sein.

Hat man sich zum Beispiel für den Einsatz eines Pre-curing-Verfahrens entschieden, so ergeben sich im Hinblick auf den Einfluß von Bügeltemperatur und Druck folgende Zusammenhänge:



118°C ergeben selbst bei Drucksteigerung schlechte Beständigkeit der Bügelfalte. Temperatursteigerung allein verbessert die Waschbeständigkeit aber nicht optimal. Beste Effekte sind nur mit Druck- und Temperatursteigerung möglich. Folgender Kompromiß erscheint tragbar: 160°C, 20 Sekunden, mindestens 400 g/cm². In Tabelle 7 sind gleichzeitig die Werte für Polyester/Wolle und Polyester/Polyacryl mitaufgetragen, um einen umfassenderen Vergleich zu ermöglichen. Bei dem Mischungsverhältnis 50 % Polyester und 50 % Zellwolle ergibt sich automatisch eine Analogie zu dem beim Polyester/Baumwollstoff vorhin Gesagten. Die Reduzierung des Polyesteranteils macht die Anwendung des Post-curing-Verfahrens mehr oder minder erforderlich. Wesentlich ist aber die Gebrauchstüchtigkeit, die angesichts der Schädigung der Zellwolle bei der Hochver-



lung die Anwendung der Mischung 70/30 angeraten sein läßt.

Abschließend zum Thema Polyester/Zellwolle soll aber auf eine erfreuliche Entwicklung hingewiesen werden. Vor Jahresfrist noch hatten sich die Techniker leidenschaftlich mit den Problemen des Post-curing-Verfahrens und den damit zusammenhängenden Fragen der Sublimier- bzw. Kondensierbarkeit der Farbstoffe unter diesen relativ hohen Bedingungen beschäftigt (10 Minuten, 180°C). Es ist heute erfreulich zu wissen, daß sich die Promotoren des Post-curing-Verfahrens in ihren Temperaturanforderungen im wesentlichen den Vorstellungen der Pre-curing-Anhänger angeschlossen haben. Die heute empfohlenen Temperaturen von 160 bis 165°C im Ofen lassen eine wesentlich realistischere Handhabung der Farbstoffsortimente zu. Es hat in der Vergangenheit nicht an Anläufen gefehlt, Leinengewebe mit Hilfe von geeigneten Hochveredlungsverfahren dem anspruchsvollen Verbraucher der Sechzigerjahre wieder zu empfehlen. Sicherlich wollte man das Image, das auch heute noch für Leinengewebe beim Verbraucher vorhanden ist, benutzen, um mit Hilfe von Permanent-press die Einführung des Polyester/Leinenartikels zu erleichtern. Wie Sie als Fachleute aber alle wissen, ist nun einmal die mit einer geringen Dehnung ausgestattete Leinenfaser gegenüber Hochveredlungsprozessen besonders sensibel. Daher sind die für den Post-curing-Prozeß vorgeschlagenen Rezepte für die Leinenfaser nicht geeignet. Wie Sie weiterhin alle wissen, hatte ja die große Welle des Leinen-Looks, die im letzten und vorletzten Jahr durch die europäischen Kaufhäuser ging, nicht das echte Leinen, sondern die mit hervorragenden Hochveredlungen versehene Zellwolle in den Vordergrund gespielt.

Was liegt also näher, als sich in diesem Falle auch wieder des Polyesters als des stabilisierenden Elementes zu bedienen? Im Laufe der letzten Jahre sind zahlreiche Versuche mit Polyester/Leinengewebe durchgeführt worden. Die Mischung 80 % Polyester/20 % Leinen ohne Hochveredlung wurde propagiert. Auf der anderen Seite hat es nicht an Mühe gefehlt, die Mischung 67 % Polyester/33 % Leinen, in der der Leinencharakter noch mehr herausgestellt werden konnte, veredlungstechnisch salonfähig zu machen. Alle Versuche auf diesem Sektor haben ergeben, daß weder ein Post- noch ein Pre-curing-Verfahren für diese Faser geeignet ist, weil - wie oben gesagt - ihr Kraft-Dehnungsdiagramm gegenüber Hochveredlungsprozessen nun einmal empfindlich ist. Bei den für den Post-curing-Prozeß erforderlichen Rezepturen und Temperaturen wird Leinen so geschädigt, daß nach einer Beanspruchung auf Scheuerfestigkeit nur noch das Polyester im Gewebeverband zu finden ist. Interessante Wash and wear-Effekte bei guten technologischen Daten sind nur mit dem sogenannten Naßvernetzungsprozeß erreichbar. Wie Fachleute wissen, hat aber das Naßvernetzungsverfahren nur eine deutliche Anhebung des Naßknitterwinkels zur Folge. Eine Verbesserung des Trockenknitterwinkels kann erst in zweiter oder dritter Linie wahrgenommen werden. Das bedeutet also, daß die Waschbeständigkeit der Bügelfalte allein vom Polyester getragen werden muß.

Kunstharz	Trockenknitterwinkel* DIN 53 890		Acceleratorabrieb % 3min mit 3000r/min		Faltenpermanenz	
	pre K / S	post K / S	pre	post	pre	post
ohne	111 / 106	111 / 106	5,7	6,7	—	—
45g/l	144 / 132	149 / 141	14,5	19,4	4	4-5
60g/l	148 / 132	150 / 145	14,0	20,4	4-5	5
75g/l	140 / 148	139 / 141	18,4	22,3	4-5	5
90g/l	—	136 / 132	—	22,5	—	5
105g/l	—	135 / 131	—	22,6	—	5
120g/l	—	134 / 135	—	23,5	—	5
Nassvern.	125-122		8,0		4	5

Preßbedingung: 165°C, 15 Sekunden

Note 1 = gering
2 = mäßig
3 = zl. gut
4 = gut
5 = sehr gut

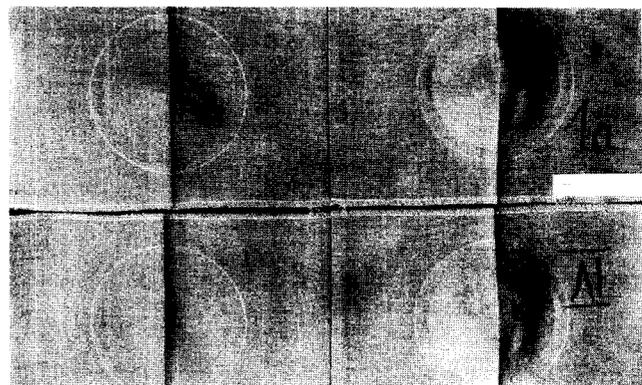
Glanzstoff AG Textiltechn. Inst.	Pre- und post-curing auf PE/Leinen 67/33 Nm 34/2 in K-S	permanent- press B 1967
-------------------------------------	---	----------------------------------

Abschließend kann also zu dem Sektor Permanent-press auf Leinengeweben gesagt werden, daß hier eine Wash and wear- oder Permanent-press-Ausrüstung nur mit Hilfe von Polyesterfasern möglich ist. Weiterhin muß der Prozentsatz an Polyesterfasern hier mindestens 67 Prozent betragen, um überhaupt einen einigermaßen interessanten Permanent-press-Bügelfalteneffekt zu erzielen. Steigert man die Polyestermenge noch weiter auf 80 Prozent, so kann man auf die Vernetzung des Leinens weitgehend verzichten und erhält ein Gewebe, dessen Permanent-press-Eigenschaften allein vom Polyester getragen werden. Das Post-curing-Verfahren scheidet als Vernetzungsart völlig aus. Im Falle von 80 % Polyester und 20 % Leinen haben wir bereits die erste Berührung mit einem sogenannten *Non-curing-Verfahren*.

Es überrascht daher nicht, daß das Wort Permanent-press mit seiner Publikumswirksamkeit und mit seinen durchaus berechtigten Effekten im Sektor *Polyester/Wolle* nunmehr auch Anhänger gefunden hat. Wir erleben seit einigen Monaten eine ausgesprochene Intensivierung des Permanent-press-Konzepts auf dem Polyester/Wolle-Gebiet, obwohl hier die naßbeständige Bügelfalte seit Jahren zum festen Repertoire dieser Mischung gehörte. Bei derartigen Mischgeweben war allerdings die Frage der Waschbeständigkeit der Bügelfalte bei weitem nicht so herausgestellt worden, wie sie heute bei den Polyester/Zellwolle-Artikeln in den Vordergrund geschoben wird. Es nimmt daher nicht wunder, wenn von Seiten der Polyester/Wolle-Verarbeiter nunmehr dieses nachgeholt wird. Gemäß dem kleinen Einmaleins sollte Permanent-press auch hier einen echten Vorteil bringen. Wir verstehen darunter, daß einerseits der Polyesteranteil unter der Bügelpresse einer dauerhaften Verformung in die vom Verbraucher letztlich gewünschte Bügelfalte unterworfen wird (physikalische Fixierung), auf der anderen Seite aber, daß auch die für reine Wolle propagierten chemischen Oberflächenstabilisierungsmittel eine Deformation und Fixierung der Wolle in der Bügelfalte ergeben sollten (chemische Fixie-

rung). Das heißt also: Zum Eins des Polyesters sollte das Eins der Wolle kommen und somit Zwei ergeben, das besser sein sollte als das Eins, das man bisher schon vom Polyester/Wolle-Artikel her gewohnt war. Es soll aber auch nicht verschwiegen werden, daß im Gegensatz zu hochveredelten zellulosischen Fasern die Wolle während des Waschprozesses keine so ausgeprägte Tendenz entwickelt, unbedingt in die flache Form überzugehen. Wie anhand der nächsten Dias gezeigt werden wird, scheint es aber weniger allein an der Oberflächenstabilisierung der Wolle, sondern an einem während des Veredelungsprozesses entsprechend entspannten und durch normale Veredelungsverfahren stabilisierten Wollanteil zu liegen. Nach dem augenblicklichen Stand unserer Versuche müssen wir feststellen, daß zwischen einem optimal ausgerüsteten Polyester/Wollgewebe mit und ohne chemische Oberflächenfixierung im Hinblick auf die Schärfe der Bügelfalte und die Oberflächenglätte nach mehreren Feinwäschen kein Unterschied besteht. Werden bestimmte Veredelungsschritte, wie zum Beispiel das Einbrennen oder das Kesseldekantieren, aus maschinellen oder anderen Gründen nicht durchgeführt, dann müssen chemische Oberflächenstabilisierungsmittel für den Wollanteil eingesetzt werden, um gute Wash and wear-Effekte zu erzielen. Es soll aber auch nicht verschwiegen werden, daß der Einsatz von chemischen Wollfixierern die Benutzung geringerer Bügelttemperaturen beim Konfektionär ermöglicht.

Im Tragttest (Berstdruckprüfung) haben sich keine deutlichen Vorteile für ein zusätzlich chemisch fixiertes Material ergeben. Das Dia zeigt einen Vergleich der Bügelfalte mit und ohne chemische Fixierung nach einem fünfmaligen Wölbtest mit 20 mm Wölbhöhe, wie wir ihn vorhin bereits gesehen haben.



Gibt man nunmehr für den Polyester/Wolle-Artikel die Antwort auf die Frage des Referattitels, nämlich inwieweit der Begriff Permanent-press ein echter Fortschritt oder ein Schlagwort sei, so muß man diese Antwort in zweierlei Hinsicht formulieren:

Wird ein Polyester/Wolle-Artikel in der Mischung 55/45 nach den klassischen Grundsätzen der Veredelung von Wolle und Polyester ausgerüstet, so bringt die für Permanent-press vorgeschlagene zusätzliche chemische Flächenstabilisierung keine neuen, bisher unbekanntenen Effekte. Bei aller-

dings nicht optimaler Bearbeitung der Wolle im Veredlungsprozess, der in verschiedenen Betrieben aus rein maschinellen Gründen eventuell nicht möglich sein wird, bringt die chemische Oberflächenfixierung der Wolle einen echten Fortschritt.

Der zweite Teil der Antwort besteht darin, daß die Forderung der Permanent-press-Wolle nach optimaler Bügelfalte eine Überprüfung der thermischen Bedingungen während des Konfektionierungsprozesses nach sich gezogen hat. Das Anheben der Temperatur der Bügelpresse auf 160°C hat zu einer deutlichen Verbesserung der Dauerhaftigkeit von Bügelfalten bei Polyester/Wolle-Artikeln geführt.

Während wir Ihnen bisher sowohl für Polyester/Zellulose-Artikel als auch für die Polyester/Wolle-Mischgewebe nur Positives über den Permanent-press-Effekt sagen konnten, stehen wir einer zur Zeit im Gespräch befindlichen Mischung aus 33 % Polyester, etwa 33 % Wolle und 33 % Zellwolle aus technologischen Gründen kritisch gegenüber. Sinn dieser Mischung ist es, den Sektor Polyester/Wolle dem Post-curing-Verfahren zu öffnen, was nur unter Einbeziehung von Zellwolle auf Grund ihrer Fähigkeit zur Hochveredlung (Quervernetzung) möglich ist. Unsere Bedenken bewegen sich hierbei in folgender Richtung:

Da sich der Polyesteranteil deutlich unterhalb von 50 Prozent bewegt, bleibt nur das Post-curing-Verfahren einsetzbar, was im Endeffekt auch der einzige tiefere Sinn dieser Mischung sein dürfte. Eine im Post-curing-Verfahren hochveredelte Zellwolle ist aber nun einmal in ihren Scheuerfestigkeiten bis zu einem bestimmten Maße herabgesetzt. Es sind also im Gewebeverband der hochscheuerfeste Polyester, die normalscheuerfeste Wolle und die in diesem Zustand nicht mehr optimal scheuerbeständige Zellwolle vorhanden. Weiterhin darf nicht übersehen werden, daß bei Temperaturbedingungen des Post-curing-Prozesses eine nicht unerhebliche Beeinflussung der Wolle stattfinden kann.

Sollte bei dieser Mischung auch noch an einen stückgefärbten Artikel gedacht sein, so kann schon heute gesagt werden, daß der Ausrüstungsgang dieser Mischung gegenüber den Polyester/Zellwoll- und Polyester/Wollgeweben keineswegs vereinfacht werden kann. Von der Färberei muß eine gute Ton-in-Ton-Färbung aller drei Partner gefordert werden, da sonst im Gebrauch durch Scheuerbeanspruchung eine Farbbildänderung vorkommen könnte.

Abschließend kann auch vor Beendigung unserer Trageversuche gesagt werden, daß auf keinen Fall diese Dreiermischung den beiden anderen Polyester-mischungen in irgendeinem Punkt auch nur im entferntesten überlegen sein könnte. Alle Vorteile sprechen für die klassischen Mischungen Polyester/Zellwolle und Polyester/Wolle.

Bevor wir uns den sogenannten Non-curing-Artikeln zuwenden, soll noch ein Wort über eine der wichtigsten Zutaten für Permanent-press-Kleidungsstücke - über den Futterstoff - gesprochen werden. Es ist nicht uninteressant, daß gerade dem Futterstoff eine Schlüsselstellung für die weitere Expansion des Permanent-press-Gedankens zukommt. Rekapitulieren wir noch einmal kurz, welche Artikel heute in

Permanent-press-Qualitäten auf dem Markt sind. Wir haben einmal den Polyester/Baumwolle-Hemdenstoff, zum anderen den enorm großen Markt der Hose, sei sie aus Polyester/Baumwolle, aus Polyester/Zellwolle oder aus Polyester/Wolle. Über das Kostüm, über die Freizeitjacke und über den Regenmantel ist bisher noch nicht allzuviel gesprochen worden. Selbstverständlich werden in allen hieran beteiligten Industriezweigen intensive Versuche durchgeführt. Die Realisierung dieser Artikel als Permanent-press-Qualität hängt aber nun einmal von der Kombination der wichtigen Zutaten ab. Während bei der Hose die Zutaten mehr oder minder verdeckt waren, erschienen sie bei dem Jackett, bei der Kostümjacke und beim Regenmantel für den Verbraucher nach der Wäsche sehr deutlich. Ihr Aussehen wird somit ein Kriterium. Es sind in den letzten Monaten mit den verschiedensten Futterstoffen Versuche gemacht worden. Gemeint sind der schon marktbekannte Acetat-Futterstoff, der Waschtuft aus Viskose in Kette und Schuß, in VISCOLIN- oder anderer Qualität und der in Schweden seit einigen Jahren bereits zu interessanter Marktbedeutung gekommene Futterstoff mit Polyamid 6 in der Kette und Viskose im Schuß. Weiterhin wurde ein Futterstoff geprüft, der in Kette und Schuß Polyamid enthält, und ein anderer, der in beiden Richtungen Polyester enthält. Ferner bewirbt sich ein gewirkter Polyamid- und ein auf Polyester/Baumwollbasis gewebter Futterstoff um die Gunst der Permanent-press-Gewebe-Verarbeiter. Die nächsten Tabellen zeigen Ihnen einige dieser Futterstoffe und ihre technologischen Daten. Die wichtigsten Eigenschaften dürften nach wie vor das Monsanto-bild, die Scheuerbeständigkeit und der Schrumpf sein. Wir glauben, daß auf Grund dieser drei Eigenschaften dem Futterstoff mit PERLON in der Kette und Reyon im Schuß eine nicht uninteressante Rolle zuteil wird. Rein ausrüstungstechnisch stellt dieser Futterstoff selbstverständlich kein Problem dar, da seine Stabilisierung in der Kettrichtung durch die für Polyamidmaterialien übliche Thermofixierung und die Stabilisierung des Viskose-Schusses durch

Artikel	Material	m ² -Gew. in g	Maßänderung in% 40°C-Wäsche		Monsanto-Note 40°C-Wäsche	
			1x	5x	1x	5x
Viscolin	K S	85	-1,4 -0,9	-1,6 -1,1	4	3-4
	Reyon Reyon					
Azetat	K S	88	-0,8 -0,8	-1,0 -0,9	1-2	1-2
	2½ Azetat 2½ Azetat					
Perlon/Reyon	K S	75	-0,6 -0,8	-0,8 -0,5	4	3-4
	Perlon Reyon					
Perlon/Cupfer	K S	75	-0,8 -1,2	-0,8 -1,1	4	3-4
	Perlon Cupfer					
Perlon	K S	68	-0,7 -0,6	-0,6 -0,8	4-5	4-5
	Perlon Perlon					
Dialen/Reyon	K S	65	-0,2 -1,0	-0,2 -1,1	3	3
	Dialen Reyon					
Dialen/B'wolle	K S	105	-0,4 -0,3	-0,7 -0,2	4-5	4
	D/Bw D/Bw					

Glanzstoff AG Textiltechn. Inst.	Futterstoffe für „wash and wear“ Bekleidung	permanent- press 11 1967
-------------------------------------	---	-----------------------------------

eine leichte, in keiner Weise an die Konzentrationen der üblichen Waschaftausrüstung heranreichende Kunstharzveredlung vorgenommen werden kann. Das größte Problem bot sich aber hierbei auf der färberischen Seite. Es ist nicht ganz einfach, beide Partner exakt Ton in Ton zu färben und dabei noch die vom Markt gewünschten Naßechtheiten zu erzielen. Nach Abschluß längerer Entwicklungsarbeiten glauben wir aber, daß es heute auch beim Einsatz von Säurefarbstoffen für den PERLON-Anteil durchaus möglich ist, die wichtigsten Futterstofffarben in befriedigendem färberischem Ausfall zu bringen.

Artikel	Material	Knitterwinkel*		Kantenschneiderverlust in %	Acceleratorabrieb in % 3min mit 3000v/min
		trocken	naß		
Viscolin	K S Reyon Reyon	102	128	21	7,8
		107	131		
Azetat	K S 2½Azetat 2½Azetat	87	33	8,5	5,4
		74	31		
Perlon/Reyon	K S Perlon Reyon	154	132	3	2,3
		45	129		
Perlon/Cupfer	K S Perlon Cupfer	152	128	3	1,8
		42	114		
Perlon	K S Perlon Perlon	164	145	0	0,6
		166	151		
Diolen/Reyon	K S Diolen Reyon	111	120	4	2,7
		47	122		
Diolen/Bwolle	K S Diolen/Bw Diolen/Bw	119	122	0	3,8
		119	130		

Glanzstoff AG, Textiltech. Inst.	Futterstoffe für „wash and wear“ Bekleidung	permanent- press 11a 1967
-------------------------------------	---	------------------------------------

Auf der vorjährigen Tagung hatten wir in der Diskussion bereits als drittes Verfahren zur Erzielung von Permanentpress-Effekten die Non-curing-Methode erwähnt. Voraussetzung für diese Non-curing-Methode ist ein Anteil von mindestens 80 Prozent Synthefaser. In diesem Zusammenhang hatten wir im vorigen Jahr auf die sogenannte 2 D-Mischung aus DIOLEN/DRALON hingewiesen. Gerade diese Mischung schien uns für Permanentpress besonders prädestiniert zu sein. In zahlreichen Versuchsreihen hatten wir festgestellt, daß wir bei dieser Fasermischung bereits mit den normal vorhandenen Bügelpressen, deren Temperatur bei etwa 120°C liegt, zu guten, waschbeständigen Bügelfalten gelangen. Es hat uns daher überrascht, daß diese 2 D-Mischung nicht sofort zum 'großen Renner' der Permanentpress-Welle, insbesondere auf dem Hosensektor, wurde. Die Gründe hierfür mögen unterschiedlicher Natur sein. Es ist aber umso erfreulicher, nach der diesjährigen INTERSTOFF feststellen zu müssen, daß gerade dort im Hinblick auf Permanentpress eine erhebliche Nachfragesteigerung gerade für diesen Artikel zu verzeichnen war.

Welche Vorteile bietet dieser Artikel?

Seine Ausrüstungspraxis erfordert unter dem Leitgedanken "Permanent-Press" keine Variationen, wie sie bei anderen

Mischgeweben notwendig sind. Die Farbstoffauswahl für den Polyesteranteil wird durch Temperaturvorschriften für die spätere Bügelpressung oder Ofenbehandlung nicht eingeschränkt. Hochveredlungsmaßnahmen mit all ihren Begleiterscheinungen sind nicht erforderlich. Darüber hinaus besteht für den Konfektionär der Vorteil, daß er eventuell keine Spezialbügelpresse investieren muß.

Es soll aber nicht verschwiegen werden, daß die Mischung 2 D aus DIOLEN/DRALON auf der färberei- und ausrüstungstechnischen Seite durchaus ihre Probleme gehabt hat. Auf der vorjährigen Tagung der österreichischen Chemiker und Coloristen hatten Herr Ing. Ernst und ich noch einmal die verschiedenen Ausrüstungsvorgänge und die färberei-technischen Notwendigkeiten zusammengefaßt. An dem Stand der Technik von damals hat sich nichts geändert, und wir möchten auch heute sagen, daß das Färben und Ausrüsten des 2 D-Artikels sorgfältigste Bearbeitung im Veredlungsbetrieb voraussetzt, aber keineswegs ein schwieriges oder etwa gar unlösbares Problem darstellt.

Wie schon gesagt wurde, ist für einen Non-curing-Artikel Voraussetzung, daß das Gewebe mindestens 80 Prozent Synthefasern besitzt. Der eben beschriebene 2 D-Artikel enthält 100 Prozent.

Auf der anderen Seite sind aber auch Versuche durchgeführt worden, den Polyesteranteil in den Mischungen mit Zellwolle bzw. Wolle anzuheben, um auf diese Weise zu einem Non-curing-Artikel zu gelangen. Sie alle wissen, daß durch die Erhöhung des Polyesteranteils und die Verringerung speziell des Wollanteils, aber auch des Zellwollanteils, die Tendenz besteht, flachere Gewebe aus solchen Mischgarnen zu erhalten. Seit Jahren ist die Chemiefaserindustrie bemüht, Polyesterermischgewebe mit einem größeren Griffvolumen auf den Markt zu bringen. Die Einführung der pillingarmen Typen wie TREVIRA WA oder DIOLEN FL hat die Erstellung von Geweben ermöglicht, deren Oberfläche gewisse flottierende Bindungen zuließ. Offen blieb aber nach wie vor der Wunsch nach einer Steigerung des Volumens, denn die flottierende Bindung allein bringt noch kein Volumen ins Gewebe.

Vor etwa drei Wochen fand hier in Dornbirn die Tagung der österreichischen Chemiker und Coloristen statt. Anlässlich dieser Tagung wurde von uns ein Referat über Hochschrumpfasern aus DIOLEN gehalten. Ich habe damals anhand von einigen Dias dargelegt, wie man sich die Wirkungsweise dieser sogenannten DIOLEN-Hochschrumpftypen vorzustellen habe.

Wenn man mit Hilfe dieser hochschrumpfenden Polyester-type nunmehr Gewebe herstellt, in denen sich höchstens noch 20 Prozent Wolle bzw. Zellwolle, dafür aber ein Gemisch aus DIOLEN FL und HS befindetet, so wird in diesen Fällen die Schärfe der Bügelfalte durch den Polyesteranteil garantiert.

Damit ist es der Chemiefaserindustrie gelungen, unter Erhaltung des Griffes klassischer Polyester/Wollgewebe, ohne zusätzliche Maßnahmen im Hinblick auf eine Hochveredlung bei einem Zellwollanteil oder durch eine Kesseldeka-

tur bzw. chemische Fixierung mit Oberflächenstabilisierungsmitteln bei einer Wollmischung, optimale Permanentpress-Effekte zu erhalten.

Mit Hilfe der hochschrumpfenden Polyesterfaser wird es weiterhin der Industrie möglich sein, den eben angedeuteten Weg konsequent zu Ende zu gehen und den Versuch zu unternehmen, Gewebe aus 100 Prozent Polyesterfasern herzustellen. Man könnte sich vorstellen, daß ein derartiges Gewebe hochinteressante Eigenschaften gerade für den Veredler mit sich brächte. Dieses Gewebe würde die gewichtsmäßige Leichtigkeit mit bequemster Waschbarkeit, bester Erhaltung der Bügelfalte und normalen färberei- und ausrüstungstechnischen Manipulationen, wie wir sie seit Jahren bereits für Polyesterartikel gewohnt sind, vereinen. Auf der anderen Seite würden auch hier beim Konfektionär keine Investitionen in punkto Öfen oder Spezialpressen erforderlich sein. Zweifelsohne werden auf diesem Wege noch manche Hindernisse zu überwinden sein. Es wird technische Schwierigkeiten geben, es wird eventuell konfektionstechnische oder andere Anfangsschwierigkeiten geben. Wir sind aber überzeugt davon, daß all diese Dinge lösbar sind.

Als Antwort auf die Fragestellung meines Referates für diesen speziellen Artikel muß wiederum gesagt werden, daß die Entwicklung Permanent-press von der reinen Baumwolle ausgehend, die Chemiefasern - die Synthesefasern insbesondere - gezwungen hat, an sich selbst zu arbeiten, um wiederum neue Effekte zu erreichen, die mit denen der Baumwolle bzw. der Baumwollmischgewebe mithalten können oder noch überlegen sein sollen. Insofern hat die Entwicklung Permanent-press einen echten Fortschritt auch auf diesem Sektor gebracht.

So wurde auf dem Hosensektor mit Hilfe von Permanent-press ein Qualitätsstand erreicht, der alle Verbraucherwünsche befriedigen kann, wenn alle Beteiligten sich der Verantwortung für diesen neuen Qualitätsbegriff bewußt sind. Was nützt alle Technik, was nützt alle Werbung, was nützt ein Etikett, wenn auch nur einer der im Verarbeitungsprozeß Beteiligten nicht wirklich qualitätsbewußt denkt! Viele Rütli-Schwüre wurden schon für manches Warenzeichen getan, und wie sind die jeweiligen Bedingungen später eingehalten worden, wenn nicht scharf kontrolliert wurde?

In diesem Zusammenhang kann nicht deutlich genug darauf hingewiesen werden, daß schon so viele technisch gute Entwicklungen vom Leichtsinne mancher Produzenten zu Tode geritten wurden.

Meine Damen und Herren, ich habe Ihnen vierzig Minuten über Permanent-press vorgetragen, muß Ihnen aber am Schluß gestehen, daß Sie all das und vieles andere berücksichtigen können und dennoch in keinem Falle zu dem optimalen Permanent-press-Artikel kommen, wenn nicht die Konfektion mitzieht. Zahlreiche Untersuchungen haben zur Genüge gezeigt, daß krause und wellige Nähte nicht notwendig sind. Ich möchte mit dem Appell gerade an diesen Industriezweig schließen, sich der Verantwortung im gemeinsamen Interesse zugunsten des Verbrauchers bewußt zu sein.



Jahrzehntelange wissenschaftliche und praktische Erfahrungen, gepaart mit moderner Forschung, führten zur Herstellung von:

QUOFINAL® F4

zur wash-and-wear-Ausrüstung, gute Reiß- und Scheuerfestigkeit; saugfähig, weich, hautfreundlich.

QUECODUR® B GRANULAT

Harnstoff-Formaldehyd-Vorkondensat, ausgezeichnete Lager- und Flottenbestär

QUECODUR® R14

Allround-Reactant.

QUECODUR® HA

verätherte Harnstoff-Formaldehydverbindung zur Steifappretur von Synthesefasern; flüssig.

QUECODUR® DM

verätherte Melamin-Formaldehyd-Verbindung zur elastischen Steifausrüstung von Synthesefasern, zur Krumpffestausrüstung von Zellulosefasern und Wolle; flüssig.

QUECODUR® ZF

modifiziertes Harnstoff-Formaldehyd-Vorkondensat; füllt und macht sprunghelastisch; flüssig.



DR. QUEHL & CO.
GmbH.,
CHEMISCHE FABRIK
672 SPEYER
WESTDEUTSCHLAND



Vertretung und Auslieferungslager für Österreich:

DIPL.-ING. RICHARD WAGNER

1060 WIEN VI, MARIAHILFERSTR. 49/3/64, TEL. 57 00 813
4020 LINZ/DONAU, HOFBERG 9, TEL. 23 37 2

Diskussion

Dr. Albrecht: Es ist sehr wichtig einzusehen, daß bei der Verarbeitung von - beispielsweise schrumpfbaren - Fasern Spinner, Weber, Ausrüster und Konfektionär eine unlösbare Kette bilden. Dadurch kann ohnweiters eine Verlagerung von Arbeiten von einer Stufe in die andere erfolgen.

Mohr: Herr Ing. Kausch wies in seinem Vortrag voriges Jahr auf ein schwaches Glied in dieser Kette hin, nämlich auf die Waschmaschinen. Bei den europäischen Waschmaschinen erfolgt das Aufheizen und das Zufließen des kalten Wassers nach dem Waschen zu plötzlich. Bei den amerikanischen Waschmaschinen dagegen sinkt die Temperatur im Verlauf von fünf Minuten langsam. Durch plötzliche Abkühlung können Falten im Gewebe fixiert werden. Haben sich die Textilhersteller mit den Waschmaschinenproduzenten schon ins Einvernehmen gesetzt?

Dr. Kratzsch: Ihre Frage bezieht sich auf das Monsanto-Bild und nicht auf die im Mittelpunkt meiner Ausführungen stehende Bügelfalte. Die vier wichtigsten deutschen Waschmaschinenhersteller haben in ihr Programm das stufenweise Abkühlen des Waschgutes aufgenommen. Hosen mit Permanent-press-Bügelfalte sollten überhaupt nur bei 40°C gewaschen werden, denn bei dieser Temperatur entstehen keine kritischen Verwerfungen. Manche Ausrüster empfehlen 60°C. Aber wo dies akzeptiert wird, muß man in der Färberei die Konsequenzen tragen.

Ing. Pajgrt: Kann man Mischungen aus 70 % Polyester/30 % Reyon auch mit Permanent-press ausrüsten?

Dr. Kratzsch: Sie wollen wissen, wie die Bewertung lauten würde, wenn dieses Gewebe keiner Hochveredlung unterworfen worden wäre. Ich schätze Note 3 bis 4. No-curing erreichen Sie nur bei einem Anteil von 80 Prozent Synthetics. Unter diesem Wert wird auch das Monsanto-Bild unruhig, und der Schrumpfung ist nicht zu stabilisieren.

Ing. Pajgrt: Unserer Meinung nach ist die Kesseldekatur besonders für reine Wolle, Polyester/Wolle und für Dreikomponentenmischungen geeignet. Diese Appretur ist recht gut und weist Permanent-press-Eigenschaften auf.

Dr. Kratzsch: Das ist aber kein Post-curing-Verfahren, denn Sie haben die Mischung Polyester/Wolle veredelt und diese trägt im Endeffekt das Monsanto-Bild und die Bügelfalte.

Ing. Pajgrt: Wenn man diese neuen Bügelmaschinen in den Konfektionsbetrieben nicht völlig beherrscht, erzielt man keine scharfe Bügelfalte. In diesen Fällen erweist sich das Siroset-Verfahren als günstiger.

Dr. Kratzsch: Wenn Sie die Bügelfalte in ein Gewebe aus dieser Dreiermischung pressen, wird sie vom Polyester getragen. Die Wolle wurde vorher mittels der Kesseldekatur in eine flache Form gepreßt. Die Wolle sorgt dafür, daß das Monsanto-Bild gut aussieht, kann aber nicht die Bügelfalte mittragen.

Ing. Pajgrt: Seit einigen Jahren wird in der CSSR eine schrumpfbare Faser - „Delana“ - hergestellt. Gewebe daraus sind gut waschbar, aber beim Bügeln bekommt man glänzende Abdrücke.

Dr. Kratzsch: Man muß mit der Bügeltemperatur sehr vorsichtig sein. Bei 160° sehen Sie die Nähte an den Seiten und die Umschläge an den Stulpen durchgedrückt. Wenn Sie bei 115° und mit einem Bügeldruck von nicht mehr als 300 g/cm² arbeiten, kommen Sie nicht in den thermoplastischen Bereich. Aber trotz der milden Behandlung ist die Bügelfalte no-curing.

Dir. Krahen: Ein Glied der Hersteller- und Verarbeiterkette ist ebenfalls sehr schwach, und zwar die Konfektion. Ich halte es für unbedingt erforderlich, daß durch geschulte Leute die Konfektion systematisch angesprochen wird. Die Konfektionäre sollten darauf hingewiesen werden, wie texturierte Gewebe verarbeitet werden sollen. Daß eine gute Konfektion aus solchen Geweben möglich ist, haben einige Hersteller bereits bewiesen.

Dr. Kratzsch: Eine schlechte Naht wird durch eine Permanent-press-Behandlung unter noch so intensiven Bedingungen nicht zu einer guten Naht. Sie können eine mittelmäßige Naht zu einer guten machen, aber eine schlechte Naht höchstens zu einer mittelmäßigen.

Roth: Warum werden in der Weberei noch flockgefärbte Garne verwendet, und warum kann man nicht in allen Fällen stückgefärbte Artikel auf den Markt bringen? - Sie sprachen außerdem von Ton-in-Ton-Färbungen von Polyester/Reyon und Polyester/Wolle. Trotz der Ton-in-Ton-Färbung zeigen sich auf dem Accelerator und in der Praxis große Scheuereffekte. Ist das flockgefärbte Material gar nicht so nötig, wenn man imstande ist, im Stück zu färben?

Dr. Kratzsch: Wenn das Polyesterskelett zum Vorschein kommt, war die Ton-in-Ton-Färbung nicht exakt genug. Wenn Sie das Reyon herausscheuern und der Ton ändert sich, dann waren die beiden Fasern schon vorher nicht ganz gleich gefärbt. Normalerweise gibt es nur eine gewisse Verschiebung punkto Ton, Glanz etc. auf Grund der verschiedenen Mattierung und Kräuselung. - Ihre letzte Frage bejahe ich: Der Übergang zur Stückfärbung dürfte tatsächlich weitere Fortschritte machen.

Kreidler: In den Webereibetrieben gibt es einen technischen Kader, der Einsicht in die Probleme der Weiterverarbeitung hat. Meines Wissens fehlt jedoch ein solcher in der Konfektion, wo er von den Chemiefaserherstellern abengagiert werden könnte, um in der Zusammenarbeit zwischen Fasererzeuger, Spinner, Weber und Konfektionär ausgebildet zu werden.

Dr. Thater: Ich möchte einiges zu den Schwierigkeiten der Konfektion sagen. Sie bekommen zum Beispiel von der Fabrik einen Stoff, der farblich dem Endausfall nicht entspricht, denn beim Post-curing tritt im Ofen eine beträchtliche Farbänderung auf. Außerdem finden im Ofen Schrumpfprozesse statt, die berücksichtigt werden müssen. Auch die Zubehörteile müssen auf das neue Material abgestimmt sein. Dadurch entstehen Belastungen durch Anschaffung der Öfen und Pressen. Weiters ist eine Geruchsbelästigung durch das Formaldehyd zu ertragen. Die Konfektion dürfte noch ein bis zwei Jahre brauchen, um mit diesen Schwierigkeiten und Neuerungen fertig zu werden.

Dr. Kratzsch: Wenn die Konfektion das Permanent-press-Verfahren noch nicht völlig beherrscht, so ist ihr kein Vorwurf zu machen. Aber die Naht selbst beruht nur auf der handwerklichen Fertigkeit des Nähers; denn wenn die Naht wellig ist, kann die Hose noch so gut ausgerüstet sein, sie verliert an Wert.

Entwicklung spezieller Polyesterfasertypen für bestimmte Einsatzgebiete

Dr. J. Thimm
 Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt am Main

Im Rahmen dieses Referates werden eine Reihe neuer Stapelfasertypen und deren Eigenschaften behandelt. Zunächst werden die für das Pilling maßgeblichen Fasereigenschaften erwähnt. Dann wird an Hand von Pillingkurven - gemessen mit dem Random-Tumble-Pillingtester - die Einsatzbreite von zwei pillarmen und einer normalen Polyesterfaser besprochen. Ebenso werden an Hand von Untersuchungen an Geweben aus Polyesterfasern mit verschiedenem Querschnittsprofil Pillingverhalten, Fülligkeit, Glanz, Saugfähigkeit und Knittererholung diskutiert. Ferner wird der Einsatz von zwei Hochschumpffasertypen verschiedenen Molekulargewichts für den Web- und Strickereisektor sowie auch für den technischen Sektor besprochen. Von den Eigenschaften dieser Fasern wird besonders das Schrumpfverhalten bei verschiedener Behandlung in Wasser und Heißluft erwähnt und mittels Kurven dargestellt. Auf die Erfahrungen beim Einsatz von Hochschumpffasern in Web- und Strickartikeln sowie Nadelfilzen und Vliesen wird ausführlich eingegangen. Weiters werden eine neu entwickelte Füllfaser mit spiralförmiger Kräuselung und deren Vorteile - besonders als Steppartikel - gegenüber der zweidimensional gekräuselten Füllfaser behandelt.

Der letzte Teil des Referates ist dem Einsatz der Polyesterfaser als Teppichgarn gewidmet. Abschließend wird ein Ausblick auf die Tendenz in Forschung und Entwicklung der Polyesterfasern gegeben.

The present paper deals with a number of new types of staple fibre and their properties. Reference to fibre properties determining pilling behaviour is followed by a discussion of the ranges of application of two pill-resistant polyester fibres and one of normal type, based on pilling curves obtained with the help of the Random Tumble Pilling Tester. Pilling behaviour, loft, lustre, absorbency and crease recovery are evaluated on the basis of studies on fabrics made of polyester fibres with differently shaped cross sections. The use of high-shrinkage fibres of varying molecular weight in weaving and knitting as well as in the industrial sector is dealt with. Among the various properties displayed by these fibres, their shrinking behaviour during various treatments in water and hot air forms the subject of special discussion and diagrammatic demonstration. A detailed account is given also of past experiences in using high-shrinkage fibres in woven and knitted articles, needled webs and bonded fabrics. Attention is drawn, in addition, to a newly developed filler fibre with a helical crimp and to the advantages it offers (particularly in comforters) over filler fibres with two-dimensional crimp.

The last part of the paper is devoted to the use of polyester fibres in carpet yarns. In conclusion, a forecast is given of the trends to be followed by future research and development work in the polyester field.

Whinfield und Dickson entdeckten 1941 das Polyäthylenterephthalat und erkannten seine Brauchbarkeit zur Herstellung von Fasern mit besonderen Eigenschaften. Die daraus hergestellte Polyesterfaser wurde in den USA im Jahre 1950 auf den Markt gebracht. In Europa ist die

Entwicklung dieser Faser jetzt ungefähr fünfzehn Jahre alt. In diesem kurzen Zeitraum hat sich die Polyäthylenterephthalatfaser nach den Polyamidfasern zu der wichtigsten Synthesefaser entwickelt. Bereits 1966 betrug die Produktion von Polyesterfasern in der Welt 600 000 Tonnen und für 1970 wird sie auf 1,3 Millionen Tonnen geschätzt. Ende 1967 werden Polyesterfasern in 106 Fabriken erzeugt, die 77 Produktionsgesellschaften in 32 Ländern angehören.

Die Polyesterfaser ist heute die am vielseitigsten einsetzbare Synthesefaser, die wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften nicht nur als Stapelfaser und Endlos Garn, sondern auch als technisches Garn und Monofil Verwendung findet. Auf Grund der außergewöhnlich guten Formstabilität, Knittererholung und Pflegeleichtigkeit der aus ihr hergestellten Textilien hat sie schnell einen großen Markterfolg im Bekleidungssektor und auf technischem Gebiet errungen.

Nach der Einführung der ersten großen Artikelgruppen, wie leichte Herren- und Damenoberbekleidung aus Mischungen der Polyesterfaser mit Wolle und Zellwolle sowie Artikeln aus Polyester/Baumwolle, ist seit einiger Zeit auch die Entwicklung auf dem Polyesterfasergebiet in das Stadium der Herstellung spezieller Typen für bestimmte Einsatzgebiete getreten. Der Polyesterfaserrohstoff und die Faser selbst sind chemisch und physikalisch in so großer Breite variierbar, daß wir nach unserem heutigen Wissen noch nicht das Ende der Entwicklung solcher Typen absehen können.

Wir vertreten seit langem die Auffassung, daß - nachdem die drei großen Fasergruppen Polyamid, Polyacryl und Polyester existieren - in Zukunft hauptsächlich die Entwicklung von Spezialtypen innerhalb dieser drei Rohstoffgruppen erforderlich ist, um dem Verbraucher für spezifische Einsatzgebiete die richtige, maßgerechte Faser anbieten zu können.

Folgende Fasertypen und Einsatzgebiete werde ich in meinem Vortrag behandeln:

<u>Einsatz</u>	<u>Typen</u>
Weberei und Strickerei	— Pillarme Fasern
Weberei	— Profillfasern
Weberei, Strickerei und technischer Einsatz	— Hochschumpffasern
Steppdecken, Kissen und Schlafsäcke	— Füllfasern
Teppiche	— Teppichfaser


Spezielle TREVIRA[®]-Faser-Typen

ATA - T
1/1967

® = eingetragenes Warenzeichen

Entwicklung spezieller Polyesterfasertypen für bestimmte Einsatzgebiete

Dr. J. Thimm

Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt am Main

Im Rahmen dieses Referates werden eine Reihe neuer Stapelfasertypen und deren Eigenschaften behandelt. Zunächst werden die für das Pilling maßgeblichen Fasereigenschaften erwähnt. Dann wird an Hand von Pillingkurven - gemessen mit dem Random-Tumble-Pillingtester - die Einsatzbreite von zwei pillarmen und einer normalen Polyesterfaser besprochen. Ebenso werden an Hand von Untersuchungen an Geweben aus Polyesterfasern mit verschiedenem Querschnittsprofil Pillingverhalten, Fülligkeit, Glanz, Saugfähigkeit und Knittererholung diskutiert. Ferner wird der Einsatz von zwei Hochschumpffasertypen verschiedenen Molekulargewichts für den Web- und Strickereisektor sowie auch für den technischen Sektor besprochen. Von den Eigenschaften dieser Fasern wird besonders das Schrumpfverhalten bei verschiedener Behandlung in Wasser und Heißluft erwähnt und mittels Kurven dargestellt. Auf die Erfahrungen beim Einsatz von Hochschumpffasern in Web- und Strickartikeln sowie Nadelfilzen und Vliesen wird ausführlich eingegangen. Weiters werden eine neu entwickelte Füllfaser mit spiralförmiger Kräuselung und deren Vorteile - besonders als Steppartikel - gegenüber der zweidimensional gekräuselten Füllfaser behandelt.

Der letzte Teil des Referates ist dem Einsatz der Polyesterfaser als Teppichgarn gewidmet. Abschließend wird ein Ausblick auf die Tendenz in Forschung und Entwicklung der Polyesterfasern gegeben.

The present paper deals with a number of new types of staple fibre and their properties. Reference to fibre properties determining pilling behaviour is followed by a discussion of the ranges of application of two pill-resistant polyester fibres and one of normal type, based on pilling curves obtained with the help of the Random Tumble Pilling Tester. Pilling behaviour, loft, lustre, absorbency and crease recovery are evaluated on the basis of studies on fabrics made of polyester fibres with differently shaped cross sections. The use of high-shrinkage fibres of varying molecular weight in weaving and knitting as well as in the industrial sector is dealt with. Among the various properties displayed by these fibres, their shrinking behaviour during various treatments in water and hot air forms the subject of special discussion and diagrammatic demonstration. A detailed account is given also of past experiences in using high-shrinkage fibres in woven and knitted articles, needled webs and bonded fabrics. Attention is drawn, in addition, to a newly developed filler fibre with a helical crimp and to the advantages it offers (particularly in comforters) over filler fibres with two-dimensional crimp.

The last part of the paper is devoted to the use of polyester fibres in carpet yarns. In conclusion, a forecast is given of the trends to be followed by future research and development work in the polyester field.

Whinfield und Dickson entdeckten 1941 das Polyäthylenterephthalat und erkannten seine Brauchbarkeit zur Herstellung von Fasern mit besonderen Eigenschaften. Die daraus hergestellte Polyesterfaser wurde in den USA im Jahre 1950 auf den Markt gebracht. In Europa ist die

Entwicklung dieser Faser jetzt ungefähr fünfzehn Jahre alt. In diesem kurzen Zeitraum hat sich die Polyäthylenterephthalatfaser nach den Polyamidfasern zu der wichtigsten Synthefaser entwickelt. Bereits 1966 betrug die Produktion von Polyesterfasern in der Welt 600 000 Tonnen und für 1970 wird sie auf 1,3 Millionen Tonnen geschätzt. Ende 1967 werden Polyesterfasern in 106 Fabriken erzeugt, die 77 Produktionsgesellschaften in 32 Ländern angehören.

Die Polyesterfaser ist heute die am vielseitigsten einsetzbare Synthefaser, die wegen ihrer hervorragenden Eigenschaften nicht nur als Stapelfaser und Endlos Garn, sondern auch als technisches Garn und Monofil Verwendung findet. Auf Grund der außergewöhnlich guten Formstabilität, Knittererholung und Pflegeleichtigkeit der aus ihr hergestellten Textilien hat sie schnell einen großen Markterfolg im Bekleidungssektor und auf technischem Gebiet errungen.

Nach der Einführung der ersten großen Artikelgruppen, wie leichte Herren- und Damenoberbekleidung aus Mischungen der Polyesterfaser mit Wolle und Zellwolle sowie Artikeln aus Polyester/Baumwolle, ist seit einiger Zeit auch die Entwicklung auf dem Polyesterfasergebiet in das Stadium der Herstellung spezieller Typen für bestimmte Einsatzgebiete getreten. Der Polyesterfaserrohstoff und die Faser selbst sind chemisch und physikalisch in so großer Breite variierbar, daß wir nach unserem heutigen Wissen noch nicht das Ende der Entwicklung solcher Typen absehen können.

Wir vertreten seit langem die Auffassung, daß - nachdem die drei großen Fasergruppen Polyamid, Polyacryl und Polyester existieren - in Zukunft hauptsächlich die Entwicklung von Spezialtypen innerhalb dieser drei Rohstoffgruppen erforderlich ist, um dem Verbraucher für spezifische Einsatzgebiete die richtige, maßgerechte Faser anbieten zu können.

Folgende Fasertypen und Einsatzgebiete werde ich in meinem Vortrag behandeln:

<u>Einsatz</u>	<u>Typen</u>
Weberei und Strickerei	— Pillarme Fasern
Weberei	— Profilfasern
Weberei, Strickerei und technischer Einsatz	— Hochschumpffasern
Steppdecken, Kissen und Schlafsäcke	— Füllfasern
Teppiche	— Teppichfaser


Spezielle TREVIRA[®] Faser-Typen

ATA-T
1/1967

® = eingetragenes Warenzeichen

In meinem Referat möchte ich mich mit einigen solcher TREVIRA®-Spezialtypen beschäftigen, die zwar nicht grundsätzlich neu sind, inzwischen jedoch soweit entwickelt wurden, daß wir sie auf den Markt gebracht haben, bzw. in Kürze den Verarbeitern anbieten werden. Ich möchte dieses Thema insofern begrenzen, als ich mich nur auf Spezialfasertypen aus reinem Polyäthylenterephthalat beschränke. Diese beziehen sich auf den Bekleidungssektor, für den wir als Hauptarbeitsrichtung die Entwicklung voluminöser, strukturierter, winterlicher Web- und Strickartikel verfolgen, und auf den Heimtextilensektor, wo wir mit angepaßten Fasertypen Artikel mit verbesserten Eigenschaften anstreben.

Als Anwendungstechniker möchte ich verständlicherweise diese Fasern besonders aus der Sicht des Einsatzes betrachten und zunächst mit den pillarmen Fasertypen beginnen.

Pillarme TREVIRA-Typen

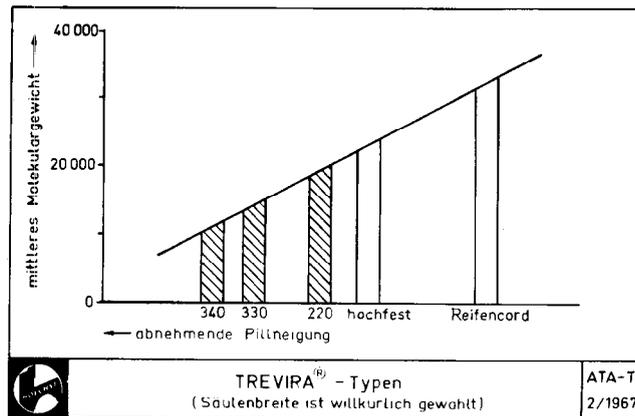
Vor zwölf Jahren haben wir mit der Entwicklung von leichten Herrenanzugstoffen, wie zum Beispiel Tropicals aus TREVIRA/Wolle, sowie von leichten Damenkleider- und -rockstoffen aus TREVIRA/Wolle und TREVIRA/Zellwolle begonnen. Nachdem diese Artikel auf Grund ihrer Trage- und Pflegeeigenschaften gute Aufnahme gefunden hatten, traten Fabrikanten und Verbraucher mit dem Wunsch an uns heran, auch schwere, winterliche, flanellartige Stoffe aus Polyesterermischgeweben zu entwickeln. So leicht es war, die Pillinggefahr bei Artikeln aus hochgedrehten Zwirnen mit kahler Ausrüstung zu meistern, so schwierig erschien dieses Problem bei gewalkten und offenen Streichgarngeweben sowie bei Strickartikeln.

Die Neigung einer textilen Ware zu pillen ist bekanntlich eine Eigenschaft, die von Garnaufbau, Warenkonstruktion und Ausrüstung, aber auch von der Faserart abhängt. Hinsichtlich der Faser beeinflussen folgende Fasereigenschaften das Pillingverhalten:

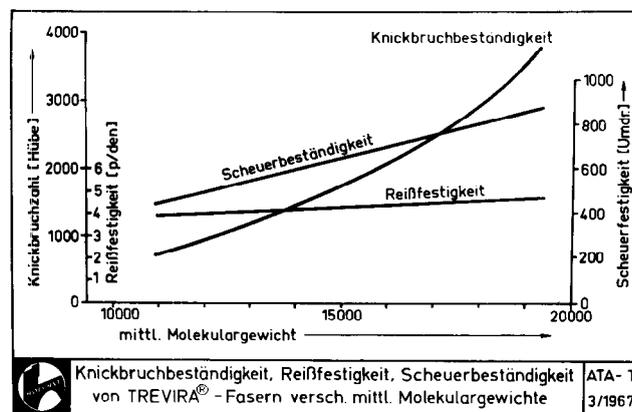
- Knickbruchbeständigkeit (als Funktion der Sprödigkeit),
- Biegesteife,
- Oberflächenrauheit,
- Scheuerfestigkeit,
- Querschnittsprofil und
- Reißfestigkeit.

Obwohl dabei der Knickbruchbeständigkeit eine entscheidende Bedeutung zukommt, ist letzten Endes für das Pillingverhalten in der Praxis das Zusammenwirken sämtlicher Fasereigenschaften im Gewebe maßgebend. Einige dieser Eigenschaften können verhältnismäßig leicht auf chemischem oder physikalischem Wege verändert werden. Es genügt zum Beispiel für die Herabsetzung der Knickbruchbeständigkeit eine Senkung des mittleren Molekulargewichtes. Uns interessiert hier nur der reine Polyäthylenterephthalat-Rohstoff, und Abbildung 2 zeigt Ihnen, wie die TREVIRA-Typen, insbesondere die hier zu diskutierenden pillarmen Typen, sich auf Grund ihrer mittleren Molekulargewichte anordnen lassen.

Wir wissen, daß mit fallendem Molekulargewicht die Pillnei-



gung abnimmt, und daher interessieren für unsere Betrachtung besonders die im linken Bereich der Abbildung 2 angegebenen TREVIRA-Typen. Es sind dies die normale Polyesterfasertypen TREVIRA 220 sowie die pillarmen Typen 330 und 340, deren Eigenschaften und Einsatzgebiete ich hier behandeln möchte. Ähnliche Typen sind die Ihnen bekannten Fasern Terylene® W 14, Terylene® W 16 und Diolen® FL. In Abbildung 3 sind einige Fasereigenschaften in Abhängigkeit vom Molekulargewicht dargestellt, und zwar in einem Bereich, in dem die genannten drei TREVIRA-Typen liegen.

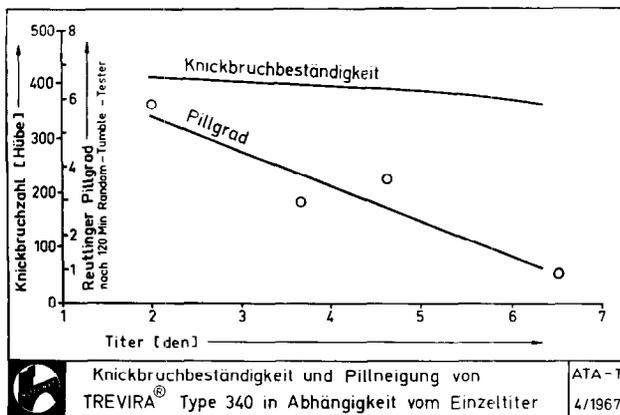


Wie Sie sehen, nimmt die Knickbruchbeständigkeit einer Polyesterfaser mehr als linear zu. Es ist zu erwarten, daß von einem bestimmten Molekulargewicht an durch die zu hohe Knickbruchbeständigkeit der Einzelfaser die Lebensdauer der Pills so stark verlängert wird, daß das Pillingverhalten einer Fertigware unbefriedigend ist.

Die geringen Reißfestigkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Fasertypen haben auf das Pillingverhalten der Ware im praktischen Gebrauch sicher kaum einen Einfluß. Die mit steigendem Molekulargewicht zunehmende Scheuerbeständigkeit dürfte mehr für die Strapazierfähigkeit des Kleidungsstückes als für die Pillneigung von Bedeutung sein.

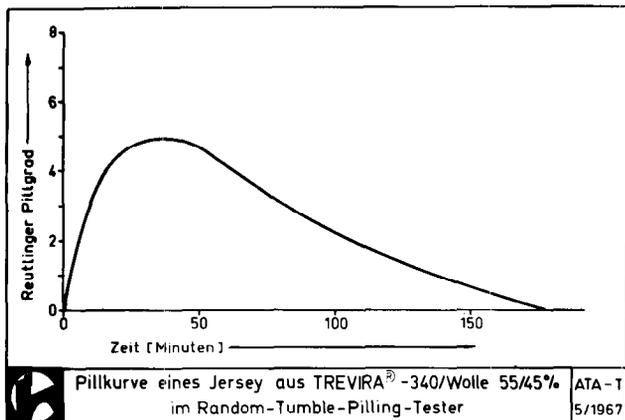
Der Praktiker weiß, daß neben den erwähnten Fasereigenschaften auch der Einzeltiter einen Einfluß auf das Pillingverhalten besitzt. Bei einer Untersuchung von Gewirken glei-

cher Konstruktion, aus Garnen gleicher Nummer und aus 100 % TREVIRA-Fasern gleicher Stapellänge, aber verschiedener Einzeltiter der pillarmen Type 340, konnten wir feststellen, daß ein merklicher Unterschied zwischen Fasern mit den Titern 1,7 den und 6 den besteht. In Abbildung 4 sehen Sie, daß mit zunehmendem Titer die Knickbruchwerte (wenn sie auf unserem Knickbruchprüfgerät unter gleichen Bedingungen und bei einer Belastung von 0,5 p/den geprüft werden) kaum abfallen, daß aber die Pillneigung der Gewirke relativ stark abnimmt. Die Unterschiede im Pillverhalten zwischen niedrigem und hohem Titer sind wohl zum Teil auch auf die unterschiedliche Faseranzahl im Garnquerschnitt zurückzuführen.



Dieser Befund, daß mit zunehmendem Titer die Pillneigung abnimmt, erscheint uns besonders für das Strickeregebiet wichtig. Um nun zu einer Aussage über die Einsatzgebiete der erwähnten Faser der Type 220 sowie der beiden pillarmen Fasern verschiedenen Molekulargewichtes zu kommen, möchte ich Ihnen über die Pillergebnisse vergleichbarer Artikel aus diesen drei Fasern in Mischung mit 45 % Schurwolle berichten. Soweit diese im Labor ermittelt wurden, diente hiezu der Random-Tumble-Pillingtester, mit dem wir - wie Abbildung 5 zeigt - folgenden Kurvenverlauf, beispielsweise für einen Jersey aus TREVIRA 340/Wolle 55/45 %, Nm 36/1, erhielten.

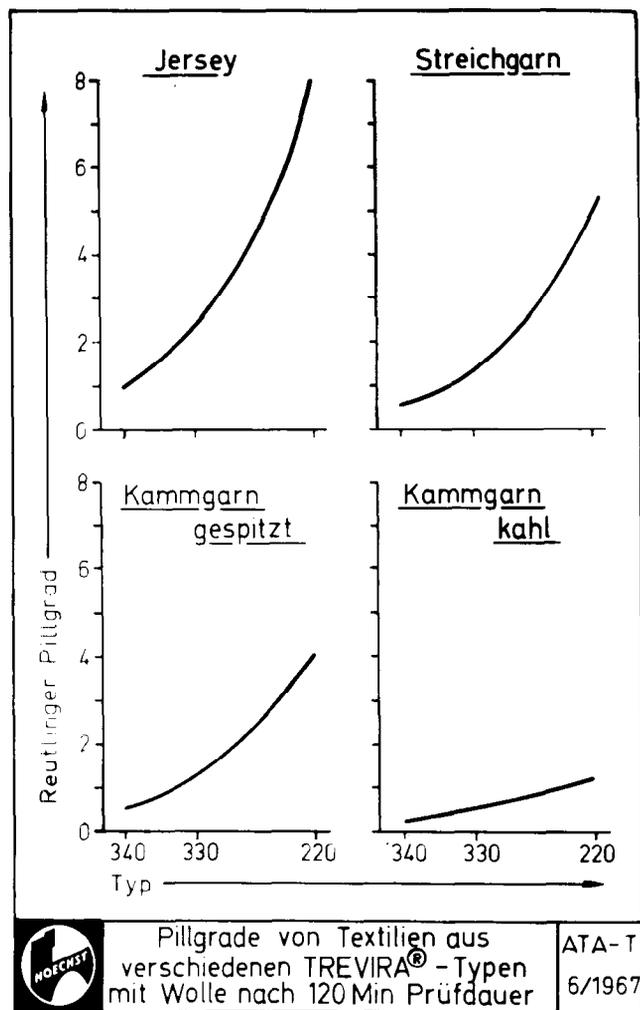
Sie sehen, daß die am Anfang sich bildenden Pills nach wei-



terer Prüfdauer (ähnlich den Verhältnissen beim Tragen) zahlenmäßig abnehmen und in diesem Falle nach etwa 150 Minuten praktisch verschwunden sind.

In den nächsten Darstellungen (Abb. 6) sind für die verschiedenen Fasern in vergleichbaren Artikeln die Pillgrade, entsprechend der Reutlinger Beurteilung, jeweils nach 120 Minuten Pildauer angegeben.

Wie Sie sehen, ist das Pillverhalten für Jerseywaren bei Anwendung der Faser niedrigsten Molekulargewichtes, das heißt der Type 340, am günstigsten. Die anderen beiden Fasern sind in diesem Sektor nicht einsetzbar. Bei Streichgarngeweben ist für den größten Teil der geforderten Gewebekonstruktionen die zweite pillarme Type auch anwendbar. Für Kammgarngewebe ist sicher, daß beide pillarmen Typen verwendet werden können. Schließlich können, und das zeigt die Darstellung deutlich, bei kahler Ausrüstung sämtliche Polyesterfasertypen hinsichtlich der Pillneigung eingesetzt werden.



Zusammenfassend wurde gefunden, daß die Polyäthylenterephthalatfaser höheren Molekulargewichtes wegen ihrer größeren Scheuerbeständigkeit, ihrer höheren Sprungelastizität und dem etwas drahtigeren Griff der aus ihr hergestellten Textilien die optimale Faser darstellt, wenn sie für leich-

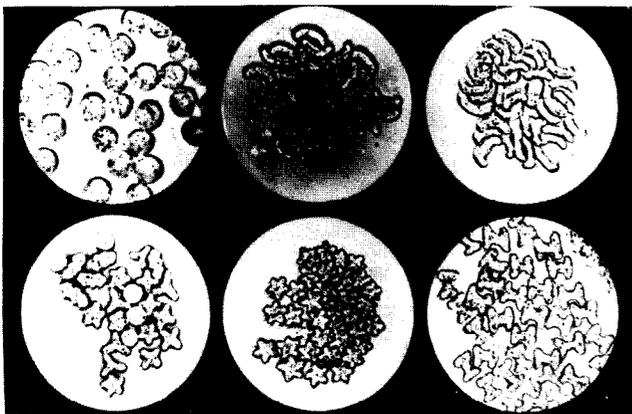
te, kahl ausgerüstete Gewebe aus hochgedrehten Garnen, sowie für Uniformen und Strapazierartikel aus Polyester/Wolle-Kammgarn und Polyester/Zellwolle- sowie Polyester/Baumwolle-Dreizylindergarn verwendet wird.

TREVIRA-Profilfasern

Von den Fasereigenschaften, die das Pillverhalten der Textilien beeinflussen, ist - wie bereits erwähnt - auch die Querschnittsform der Faser von Bedeutung. Arbeiten darüber sind von Böhringer und Bolland* veröffentlicht worden.

Wir haben Versuche mit TREVIRA-Fasern verschiedenen Querschnittsprofilen durchgeführt, um den Einfluß der Querschnittsform auf Pillverhalten und andere Gewebeeigenschaften zu untersuchen. Lassen Sie mich Ihnen die von uns geprüften Profile in Abbildung 7 zeigen, wobei wir zunächst nur einen normalen Polyäthylenterephthalat-Rohstoff betrachten wollen.

Die Type mit dem etwas niedrigeren Molekulargewicht wurde speziell für den Kammgarn-Websektor entwickelt. Mit ihr können sämtliche Mischgewebe mit offener Gewebekonstruktion aus Einfachgarnen und mit Flanelldesign hergestellt werden. Sie ist auch nach unseren Erfahrungen für den größten Teil von Streichgarnstoffen einsetzbar. Für die Strickerei ist - das haben die Ergebnisse gezeigt - allgemein nur die Faser mit niedrigstem mittlerem Molekulargewicht geeignet. Sie wurde speziell für Strickwaren entwickelt und erlaubt bei geeigneter Konstruktion und Ausrüstung Strickartikel mit ausgezeichneten Pflegeeigenschaften, wie zum Beispiel mit Maschinenwaschbarkeit, herzustellen.



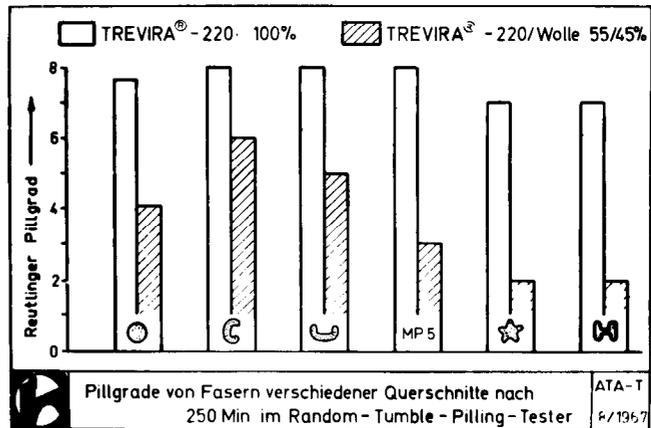
Querschnitte von TREVIRA® - Fasern

ATA-T
7/1967

Es ist bei unseren jetzigen Prüfmethode nicht möglich, durch Messung der Knickbruchbeständigkeit von Profilfasern einen Zusammenhang mit der zu erwartenden Pillneigung der daraus hergestellten Gewebe zu erhalten. Um eine Aussage über das Pillverhalten machen zu können,

* H. Böhringer, F. Bolland, Faserforschung und Textiltechnik 6, 199 (1955); 9, 405 (1958)

haben wir daher vergleichbare Gewebe hergestellt und diese mit dem Random-Tumble-Pillingtester geprüft. Das Ergebnis zeigt Abbildung 8, in der der Pillgrad nach einer Pildauer von 250 Minuten dargestellt ist.



Wie Sie sehen, zeigen von den geprüften Profilen nur Fünfstern- und H-Profilfasern geringeres Pillverhalten. Das gilt sowohl für ungeschorene Gewebe aus 100 % Polyesterprofilfasern als auch besonders für ungeschorene Mischgewebe mit Wolle, bei denen das Pillniveau niedriger liegt.

Wir glauben, daß der Grund für das gegenüber der Rundfaser andere Pillverhalten der Profilfasern einmal in ihren geänderten Biegesteifen und zum anderen aber hauptsächlich in den Reibungsverhältnissen dieser Fasern im Garn liegt. Diese Eigenschaften bewirken, daß Fünfstern- und H-Profilfasern sich weniger stark aus dem Garnverband herausarbeiten können und solche Gewebe daher eine etwas geringere Pillneigung zeigen. Ein gewisser Einfluß der Querschnittsprofile auf die Pillneigung ist also vorhanden, er reicht jedoch für eine entsprechende Verwertung im praktischen Einsatz nicht aus. Es war daher naheliegend, einen Polyesterrohstoff mit niedrigerem mittlerem Molekulargewicht - entsprechend der Type 330 - zu versuchen. Aus einem solchen haben wir kürzlich eine Faser mit Dreistern- und Fünfsternprofil hergestellt und geprüft. Die daraus hergestellten Textilien zeigten auch die zu erwartende geringe Pillneigung, jedoch war für Strickwaren diese nicht ganz ausreichend, um die Rundfaser mit der geringsten Pillneigung, nämlich TREVIRA Type 340, durch eine Profilfaser des Typs 330 zu ersetzen.

Die Zahl der denkbaren Profile ist natürlich groß, ich kann allerdings an dieser Stelle - wie Sie verstehen werden - nur eine Aussage über die Profile machen, die wir bisher geprüft haben.

Nachdem wir die Minderung der Pillneigung als unzureichend erkannt hatten, haben wir untersucht, inwieweit andere Gewebeeigenschaften durch Profilierung der Fasern beeinflusst werden. Die Tabelle in Abbildung 9 zeigt die nach unserer Ansicht interessanten Eigenschaften von Geweben aus den zuerst diskutierten Profilfasern mit normalem mittlerem Molekulargewicht. Die entsprechenden Woll-

mischgewebe sind hier nicht angetührt; sie wiesen ähnliche, aber nicht so deutlich von Rundfasergeweben verschiedene Eigenschaften auf.

	Profile					
	⊙	⊖	⊕	MP5	☆	⊗
Griff	zunehmend			rauer		
Deckkraft [%]	87	92	92	89	91	93
Fülligkeit (Gewebedicke [mm])	0.61	0.61	0.62	0.63	0.65	0.66
Biegesteife (in Kettrichtung [mg·cm])	113	121	127	144	141	159
Oberfläche (Saugfähigkeit, Steighöhe nach 60 Min Steigzeit [mm])	74	109	121	80	103	131
Knittererholungswinkel (Summe aus Kette und Schuß nach 60 Min [in Grad])	309	282	283	299	295	281
Luftdurchlässigkeit 1.5mmWS (Liter/Min · 100 cm ²)	49	35	33	39	46	45
Eigenschaften von Geweben aus 100% TREVIRA®-Profilfasern						ATA-T 9/1967

Die Tabelle zeigt, daß mit sperriger werdendem Profil die Biegesteife der Gewebe ansteigt und ihre Fülligkeit und Deckkraft etwas zunimmt, daß ferner der Griff rauher und die Geweboberfläche - ausgedrückt als Saugfähigkeit - größer wird. Die angegebenen Knittererholungswinkel liegen bei sämtlichen Profilfasergeweben unter jenen des entsprechenden Gewebes mit Rundfasern.

Die mit Profilfasergeweben durchgeführten Tragversuche haben trotz der gefundenen niedrigeren Knittererholungswinkel im Knitterverhalten und auch in ihren übrigen Eigenschaften gegenüber den Rundfasergeweben keine merklichen Unterschiede gegeben.

Aus diesen Befunden schließen wir, daß - nach dem heutigen Stand unseres Wissens - Polyesterprofilfasern nur für spezielle Einsatzgebiete in Frage kommen, wo modische Effekte, wie hoher Glanz, Glitzereffekt und besonders rauher Griff, interessant sein könnten.

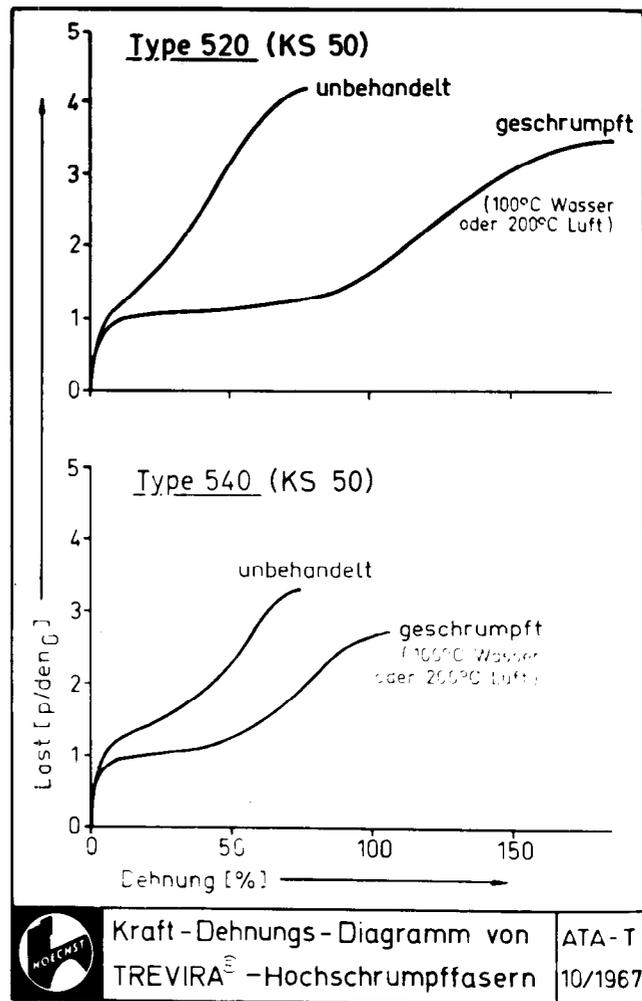
Im Gegensatz zu den Profilfasern gewinnt der Einsatz von Polyesterprofilfäden immer mehr an Bedeutung.

TREVIRA-Hochschrumpffasern

Bei der Diskussion der Profilfasern haben wir festgestellt, daß bei Verwendung dieser Fasern eine etwas höhere Garnfülligkeit erreicht werden kann. Diese genügt jedoch nicht, um den für Strickartikel benötigten voluminösen Griff zu erzielen. Es war deshalb naheliegend - analog den Erfahrungen auf dem Acrylfasergebiet - Arbeiten zur Entwicklung von Polyesterhochbauschgarnen durchzuführen, und zwar durch Verwendung einer stark schrumpfenden Polyesterfaser.

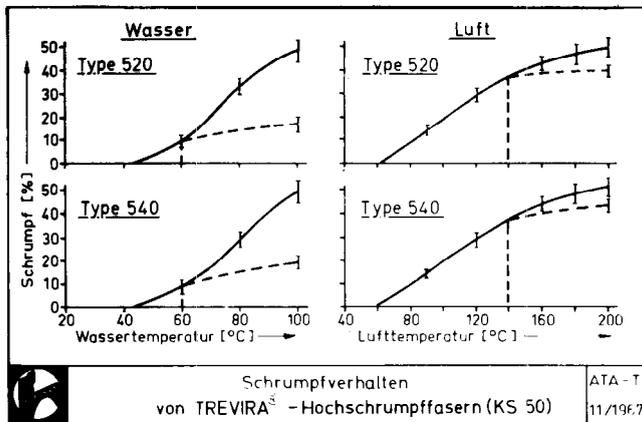
Die Farbwerke Hoechst haben kürzlich verschiedene Typen von solchen Hochschrumpffasern in ihr Produktionsprogramm aufgenommen. Sie werden bereits in technischen Textilien und im Bekleidungssektor, besonders in der Weberei, eingesetzt. Daneben werden Versuche mit Hochschrumpffasern auch in der Strickerei durchgeführt. Hiefür haben wir - entsprechend dem bei der Besprechung von pill-

armen Fasern Gesagten - einen Rohstoff mit niedrigerem Molekulargewicht angewendet, sodaß wir heute, speziell für den Bekleidungssektor, ebenfalls eine pillarme Hochschrumpffaser anbieten können. Der Schrumpf dieser Fasertypen läßt sich durch das Produktionsverfahren steuern, sodaß er zwischen 30 und 70 % eingestellt werden kann. Für den technischen Sektor werden heute Typen mit 50 bis 60 % und für den Bekleidungssektor Typen mit 30 bzw. 50 % Kochschrumpf geliefert. Der maximale Schrumpf kann durch Kochen in Wasser oder durch Heißluftbehandlung bei 200°C ausgelöst werden. In Abbildung 10 sind die Kraft-Dehnungskurven der beiden wichtigsten Hochschrumpffasertypen unbehandelt und geschrumpft einander gegenübergestellt.



Wie Sie sehen, nimmt durch den Schrumpfprozeß die Reißfestigkeit verhältnismäßig wenig ab, aber die Bruchdehnung stark zu, es tritt jedoch keine wesentliche Änderung des Anfangsmoduls ein. Für den Einsatz in Bekleidungstextilien ist die höhere Bruchdehnung praktisch von geringer Bedeutung, wenn Sie bedenken, daß die Belastung der Einzelfaser in einem Bekleidungsstück sicher unter der Fließgrenze der geschrumpften Faser liegt. Die folgenden Kurven zeigen den Schrumpfverlauf für zwei Hoch-

schrumpffasertypen mit einem Kochschrumpf von 50 % beim Auslösen des Schrumpfes bei verschiedenen Temperaturen in Wasser bzw. Heißluft.



Wenn die Fasern - wie in den Kurven in Abbildung 11 angegeben - in Wasser, bei 60°C beginnend und bis Kochtemperatur steigend, geschrumpft werden, erreichen sie einen Schrumpf von nur etwa 20 %. Der insgesamt mögliche hohe Schrumpf von 50 % ist nur durch schockartiges Einwirken von kochendem Wasser auf die Faser zu erzielen. Diese Tatsache ist für die Praxis von Bedeutung, weil der Praktiker die Möglichkeit hat, definiert zu schrumpfen, wenn er in dem unter der Kochtemperatur liegenden Bereich auslöst. Wie beim Kochschrumpf läßt sich der maximale Schrumpf von 50 % in Heißluft auch nur bei einer schockartigen Behandlung von 200°C erzielen, während zum Beispiel bei 140°C in Luft ein Faserschrumpf von nur etwa 40 % erreicht wird. Nachfolgende Behandlungen bei höheren Temperaturen bewirken nur noch eine geringe Schrumpfungszunahme.

Dieser Befund ist besonders für die Ausrüstung von Webwaren entscheidend. Wir haben entsprechende Schrumpfmessungen nicht nur an der Faser, sondern auch an Garnen aus diesen Fasern durchgeführt. Dabei beträgt der Garnschrumpf in kochendem Wasser über 30 %, in Wasser von 60°C, das anschließend auf Kochtemperatur gebracht wird, nur ca. 15 %. Die Reißfestigkeit nimmt gegenüber dem ungeschrumpften Garn um 5 bis 19 % ab, die Bruchdehnung um etwa 30 % zu.

Weberei

In der Weberei werden heute TREVIRA-Hochschrumpffasern für voluminöse, leichte, flauschige oder gewalkte Stoffe mit besonders ansprechendem Griff eingesetzt. Außerdem lassen sich bei Einsatz von Garnen, die Hochschrumpffasern enthalten, neben Garnen ohne Hochschrumpffasern, Crêpe- und Cloqué-Effekte erzielen. Es wurden bisher bei uns und unseren Kunden nur stückgefärbte Artikel entwickelt.

Um für den Websektor den zweckmäßigsten Zusatz von Hochschrumpffasern zu Garnen zu ermitteln, haben wir

Reihenuntersuchungen durchgeführt und sind zu dem Ergebnis gekommen, daß mindestens 30 % Hochschrumpffasern in einem Webgarn vorhanden sein müssen. Unsere Arbeiten, die wir zum Teil auch mit Webereien gemeinsam durchführten, haben sich zunächst auf Polyester/Wolle-Garne beschränkt, wobei Mischgarne mit 30 % Hochschrumpffasern, 25 % pillarmen TREVIRA-Fasern und 45 % Wolle zur Erzielung eines besonders voluminösen, wollähnlichen Charakters verwendet werden, für gewalkte Stoffe aber auch 55 % Hochschrumpffasern, Type 540 KS 30, mit 45 % Schurwolle zum Einsatz kommen.

Nach Feststellung des erforderlichen Mindestanteils von Hochschrumpffasern im Garn war es von Interesse zu wissen, wie die geschrumpften Fasern im Garnverband räumlich angeordnet sind. Wir fanden, daß beim Schrumpfvorgang die Begleitfasern nach außen gedrückt werden, wodurch der hauschige, voluminöse Garncharakter erzielt wird. Abbildung 12 zeigt Ihnen in einer Aufnahme ein solches Garn vor und nach dem Schrumpfen.

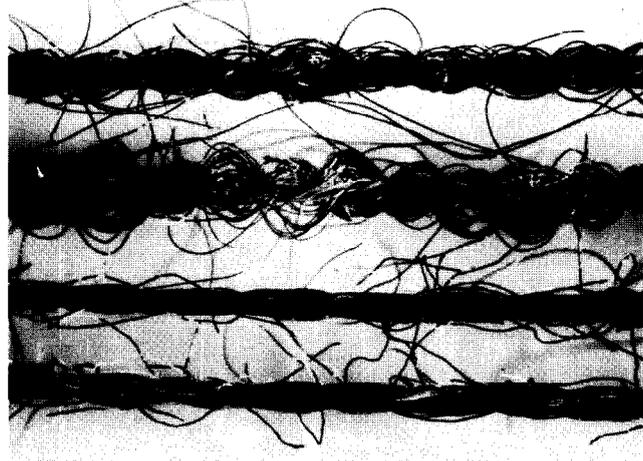


Abb. 12: TREVIRA-Garn mit 30 % TREVIRA 540, vor und nach dem Schrumpfen

Bei Pillprüfungen haben wir gefunden, daß Gewebe unterschiedlich pillen, je nachdem, ob der 30 %ige Hochschrumpffaseranteil aus einer pillarmen oder aus einer normalen Hochschrumpffaser besteht. Die Pillneigung ist geringer bei Verwendung der pillarmen Schrumpftypen.

Die folgende Tabelle in Abbildung 13 zeigt dieses Ergebnis neben anderen Eigenschaften an Geweben mit und ohne Hochschrumpffasern bei vergleichbaren Gewebekonstruktionen.

Durch Verwendung der Hochschrumpffaser ist eine Verbesserung der Gewebefülligkeit und eine Verringerung der Luftdurchlässigkeit durch Verdichtung erreicht worden.

Bei Schrumpfgarnen erfolgt die Auslösung des Schrumpfes in der Stückausrüstung durch Heißluftbehandlung bei 140°C und darüber. Hierbei beträgt der Gewebeeinsprung ca. 15 %

	100% Trevira 340	30%Tr:520 70%Tr:340	30%Tr:540 70%Tr:340	55%Tr:340 45%Wolle	30%Tr:540 25%Tr:340 45%Wolle
Flächengewicht [g/m ²]	226	231	240	238	244
Fülligkeit (Gewebedicke [mm])	0.87	0.93	0.97	0.91	1.07
Knittererholungswinkel [in Grad](Summe aus Kette und Schuß nach 60°)	325	318	317	320	319
Luftdurchlässigkeit 2mmWS(Ltr/Min 100cm ²)	92	61	60	70	64
Pillgrad nach 60° Pillen im RTPT	2	3	2	2	1
Eigenschaften von Geweben mit TREVIRA® - Hochschrumpffasern (KS 50)					ATA-T 13/1967

bei 30 % Hochschrumpffaseranteil. Wie Sie an den ausgelegten Mustern, die von uns und auch von Kunden entwickelt wurden, sehen können, lassen sich durch die Verwendung von Hochschrumpffasern sehr voluminöse, weiche Gewebe, speziell für Damenbekleidung, herstellen. Grifflich besonders ansprechend sind solche Gewebe, die einen Anteil von 55 % TREVIRA-Schrumpffasern mit 45 % Wolle enthalten.

Strickerei

Während die Ergebnisse auf dem Webereigebiet praktisch bereits zur Aufnahme der Hochschrumpffaser in mehreren Webereien geführt haben, sind die Entwicklungen in der Strickerei noch nicht abgeschlossen. Unsere Versuche haben gezeigt, daß für die Herstellung von Hochbauschgarnen für die Strickerei - ähnlich wie bei der Acrylfaser - der Schrumpffaseranteil 40 % betragen sollte. Wir verfolgen in unseren Entwicklungen sowohl den Einsatz von TREVIRA-Hochbauschgarnen allein als auch in Mischung mit Wolle. Die Garne werden im Strang bei 60°C, steigend auf Kochtemperatur, geschrumpft und anschließend gefärbt. Pull-over, die wir hergestellt und in praktischen Versuchen erprobt haben, zeigten gute Ergebnisse im Trageverhalten und in der Pflegeleichtigkeit, besonders hinsichtlich der Formstabilität. Einige Zahlen sollen die Ergebnisse veranschaulichen, wie sie an Flachstrick-Pullovern aus Nm 48/2 in verschiedenen Mischungen erhalten wurden (Abb. 14).

	100% Trevira 340	40%Tr:520 60%Tr:340	40%Tr:540 60%Tr:340	55%Tr:340 45%Wolle	40%Tr:540 15%Tr:340 45%Wolle
Flächengewicht [g/m ²]	257	260	261	261	267
Fülligkeit (Gewirkedicke [mm])	1.27	1.39	1.38	1.36	1.41
Pillgrad (nach 150Min Pillen RTPT)	5	6	3	2	1
Eigenschaften von Flachstrickwaren mit TREVIRA - Hochschrumpffasern (KS 50)					ATA-T 14/1967

Sie sehen anhand der Pillergebnisse auch hier wieder deutlich die unbedingte Notwendigkeit des Einsatzes einer pillarmen Type für den Strickereisektor. Neben feinen Flachstrickwaren wurden auch grobe Strickartikel entwickelt, wo die Verwendung einer Hochschrumpffaser besondere Vorteile in Garnvolumen und Gewicht bringt.

Technisch

Die bisher diskutierten Einsatzmöglichkeiten von TREVIRA-Hochschrumpffasern im textilen Bereich haben sich stets auf die üblichen Titer 3 und 4 den bezogen. Für den technischen Einsatz werden in größerem Umfang jedoch auch feinere Titer, wie 1,2 den, verwendet. Haupteinsatzgebiete sind hier Nadelfilze und genadelte Vliese.

Nadelfilze werden heute für Bügelpressenbespannungen, Filter- und Dichtungsmaterialien sowie für Isolationsmaterial eingesetzt. Die Hochschrumpffaser wird dafür allein oder in Mischung mit nichtschrumpfenden Fasern verarbeitet. Nach dem Nadeln der Vliese wird die Verdichtung zu einem Filzmaterial durch Schrumpf in Wasser, Dampf oder Heißluft erzielt.

Von besonderem Interesse ist der Einsatz von genadelten und geschrumpften Polyestervliesen für die an vielen Stellen betriebenen Entwicklungen von Synthesleder. Auch hier werden Hochschrumpffasern, und zwar ausschließlich 1,2 den, allein oder in Mischung mit nichtschrumpfenden Chemiefasern, verarbeitet. Diese Vliese werden mit Spezialnadeln genadelt, geschrumpft und mit besonderen Bindern verfestigt. Die Entwicklung solcher gebundener Vliese ist jedoch außerordentlich kompliziert, und es bedarf bei den hohen Anforderungen, die an ein Synthesleder, wie Futterleder oder Oberleder, gestellt werden, großer Erfahrung der Firmen, die diese Materialien erzeugen. Auf diesen Gebieten hat besonders DuPont grundlegende Arbeiten durchgeführt.

Ich bin sicher, daß für die Polyester-Hochschrumpffaser auf dem technischen Sektor noch viele weitere interessante Gebiete erschlossen werden können.

TREVIRA-Füllfasern

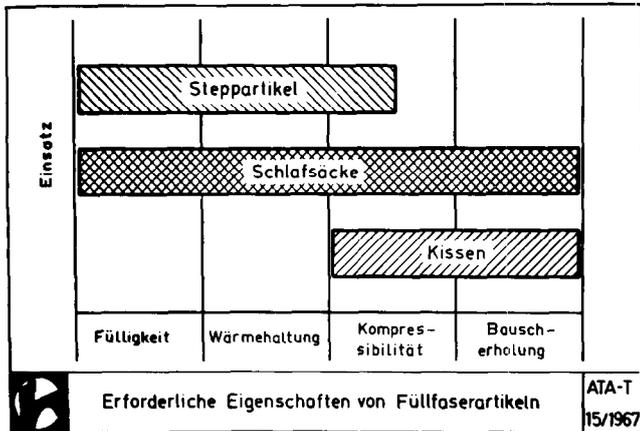
Während wir bisher drei Spezialfasertypen betrachteten, die größtenteils für Oberbekleidungsartikel eingesetzt werden, wende ich mich jetzt zwei Fasertypen zu, an die ganz andere Anforderungen gestellt werden, nämlich der Füllfaser und der Teppichfaser.

Die Füllfaser wird zum Vlies verarbeitet, das folgende Eigenschaften besitzen soll:

1. Hohe Fülligkeit, das heißt geringes Gewicht bei großer Raumerfüllung und dadurch bedingte gute Wärmehaltigkeit,
2. gute Bauscherholung und
3. optimale Kompressibilität, das heißt angenehm empfundene Weichheit und Anschmiegsamkeit.

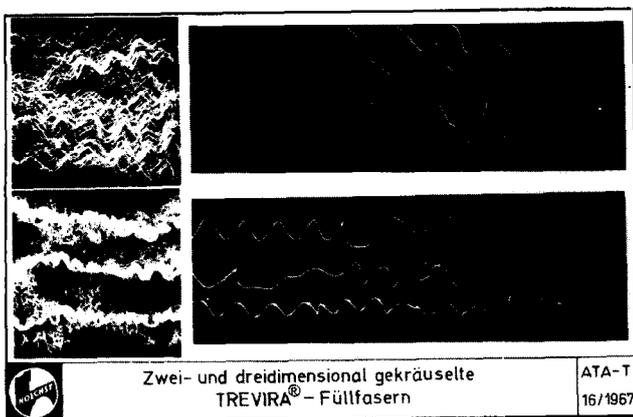
Erfahrungen in der Praxis haben gezeigt, daß die Polyester-

taser diese Eigenschaften in besonderem Maße aufweist. Betrachtet man die Einsatzgebiete, in denen Füllfasern hauptsächlich Anwendung finden, nämlich Steppartikel einschließlich Morgenröcke und Anoraks, Schlafsäcke und Kissen, zusammen mit den wichtigsten Anforderungen, denen diese Artikel genügen sollen, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 15):



Steppartikel sollen geringes Raumgewicht, das heißt hohe Fülligkeit und gutes Wärmerückhaltevermögen, Kissen gute Bauscherholung und Weichheit (bzw. Kompressibilität) besitzen und für Schlafsäcke sind alle genannten Eigenschaften von Bedeutung.

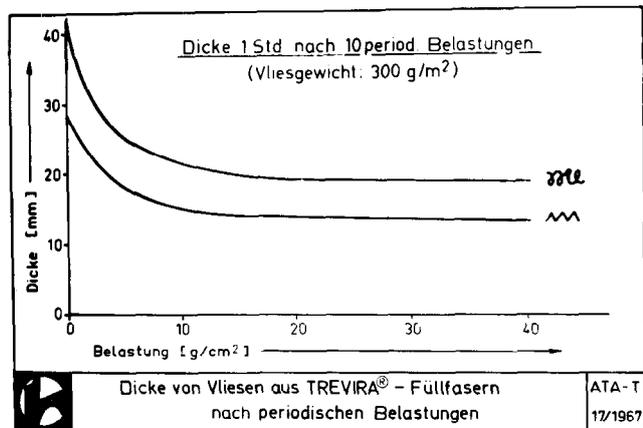
Neben der Faserfeinheit hängt die Güte eines Vlieses in der Hauptsache von einer Eigenschaft ab, die für den Vliesaufbau entscheidend ist, nämlich von der Kräuselung der Füllfaser. Bisher wurden vorwiegend Polyesterfüllfasern mit zweidimensionaler, zickzackförmiger Kräuselung eingesetzt, die sich gut bewährt haben. Wir haben - ähnlich der Type Dacron® 88 von DuPont - eine dreidimensional gekräuselte, wendelförmige Faser entwickelt, die in der Vliesform fülliger als die zweidimensional gekräuselte Faser ist. Abbildung 16 zeigt beide Kräuselungsarten nebeneinander.



Man kann sich gut vorstellen, daß Fasern, die zickzack-

förmig gekräuselt sind, sich leichter aneinanderlegen können als wendelförmig gekräuselte Fasern, die - ähnlich Spiralfedern - wesentlich sperriger sind und dadurch ein fülligeres Vlies ergeben. Wir beabsichtigen, eine solche dreidimensionale Füllfaser speziell für Steppartikel, wie beispielsweise Steppdecken, einzusetzen.

Um Ihnen die Vorteile der wendelförmigen Kräuselung vor Augen zu führen, möchte ich unsere Versuchsergebnisse an Füllfaservliesen gleichen Flächengewichtes zeigen, von denen das eine aus zweidimensional, das andere aus dreidimensional gekräuselten TREVIRA-Füllfasern bestand (Abb. 17).



Die Abbildung zeigt eindeutig, daß das Vlies aus wendelförmigen Fasern eine größere Fülligkeit vor und nach bestimmter Belastung aufweist als das aus zickzackförmig gekräuselten Fasern. Die dreidimensionale wendelförmige Faser besitzt einen Wechsel in der Drehrichtung. Diese Tatsache ist wichtig, da ein solcher Richtungswechsel einer Verfilzung der Fasern im Vlies, besonders bei Belastung, entgegenwirkt.

Erste Ergebnisse haben ferner gezeigt - um noch einmal den Rohstoff verschiedenen Molekulargewichts in die Betrachtung einzubeziehen -, daß mit steigendem Molekulargewicht die Kräuselungsintensität und damit die Bausch elastizität einer Füllfaser zunimmt.

Inwieweit die dreidimensionale Kräuselung auch auf anderen Gebieten Vorteile bringt, wird zur Zeit geprüft.

Ich komme jetzt zum letzten Thema, das ich besprechen möchte, nämlich zu den Teppichtypen.

TREVIRA-Teppichtypen

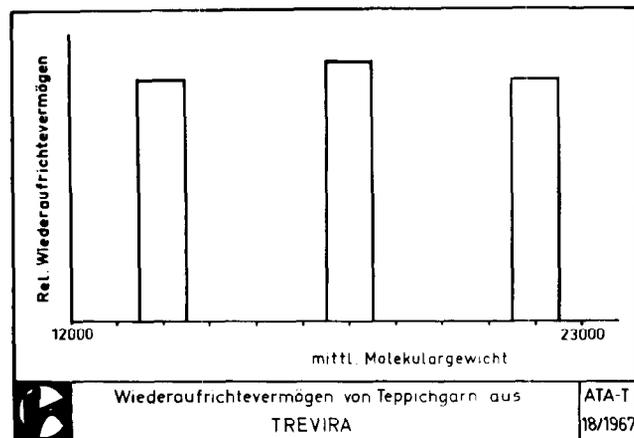
Eine Teppichfaser sollte folgenden wichtigen Anforderungen genügen:

1. Gutes Wiederaufrichtevermögen
2. Gute Scheuerfestigkeit
3. Kein Flusen, kein Pillen
4. Gute Farbechtheit
5. Gute Reinigungsmöglichkeit

In den USA werden seit einigen Monaten Polyesterteppiche mit gutem Erfolg auf den Markt gebracht. Die ersten Poly-

esterteppiche, die wir versuchsweise hergestellt haben - getuftet und gewebt als Schlingen- oder Schnittware - haben gezeigt, daß die Polyesterfaser in der Gesamtheit ihrer Eigenschaften für diesen Sektor gut geeignet ist. Auf Grund ihrer spezifischen Eigenschaften ist sie besonders für wollähnliche Qualitäten einsetzbar, wobei sie gegenüber Wolle, Acrylfasern und Polypropylenfasern besseres Wiederaufrichtevermögen und bessere Scheuerfestigkeit besitzt. Je nach Konstruktion kann die Polyesterfaser im Wiederaufrichtevermögen der Polyamidfaser etwas nachstehen. In der Scheuerfestigkeit erreicht sie die Polyamidfaser nicht.

Zur Entwicklung einer optimalen Polyester-Teppichtype mit besserem Wiederaufrichtevermögen haben wir den Einfluß von verschiedenen Faserdaten auf diese Eigenschaften zu untersuchen begonnen. Obwohl die bisher erhaltenen Ergebnisse sicherlich noch keine endgültigen Aussagen zulassen, möchte ich sie doch wegen der Aktualität des Einsatzes von Polyester im Teppichsektor diskutieren. Sämtliche Prüfungen wurden an getufteter Schlingenware (Florgewicht ca. 800 g/m²) und gewebter Schlingen- und Velourware (Florgewicht ca. 900 g/m²) vorgenommen. Zunächst haben wir das Wiederaufrichtevermögen der Fasern als Funktion des mittleren Molekulargewichtes geprüft.

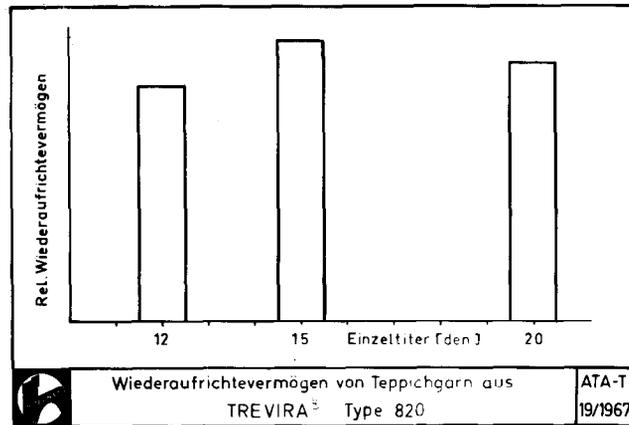


Wie Abbildung 18 zeigt, ändert sich bei den untersuchten Typen das Wiederaufrichtevermögen mit Änderung des Molekulargewichtes praktisch nur geringfügig. Die Problematik der Teppichprüfung im Labor erfordert jedoch noch eine weitgehende Erprobung in der Praxis, um alle hier diskutierten Ergebnisse in Abhängigkeit von der Konstruktion zu erhärten.

In Abbildung 19 sehen Sie den Einfluß des Einzeltiters auf das Wiederaufrichtevermögen der Faser.

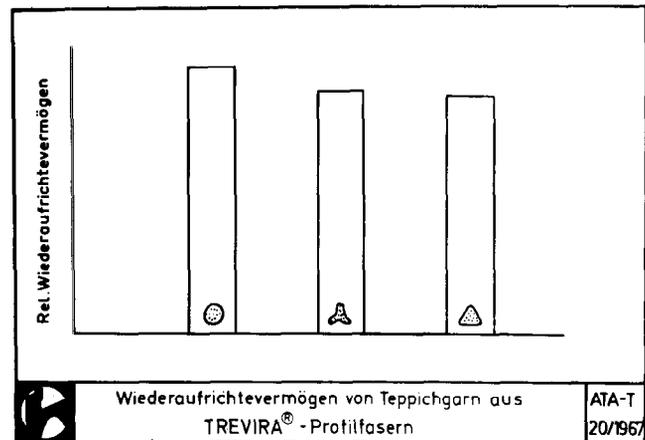
Es zeigte sich, daß von den geprüften Fasern diejenige mit einem Titer von 15 den das beste Wiederaufrichtevermögen aufwies, ein Befund, der sich auch mit den Erfahrungen in den USA deckt.

Weiterhin interessierte uns, ob das Querschnittsprofil einer Teppichfaser das Wiederaufrichtevermögen beeinflusst. Wir



haben neben der runden Faser mit 15 den Einzeltiter Teppichtypen mit Dreieck- und Dreilappprofil gleichen Titers geprüft. Das Ergebnis der entsprechenden Versuche sehen Sie in der nächsten Darstellung, Abbildung 20.

Diese Abbildung zeigt, daß bei der Polyesterfaser der runde Querschnitt ein etwas besseres Wiederaufrichtevermögen zu bringen scheint. Ferner haben wir festgestellt, daß das Dreilappprofil eine größere Garnfülligkeit und somit auch eine bessere Deckkraft des Teppichs ergibt. Diese Eigenschaft



tritt so stark in Erscheinung, daß wir glauben, eine derart profilierte Teppichfaser für viele Teppichqualitäten vorteilhaft einsetzen zu können. Schließlich haben wir noch den Einfluß der Kräuselung geprüft, indem wir eine Faser mit niedriger und eine mit höherer spezifischer Bogenzahl untersucht haben. Dabei wurde gefunden, daß die Faser mit hoher Kräuselung ein etwas besseres Wiederaufrichtevermögen zeigt.

Aus dem vorher Gesagten glauben wir heute schließen zu können, daß eine Polyesterteppichfaser einen Titer von etwa 15 den, eine stärkere Kräuselung, und zur Erreichung einer optimalen Fülligkeit und Deckkraft einen profilierten Querschnitt haben sollte.

In Begehtesten haben wir bereits gute Erfahrungen mit den von uns entwickelten Qualitäten gesammelt. Wir glauben.

daß die Polyesterfaser besonders im Sektor des „wolligen“ Teppichs eine gute Chance hat.

Ausblick

Zu Beginn meines Vortrags habe ich erwähnt, daß - nachdem die vielseitige Anwendbarkeit von Fasern aus Polyamid, Polyacrylnitril und besonders Polyester erwiesen ist - die Zukunft der Entwicklung von Spezialtypen dieser Fasern gehört. Diese Typen, von den Amerikanern treffend als "Second Generation Fibers", also „Fasern zweiter Generation“ bezeichnet, werden mit dem Ziel entwickelt, in speziellen Einsatzgebieten angewendet zu werden, um dort ganz spezifische Anforderungen erfüllen zu können.

Auf dem Gebiet der Forschung befinden sich manche Probleme in der Bearbeitung, und welche Entwicklungen zuerst zu marktreifen Produkten führen werden, läßt sich schwer sagen. Wir kennen alle die Bemühungen um die Herstellung von Fasern, die permanent antistatisch sind, die bei guter Farbechtheit noch leichter gefärbt werden können, oder die sogar eine Filzfähigkeit bieten. Wir kennen ferner die Anstrengungen, die gemacht werden, um eine Faser in ihren Eigenschaften so vielgestaltig wie nur möglich zu machen. Da jedoch eine Vielzahl von Eigenschaften, wie beispielsweise Formbeständigkeit, Anfärbbarkeit usw., in einem System sich meist nur schwer, auf jeden Fall aber nur mit großem Aufwand vereinigen lassen, könnte auch die Bikomponentenfaser noch an Bedeutung gewinnen.

Ich bin sicher, daß die nächsten Jahre solche Polyester-typen bringen, die für den Verarbeiter interessante Möglichkeiten und dem Verbraucher neue, bessere Artikel bieten werden.

Diskussion

Dr. Mecheels: Sie haben eine Tabelle mit Profilfasergeweben gezeigt, wobei nur ein Unterschied in der Saugfähigkeit hervortritt. Die Trageversuche ergaben hingegen keine großen Differenzen. Sind Ihre Trageversuche auch bekleidungsphysiologisch ausgewertet worden?

Dr. Thimm: Die Trageversuche liegen schon lange zurück und wurden nicht derart ausgewertet.

Dr. Mecheels: Gerade bei Oberhemden und Unterbekleidung könnte wegen der unterschiedlichen Saugfähigkeit ein ziemlicher Unterschied vorliegen. Welche Gewebe mit welcher Bindung haben Sie eingesetzt?

Dr. Thimm: Unsere Trageversuche wurden mit Anzügen gemacht.

Dr. Albrecht: Haben sich bei der Verspinnbarkeit Schwierigkeiten durch die Profilgestalt ergeben? Brachte das Fünfsterprofil keinen Vorteil?

Dr. Thimm: Die Verspinnbarkeit wurde durch die Profilierung nicht beeinflußt.

Dir. DI. Bürger: Sie haben sich in Ihrem Vortrag mit der Frage der Erhöhung der Pillingresistenz durch Querschnittsprofilierung befaßt. Sie beschäftigen sich aber ausschließlich mit einer Profilierung des Mantels. Auf diesem Gebiet können wir Ihre Ergebnisse vollinhaltlich bestätigen. Ich darf Ihre Aufmerksamkeit darauf len-

ken, daß der Vorteil einer solchen Entwicklung erst dann voll zum Ausdruck kommt, wenn man einen Hohlraum im Kern hat. Haben Sie schon die Herstellung und Verarbeitung solcher Hohlprofilfasern versucht?

Dr. Thimm: Die exakten Vergleichsversuche laufen gerade.

Dir. DI. Bürger: Ich beziehe mich nochmals auf die von Dr. Mecheels erwähnte Tabelle. Haben Sie auch den Wärmedurchgang dieser Gewebe gemessen? - Sie stellten fest, daß im Gegensatz zur Entwicklung auf dem Stapelfasersektor die Profilierung der Endlosfäden eine außerordentliche Bedeutung gewinnt. Wie können Sie diese Auffassung begründen?

Dr. Thimm: Den Wärmedurchgang haben wir nicht gemessen. - In Deutschland kommen nach dem Falschdrahtverfahren texturierte Garne unter der Bezeichnung "Trevira 2000", "Trevira 1002" oder "Schapira" auf den Markt. Ein beträchtlicher Anteil dieser Garne hat ein Fünfsterprofil, weil sie dadurch in bezug auf Glanz, Fall und Griff besonders gut ausfallen. Mein Standpunkt gründet sich vor allem auf die Verhältnisse im Textilsektor, aber auch auf die im Websektor.

Dr. Mecheels: Die verschiedenen profilierten Gewebe dürften sich in ihrer Wärmeisolation nur um 10 Prozent unterscheiden, weil sich die Gewebedicken zwischen 0,61 und 0,66 mm bewegen.

Dr. Herion: Ich hätte noch eine Frage zur Charakterisierung der Pillingneigung durch die Drahtknickscheuerfestigkeit. Konnten Sie eindeutige Beziehungen zwischen der Pillingneigung in der Praxis und bei Ihrer Drahtknickmethode finden? Und blieb die Reihenfolge unverändert?

Dr. Thimm: Ja, wir haben selbstverständlich nur unsere eigenen Rohstoffe geprüft. Die Knickbruchbeständigkeit hängt vom Molekulargewicht ab.

Dr. Herion: Bleibt eine Reihenfolge mit steigender Knickscheuerzahl erhalten, unabhängig von Ausrüstung und Fixierung?

Dr. Thimm: Ich spreche von der Prüfung an Einzelfasern. Selbstverständlich können Sie durch Konstruktion, Ausrüstung und Fixierung das Material sehr variieren und bekommen dann ganz andere Werte. Man kann mit dieser Methode diese Faser beurteilen, wie sie sich später im Endzustand ungefähr verhalten wird.

Dr. Studt: Soll Ihre Teppichfaser hundertprozentig oder in Mischung mit Wolle versponnen werden? - Wie denken Sie über die Texturierung von Teppichtypen?

Dr. Thimm: Wir setzten Stapelfasergarne aus 100 Prozent Trevira ein. Über die Texturierung kann ich noch nichts sagen.

Dr. Albrecht: Welche Spinnverfahren kommen hiezu in Frage?

Dr. Thimm: Wir haben überwiegend nach dem Mackie-Verfahren gesponnen. Die Schnittlänge beträgt 150 mm, im Streichgarnverfahren aber 80 bis 100 mm.

Dr. Studt: Es gibt schon Füllvliese aus Endlosfasern auf dem Markt. Wie vergleichen Sie diese mit Ihrer dreidimensional gekräuselten Faser?

Dr. Thimm: Wir prüfen das erst. Auch ICI hat eine neue Type gebracht, außerdem gibt es "Fortrel 7".

Dr. Albrecht: Ich möchte ergänzen, daß das Endlosvliese nur dort wichtig ist, wo man es wegen seiner geringen Verklumpungsgefahr einsetzt. Die dreidimensional gekräuselten Fasern wollen Sie ja doch nicht in Kopfkissen geben, daher würden diese Fasern der Endlosfaser den Markt nicht streitig machen.

Dr. Thater: Kann man schon etwas Endgültiges über die Fixierung und Ausrüstung der pillarmen Fasern sagen? Werden sie in der gleichen Art behandelt wie die normalen Typen?

Dr. Thimm: Die Type 330 wird normal bei 185°C fixiert und für den Stückfärbungssektor verwendet. In bezug auf die Farbstoffaufnahme verhält sich praktisch die Type 330 wie die Wolltype 220.

Dir. Ing. Rybnicek: Durch die Verwendung von Profilfasern auf

dem Teppichsektor wird zwar das Pilling herabgesetzt, es tritt aber bei groben Titern von zum Beispiel 15 bis 20 Denier eine Art von Bartbildung ein.

Dr. Thimm: Bei Laborversuchen haben wir deutliche Unterschiede beim Auflösen und beim Pilling gesehen. Bartbildung kann natürlich auftreten, besonders bei Nadelflor.

Dr. Weber: Sie sagten, daß das Deckvermögen von Garnen aus unterschiedlich profiliertem Material nicht so sehr voneinander abweicht. Das steht in Gegensatz zu unseren Ergebnissen mit Endlosmaterial. - Sie stellten außerdem fest, daß in Teppichen das Deckvermögen von unterschiedlich profilierten Fasern besser zum Tragen kommt. Haben Sie derartige Unterschiede auch bei Endlosfäden gefunden? Und wie erklären Sie, daß das Deckvermögen in Teppichen groß, in Geweben aber geringer ist?

Dr. Thimm: Das ist wahrscheinlich auch eine Sache der Prüfung. Wir haben in letzter Zeit Mischgewebe aus Rundfaser/Baumwolle und Profilfaser/Baumwolle geprüft. DuPont ist mit einer vierlappigen Faser auf den Markt gekommen, um die Deckkraft zu erhöhen. Wir haben einen Unterschied gefunden, den man visuell stärker bemerkt als durch Meßwerte.

Dr. Harder: Ein wesentlicher Vorteil der Polyester-Steppdecke besteht darin, daß man sie auch waschen kann. Aber die Konfektionäre beachten bei der Herstellung diese Möglichkeit des Waschens nicht genug. Die Füllung darf nicht verrutschen. Die waschbare Polyesterdecke, die derzeit nur in Krankenhäusern verwendet wird, sollte auch im Haushalt eingeführt werden. Wir haben vorgeschlagen, diese Decke mittels Knöpfen oder Reißverschlüssen zerlegbar zu machen, damit sie dem geringeren Fassungsvermögen einer Haushaltswaschmaschine entspricht.

Dr. Thimm: Diese Idee der Trennung ist sehr interessant, doch hat schließlich hierüber die Konfektion das letzte Wort.

Dir. Brandt: Können Sie auch Endlosfäden von 135 Denier kräuseln? Und könnten wir diese von Ihnen beziehen? - Können Sie mit dieser Kräuselung das Falschdrahtverfahren imitieren oder ergänzen?

Dr. Thimm: Die Stapelfaser wird nicht nach dem Falschdrahtverfahren behandelt. Aber wenn Sie sich für texturierte Garne nach dem Falschdrahtverfahren interessieren, kommen wir gerne darauf zurück.

Ing. Pajgrt: Bei der Beurteilung verschiedener pillarmer Fasern an unserem Institut haben wir festgestellt, daß bei Trageversuchen eine Neigung zum sogenannten "Frosting" besteht. Dabei tritt eine Aufsplitterung und Fibrillierung der Faserenden auf. Einige pillarme Fasern hatten nicht so gute Erholungswinkel. Besteht auch hier ein Zusammenhang mit dem Molekulargewicht?

Dr. Thimm: Am Anfang der Entwicklung von pillarmen Typen erhielt man zunächst Fasern, die hinsichtlich der Knittererholung im Fertiggewebe nicht dasselbe leisteten wie die normalen Polyesterfasern. Seit einigen Jahren sehen Sie aber keine Unterschiede mehr zwischen der Knittererholung normaler und jener der pillarmen Typen. Hierzu möchte ich die Typen "Trevira 330", "340" und "Diolen FL" erwähnen. Das Frosting wurde bei uns nie beobachtet.

Ing. Pajgrt: Kann man diese Schrumpffaser ebensogut oder besser anfärben als normale Fasern? Wie sind die Texturierbedingungen für Gewebe und Gewirke?

Dr. Thimm: Die Anfärbbarkeit der Schrumpffaser aus reinem Polyäthylenterephthalat (kein Copolyester) ist etwas anders. Durch Mischung geeigneter Polyesterfasern und durch Verwendung von 55 Prozent Hochschrumpffasern wird darauf Rücksicht genommen.

Dr. Meckel: Welchen Temperaturbereich empfehlen Sie bei einer Heißluftschrimpung? Wie wird der Griff dadurch beeinflusst?

Dr. Thimm: Wir rüsten Gewebe aus Hochschrumpffasern folgendermaßen aus: Sie werden gewaschen, bei 140°C getrocknet, wobei ein Schumpf von 15 bis 18 Prozent erzeugt wird, und anschließend

noch normal bei 185°C thermofixiert. Bei der Verwendung für Strick- und Wirkwaren werden sie auf Hochtemperaturtischen gedämpft.

Dir. DI. Bürger: Sie haben den Einsatz der Hochschrumpftype in der Strickerei vorgeschlagen. Damit brechen Sie in die Domäne der Polyacrylnitril-Hochbauschgarne ein. Was ergeben vergleichende Untersuchungen an Polyester- und Polyacrylnitril-Hochbauschgarne?

Dr. Thimm: Wir halten die Polyesterfaser für gut geeignet. Gerade die Formstabilität der Faser und ihre Maschinenwaschbarkeit sind von großem Vorteil auf dem Strickereisektor. Im Griff zeigen sich allerdings noch Unterschiede.

Dir. DI. Bürger: Auf dem Gebiet des Syntheseleders wird auch der Einsatz von Hochschrumpffasern auf Polyamidbasis erwogen. Wie beurteilen Sie deren Chancen im Vergleich zur Polyester-Hochschrumpftype?

Dr. Albrecht: Wir stehen auf dem Standpunkt, daß beide Materialien gleich gut geeignet sind, je nachdem, wozu sie verwendet werden sollen, oder ob man ein Gewebe, ein Gewirk oder ein Vlies erzeugen will. Dabei kommt es auch auf den Titer an und womit das Einlegematerial umhüllt wird. Daher gibt es ganz verschiedene Wege, die zu realen Ergebnissen führen.

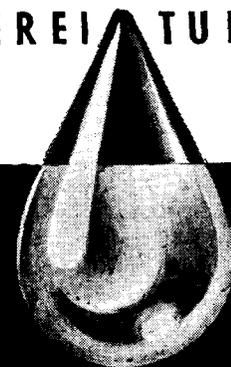
Enzian: Die Waschbeständigkeit von Steppdecken ist überflüssig, denn der Verbraucher wäscht sie sowieso nicht. Die Reißverschlüsse und Knöpfe wären zu unbequem für die Hausfrau. Es ist günstig, die Füllfaser wegen ihrer Leichtigkeit und ihrem Komfort zu verwenden, aber die Waschbarkeit muß nicht in den Vordergrund gestellt werden.

Dr. Thimm: Herr Dr. Harder sprach von Krankenhausdecken, bei denen die Waschbeständigkeit doch von Vorteil ist.

WASSERAUFBEREITUNG

FÜR KESSELSPEISUNG
INDUSTRIEBEDARF
TRINKZWECKE

DURCH FILTERUNG
ENTHÄRTUNG
ENTSALZUNG
ENTGASUNG
ENTÖLUNG



BÜHRING & BRUCKNER
WIEN IV, SCHELLEINGASSE 12

Chemiefaserindustrie und Textilindustrie im Umbruch

Dr. H. Karus
Glanzstoff AG., Wuppertal

Das Referat greift die Frage auf, wie der technische Fortschritt in der Textilindustrie zum Nutzen aller Beteiligten zu realisieren wäre. Während jetzt Probleme einer produktivitätsorientierten Strukturpolitik stärker in den Vordergrund rücken, wird sich in Zukunft der Schwerpunkt der Überlegungen auf Managementfragen verlagern.

Folgende Einflüsse wirken auf die Textilbranche:

Bisherige Handelsbarrieren und Kommunikationsgrenzen werden mehr und mehr verschwinden.

Der Zwang wird größer, Wettbewerbsvorteile zeitlich zu nutzen.

Der Wettbewerb wird sich nicht nur auf den EWG- und EFTA-Raum beschränken, sondern auch die USA miteinbeziehen.

Nicht mehr allein der Preis, sondern auch Marketing und Forschung werden den Markt bestimmen.

Wegen der Verknappung und Verteuerung der menschlichen Arbeitskraft muß diese auf sparsamste Weise eingesetzt werden.

Der Weg der Textilindustrie scheint somit durch wachsende Unternehmensgrößen, steigende Kapitalintensität, zunehmenden Forschungs- und Entwicklungsaufwand sowie letztlich größeres Marketing vorgezeichnet.

Wir sehen die Vorteile der Chemiefaserindustrie darin, bei der Umstrukturierung innerhalb der Textilindustrie durch neue Problemlösungen anregend, fördernd und beratend tätig zu sein.

The question is examined of how technical progress can be utilized in the textile industry to benefit all concerned. While presently problems posed by a productivity-minded structural policy are claiming immediate attention, future considerations will be focused on management problems.

The following developments will have a bearing on the textile industry:

Former trade barriers and communication boundaries will be increasingly done away with.

Due observation of the time factor in making use of competitive vantage points will become more and more of a necessity.

Competition will no longer be limited to the EEC and EFTA countries, but will also be entered into the United States.

Price will not longer be the only criterion, but sales will be determined also by marketing and research.

Labor - in view of its scarcity and high cost - should be used sparingly.

Growing size of enterprises, increasing stress on capital, rising investments in research and development, together with expansive marketing activities appear to mark the course prescribed to the textile industry.

In our opinion, the man-made fibre industry will do well to assist in a stimulating, promoting and advisory capacity in the reorganization of the textile industry by offering new solutions to existing problems.

Wenn ich den Vorzug habe, zum Schluß der diesjährigen Dornbirner Tagung über Probleme zu sprechen, denen sich Chemiefaser- und Textilindustrie in einer Art Umbruchsphase gegenübersehen, so tue ich dies mit einigem Zögern. Man könnte meinen, daß mit einem derartigen Referat in das große Füllhorn des textilindustriellen Fortschritts, der hier in den vorangegangenen Referaten behandelt wurde und sich auch vielerorts zeigt, einige Wermutstropfen der Sorge und Skepsis hineingegossen werden. Dies nicht nur im Lichte der gegenwärtigen Rezession, die wir in der Bundesrepublik sehr deutlich erleben, und auch nicht nur im Rückblick auf die großen Belastungen, denen sich die Textilindustrie durch die Handelspolitik in den letzten Jahren gegenüber sah, sondern vor allem mit Blick auf die Zukunft. Wird es uns gelingen, den möglichen technischen Fortschritt in einer wirtschaftlich prosperierenden und modernen Industrie nutzbar zu machen, wie man es gemeinhin - nach Ansicht vieler Außenstehender - von der Textilindustrie in den westeuropäischen Ländern nicht mehr erwartet?

Noch nie waren die von der Chemiefaserindustrie angebotenen Forschungsergebnisse, Produkte und Marketingideen, aber auch die in der Textilindustrie selbst erarbeiteten Ergebnisse so umfangreich, und noch nie war gleichzeitig das Bild der Textilindustrie so widerspruchsvoll und vielgestaltig wie heute. Die Lage in den einzelnen Zweigen der Textilindustrie und der einzelnen Unternehmen eines Zweiges ist absolut uneinheitlich, und die Zukunftsaussichten schwanken von dunkler Sorge bis zum hoffnungsvollen Optimismus. Die Frage also, die ich in meinem Referat aufgreifen möchte, ist die: was können, was müssen wir tun, um den technischen Fortschritt zum Wohle und Nutzen aller am Textilgeschehen Beteiligten zu realisieren?

Wenn wir uns seitens der Chemiefaserindustrie mit dieser Frage befassen, so lebt dies nicht von einem akademischen Interesse. Es kommt aus der Erkenntnis, daß bei dem schon hohen und weitersteigenden Anteil der Chemiefaserindustrie am Textilgeschehen - ich sage bewußt nicht nur am Rohstoffverbrauch - das Schicksal der Textilindustrie auch unser eigenes Schicksal ist. Die Zukunft des einen wird in wachsendem Maße die Zukunft des anderen sein. Während bisher das Schwergewicht unserer gemeinsamen Sorgen und Überlegungen bei den Fragen der Handelspolitik, der Wettbewerbsverzerrungen und -verfälschungen innerhalb wie außerhalb des Gemeinsamen Marktes lag, jetzt Probleme einer produktivitätsorientierten Strukturpolitik stärker in den Vordergrund rücken, so wird sich in Zukunft der Schwerpunkt der Überlegungen auf Managementfragen verlagern. Der Engpaß in der weiteren Entwicklung der Textilindustrie wird nicht auf technologischem Gebiet zu suchen sein, sondern in den Möglichkeiten und Fähigkeiten einer wirtschaftlichen Realisierung des Fortschritts. Letztlich somit in unserem Management.

Ich möchte deshalb darauf verzichten, hier die wirtschafts- und handelspolitischen Forderungen der Textilindustrie erneut aufzugreifen. Sie sind seit Jahren wiederholt und überzeugend dargelegt, sodaß sie uns allen vertraut sind. Fest steht, daß die Textilindustrie im letzten Jahrzehnt durch

die Wirtschafts- und Handelspolitik in einem ungewöhnlichen Maße Belastungen ausgesetzt war, die volkswirtschaftlich einseitig, gemessen am überdurchschnittlichen Produktivitätswachstum innerhalb der Textilindustrie, unvertretbar und auch im Rahmen der EWG einmalig waren. Diese Maßnahmen, manchmal spräche man besser von Unterlassungen, orientierten sich an einem Bild der Textilindustrie, wie es bestenfalls für den Beginn der Fünfzigerjahre galt. Zwischen dem heutigen Leistungsstand in der Textilindustrie und ihrer volkswirtschaftlichen Einschätzung klafft bei uns immer noch eine erhebliche Lücke. Vielleicht war es unser Fehler, dieses Image zulange bestehen zu lassen. Zumindest sollten wir alles tun, um dieses Bild zu beseitigen.

Man kann ferner hoffen, daß auf wirtschaftspolitischem Gebiet Erkenntnis und Bereitschaft allmählich wachsen, sodaß keine neuen Belastungen entstehen, sondern Zug um Zug eine Gleichheit der Wettbewerbschancen realisiert wird. Die *Einführung der Mehrwertsteuer* ab 1. Januar 1968 wird künstliche Wettbewerbsverzerrungen beim grenzüberschreitenden Verkehr beseitigen. Der diskutierte allmähliche Einbau der Gewerbesteuern in dieses System wäre im Sinne einer weiteren Angleichung der Steuersysteme innerhalb der EWG wie auch einer Vereinfachung zu begrüßen; vielleicht wird auch noch der Wegfall der Vermögenssteuer einmal zu erreichen sein. Die *Kennedy-Runde*, lange mit besonderer Sorge in der Textilindustrie betrachtet, wird den Außenhandel sicherlich stimulieren, scheint jedoch nach dem bisher erreichten Überblick frei von einseitigen Vorleistungen im Textilsektor zu sein. Die andere Gefahr einer bewußten massiven *Verlagerung der Textilindustrie zugunsten der Entwicklungsländer* wegen ihrer angeblichen Arbeitsintensität und technologischen Problemlosigkeit scheint dank verdienstvoller Untersuchungen der Erkenntnis zu weichen, daß den Entwicklungsländern wegen der in Wirklichkeit hohen Kapitalintensität und Modernität dadurch ein schlechter Dienst erwiesen würde.

Es ist deshalb gut, daß wir selbst nicht nur bei den vorgenannten Forderungen verharren, sondern uns intensiv und aktiv mit den strukturellen Vorgängen und den damit verbundenen Managementaufgaben befassen, damit wir die Vorgänge steuern können und nicht von ihnen getrieben werden.

Lassen Sie mich als Rahmen für unsere Überlegungen skizzieren, welche größeren strukturellen Veränderungen vor uns liegen.

Von den allgemeinen Einflüssen, denen nicht nur wir, sondern mehr oder weniger alle Branchen ausgesetzt sein werden, erscheinen folgende fünf am wichtigsten:

- Parallel zu unserer Gesellschaft wird die Wirtschaft der kommenden Jahre durch eine zunehmende Mobilität gekennzeichnet sein. Bisherige Handelsbarrieren, Kommunikationsgrenzen und räumlich begrenzte Verhaltensweisen und Moden werden mehr und mehr verschwinden und einer internationalen Ausrichtung Platz machen. Wirtschaftliche Erfolge auf eine internationale, das heißt breite Basis zu stellen, wird leichter sein, wie es umgekehrt schwieriger wird, bestehende Reservate zu behaupten.

Was beispielsweise das Farbfernsehen für das Textilmaking bedeuten und andererseits für Anforderungen stellen kann, wird im Augenblick erst allmählich bewußt.

- Zweitens wird der Zwang, Wettbewerbsvorteile zeitlich zu nutzen, immer größer, da alle Vorgänge sehr viel schneller als früher ablaufen. Konzentrierte Schnelligkeit wird zum Gebot, die Verfügung über entsprechende organisatorische Möglichkeiten zur Voraussetzung.
- Drittens stehen wir nicht nur vor einer Intensivierung des Wettbewerbs innerhalb der EWG und innerhalb des EFTA-Raumes, sondern ebenso mit den Vereinigten Staaten von Amerika. Verbilligung des Transportes (Lufttransport), Vertiefung der Kommunikationen (Kennedy-Runde, Niederlassungen -amerikanischer Gesellschaften in Europa etc.) werden das Angebot amerikanischer Waren vergrößern. Es konkurrieren dann nicht nur Artikel aus Europa mit Artikeln aus den USA, sondern sehr unterschiedliche Unternehmensgrößen, Forschungsaufwendungen, Marketingphilosophien und Managementmethoden miteinander.
- Als weiterer Faktor wird der Wettbewerb, der bisher immer noch unter preislichem Gesichtspunkt gesehen wird, ergänzt, vertieft, vielleicht sogar substituiert werden durch einen Marketingwettbewerb einerseits und einen Forschungswettbewerb andererseits. Die Leistungen im zukünftigen Wettbewerb müssen wesentlich umfassender sein. Absolute Höhe des Forschungs- und Marketingaufwandes, Zielsetzungen für Forschung und Marketing, Qualität des Personals etc. werden entscheidende Wettbewerbsfaktoren sein.
- Und als letzten Faktor möchte ich auf die bleibende Verknappung an Arbeitskräften und steigende Verteuerung der menschlichen Arbeitskraft hinweisen. Sparsamster Einsatz von "man-power" und größtmögliche Leistungsfähigkeit der Organisation werden gewichtige Aufgaben darstellen.

Diese Tendenzen werden sich durchsetzen, gleichviel, ob sie uns angenehm sind oder nicht, ob sie unsere vorhandenen Branchensorgen vergrößern oder erleichtern.

Auf die Textilindustrie übertragen, bedeutet dies folgendes: die Textilindustrie ist zu Recht wegen ihrer Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an modische Strömungen und Artikelentwicklungen gerühmt worden, es ist jedoch ein Irrtum zu glauben, daß diese auch in Zukunft gefragten Leistungen nur mit kleinen Betriebs- und Unternehmenseinheiten möglich sind. Größe mit Flexibilität zu verbinden ist nur eine Frage des geeigneten Managements und seiner Methoden. Man kann ohne Risiko voraussagen, daß die Zahl der Unternehmen, die im Wettbewerb bestehen bleiben, deutlich zurückgehen wird. Gleichzeitig wird die Unternehmensgröße - nicht unbedingt die Betriebsgröße - deutlich ansteigen. In den USA ist dieser Prozeß bereits sehr weit vorgeschritten, in Großbritannien voll im Fluß und in der Bundesrepublik hat er begonnen. Lassen Sie mich dies mit einigen Zahlen belegen.

In der Bundesrepublik besteht seit 1960 folgender Verlauf:

	Zahl der Betriebe	Beschäftigte	Umsatz je Beschäftigte	Umsatz je Betrieb
Anfang 1960	4417	610 000	27 000 DM	3,7 Mill. DM
Ende 1966	4021	521 000	40 200 DM	5,2 Mill. DM
Veränderung	9 %	15 %	+ 49 %	+ 40 %

Diese Entwicklung, die in den einzelnen Zweigen unterschiedlich stark verläuft, wird weitergehen, ohne daß man gegenwärtig einen Endpunkt oder die kommende Struktur bereits fixieren kann.

Für Großbritannien hat kürzlich Mister Joe H y m a n , Chairman von Viyella International Ltd., eine Ansicht geäußert, die ganz ungewöhnliche Dimensionen aufzeigt. Er führte aus, daß in den traditionellen Arbeitsgebieten der Textilindustrie in Großbritannien die Beschäftigtenzahl von 320 000 im Jahre 1950 auf 140 000 bis zum Ende des vergangenen Jahres zurückgegangen ist und auf nur 41 000 im Jahre 1970 weiter zurückgehen wird. Hinzu kämen in neuen Arbeitsgebieten der Textilindustrie, wie der Kettstuhlwirkelei, weitere 13 500 Beschäftigte. Im Endzustand würden nach Abschluß einer derart tiefgreifenden Umstrukturierung für die bisherige Leistung der englischen Textilindustrie

- 50 Spinnereien
- 35 Webereien
- 40 Ausrüster und
- 10 Kettstuhlwirker

genügen. Man wird dies als eine englische Stimme zu einem englischen Problem werten müssen, dessen Lösungen weder direkt übertragbar noch vergleichbar sind. Es macht jedoch die Dimensionen deutlich, in denen in Großbritannien mit kaum zu übertreffender Nüchternheit diskutiert und gedacht wird.

In den Vereinigten Staaten ist der Konzentrationsprozeß, da er sich bereits über einen längeren Zeitraum erstreckt, bereits erheblich weiter vorangeschritten. Die zwölf umsatzmäßig größten Textilunternehmen erzielen einen Umsatz, der dem der gesamten Textilindustrie der Bundesrepublik entspricht. Der Umsatz aller Textilunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland und in Österreich, die jeweils einen Jahresumsatz von über 100 Millionen DM erzielen, lag zusammen genommen im Jahre 1965 noch um 27 Prozent unter dem Umsatz des größten nordamerikanischen Textilunternehmens. Ihre Beschäftigtenzahl übertraf die des amerikanischen Konkurrenten jedoch um 50 Prozent.

Kein vernünftiger Mensch wird das Heil der westeuropäischen Textilindustrie allein in einer massiven Konzentrationsbewegung sehen oder auch nur Freude bei der Feststellung dieser Entwicklungstendenzen empfinden. Konzentration bedeutet immer auch Verlust und Verzicht auf Eigenständigkeit und Tradition; Werte, denen wir erklärmaßen in Europa Bedeutung beimessen. Kein Verantwortung tragender, nüchterner Beteiligter wird sich andererseits der Frage entziehen können, ob unsere Unternehmensgrößen bereits optimal sind und was dafür getan werden sollte.

Die Frage der notwendigen horizontalen Konzentration, teilweise auch vertikalen Integration innerhalb der Textilindustrie, wird eine der vordringlichsten Fragen für die nächsten Jahre sein und verlangt wesentlich mehr Beachtung als bisher. Die Sorge vor den möglichen ungünstigen Folgen einer Konzentration sollte uns nicht von einer nüchternen Analyse abhalten. Ich kann mir auch den Hinweis auf die Prüfung einer teilweisen vertikalen Integration innerhalb der Textilindustrie gestatten, weil wir - wie Sie wissen - eine vertikale Integration der Textilindustrie mit der Chemiefaserindustrie in der Bundesrepublik aus verschiedenen Gründen ablehnen. Nicht zuletzt aus Respekt vor den spezifischen Leistungen, die in der Textilindustrie erbracht werden müssen, wenn sie ihre kreative Note behalten will.

Gelegentlich ist auch die Ansicht zu hören, daß die Textilindustrie in Westeuropa bei ihrer jetzigen Struktur angesichts der starken Position des Handels einerseits und der Rohstofflieferanten andererseits in eine bedrängte Lage geriete, und ein vertikaler Integrationsprozeß allein hiedurch zwangsläufig ausgelöst wird. Man übersieht dabei meines Erachtens völlig, daß die vorhandene Struktur nicht naturgegeben, sondern historisch gewachsen und ein außerordentlich großer Gestaltungsspielraum innerhalb der Industrie vorhanden ist, der mehr verspricht als ein Denken in heute vorhandenen Schemata. Man sollte auch die Frage der Kooperation oder des Verbundes als Vorstufe eines größeren Zusammenschlusses nicht so sehr unter nationaler Begrenzung sehen, wie es bisher häufig, verbunden mit vielen Enttäuschungen, geschieht. Es kann leichter sein, im Ausland einen gleichartigen Partner zur Ergänzung und Ausweitung des internationalen Geschäftes zu finden.

Wenn wir unseren nationalen Regierungen und den internationalen Behörden auch weiterhin unsere wirtschafts- und handelspolitischen Anliegen vortragen, so sollten wir die Probleme einer richtigen Strukturpolitik nicht vergessen. Neben der Abwendung einseitiger und anomaler Belastungen wäre die größte Hilfe, welche der Textilindustrie im volkswirtschaftlichen wie einzelwirtschaftlichen Interesse gegeben werden könnte, die Erleichterung und Förderung einer horizontalen Konzentration und die Unterstützung dieses Prozesses durch entsprechende Forschungs- und Entwicklungsaufträge.

Welche Leistungen in einer modern strukturierten Textilindustrie und ohne anomale Belastungen erbracht werden können, zeigen die Zahlen der nordamerikanischen Textilindustrie während der letzten Jahre. Im Geschäftsbericht 1966 einer großen amerikanischen Bank, der *Irving Trust Company*, las ich unter anderem folgende bemerkenswerte Ausführungen über die Entwicklung der amerikanischen Textilindustrie seit 1960:

"The textile industry has spent billions of dollars for research and development and for new plants and more efficient machinery. The industry accelerated its outlays for plant and equipment from less than \$ 500 million annually prior to 1960 to an estimated \$ 1,2 billion 1966. The latter total represented 14 % of the industry's net worth, a higher percentage than for any other major American industry."

Neben der tiefgreifenden und dauernden Frage der optimalen Unternehmensgröße werden wir mit dem Problem der Senkung der Arbeitskosten durch Verminderung des Einsatzes von Arbeitskraft ständig konfrontiert bleiben. Der Weg in die Zukunft führt nur über eine sehr kapitalintensive Industrie. Vieles ist schon erreicht, wie der mit durchschnittlich 250 000 DM berechnete Investitionsaufwand für einen neuen Arbeitsplatz und der steigende Automationsgrad zeigen. Die Unterschiede innerhalb der Industrie sind allerdings noch groß, ebenso ist die Arbeitsintensität, verglichen mit den Verhältnissen in den USA, noch erheblich größer, wie die an früherer Stelle genannten Zahlen im Vergleich mit dem größten amerikanischen Textilunternehmen zeigen (Umsatz - 27 %, Beschäftigtenzahl + 50 %). Erstaunlicherweise ist es der amerikanischen Textilindustrie gelungen, den Anteil der Löhne und Gehälter am Umsatz mit rund 22 Prozent etwa auf der gleichen Höhe wie in der westdeutschen Textilindustrie - trotz wesentlich höherer Löhne - zu halten. Wir werden nicht umhinkommen, unsere Produktionsverfahren, unsere Artikelkonzeption und unsere Verwaltungsmethoden unter dem Gesichtspunkt einer Senkung des Personalaufwandes zu prüfen. Ein Hinweis auf das Vordringen der Maschenware zu Lasten der Webware mag genügen, um diese Überlegungen zu verdeutlichen. Daß wir uns in der Bundesrepublik und allgemein in Westeuropa auf eine besonders leistungsfähige Textilmaschinenindustrie stützen können, gibt uns die Sicherheit einer guten Ausgangsbasis.

Ein weiteres strukturelles Phänomen wird die Notwendigkeit eines wachsenden Forschungs- und Entwicklungsaufwandes sein. Die bisherige Preiskonkurrenz wird ihre Ergänzung in einem wachsenden Wettbewerb durch neue Produkte, neue Funktionen und Möglichkeiten der Produkte und neue Konsumideen finden. Der Preiswettbewerb wird durch einen technologischen Wettbewerb bereichert werden. Selbst auf die Gefahr hin, mißverstanden zu werden, möchte ich behaupten, daß die bisherige extrem scharfe Preiskonkurrenz innerhalb der Textilindustrie keinem genutzt hat. Für den Konsumenten, als dem entscheidenden Maßstab, spielt es keine Rolle, einen Textilartikel um einige Prozente billiger kaufen zu können. Entscheidend ist, daß die Artikel seinen heutigen Anforderungen voll entsprechen, zu denen neben modischem Wert die Funktionstüchtigkeit sowie Zeit- und Kostenersparnisse bei der Pflege gehören. Der Konsument wird sicherlich bereit sein, den hiefür notwendigen Forschungsaufwand zu honorieren.

Der Weg unserer Textilindustrie scheint mir somit vorgezeichnet durch wachsende Unternehmensgrößen, steigende Kapitalintensität, zunehmenden Forschungs- und Entwicklungsaufwand sowie letztlich größeres Marketing.

Was bedeutet dies alles für das Management?

Wir müssen uns in der Textilwirtschaft auf neue Größenordnungen und Dimensionen einstellen und versuchen, diese bewußt herbeizuführen. Dies verlangt die Entwicklung der Fähigkeit, größere Einheiten mit der gleichen Elastizität zu führen wie bisher, da die Vorteile großer Unternehmenseinheiten keineswegs zwangsläufig entstehen, sondern bewußt

entwickelt werden müssen. Organisationsformen, Techniken und neuzeitliche Hilfsmittel, wie Computer, gehören hiezu, die häufig kleineren und mittleren Unternehmen einfach im Hinblick auf ihre Größe verschlossen waren. Nicht minder wichtig ist die Heranziehung und Ausbildung eines fähigen Führungsnachwuchses, sowohl von innen als auch von außen. Ohne das Image, eine leistungsfähige, moderne und zukunftssträchtige Industrie zu sein, wird uns dies schwerlich gelingen. Wir können stolz sein auf unsere Textilingenienschulen. Ich hatte vor kurzem angeregt, einmal ernstlich zu prüfen, ob genug geschieht, um an den Textilingenienschulen und auch andermorts eine hinreichende Ausbildung in den modernen absatzwirtschaftlichen Fragen, das heißt also im Marketing, zu bieten. Ich möchte heute die Frage dahingehend ergänzen, ob wir uns wirklich genug um die Managementprobleme der nächsten Jahre kümmern, die nach der hoffentlich erreichbaren Lösung der handels- und wirtschaftspolitischen Fragen entstehen. Hiezu gehört auch das Überdenken der jeweils möglichen Unternehmensziele und -grenzen, um zu einer realistischen Politik unter Einbeziehung von Forschung, Entwicklung und Marketing zu kommen. Was wir für den kommenden Wettbewerb benötigen, sind Organisationsformen, die Kreativität, technische Spitzenleistung, wirtschaftliche Potenz und absatzwirtschaftliche Bedeutung miteinander verbinden. Ein Ziel, das sicherlich weit vorausgreift und viele Gestaltungen zuläßt. Man sollte aber den Weg dahin und die hiezu notwendigen Mittel nüchtern untersuchen. Eine Managementaufgabe ersten, ja europäischen Ranges, wenn wir die Aufgaben unserer Zeit richtig verstehen.

Lassen Sie mich abschließend die Frage nach der Rolle der Chemiefaserindustrie in diesem Geschehen stellen, denn die Verbundenheit mit der Textilindustrie ist, wie ich eingangs anführte, eng. Gemessen am Rohstoffverbrauch der Textilindustrie in den Industrieländern haben die Chemiefasern bereits eine erhebliche, je nach Betrachtung sogar dominierende Größenordnung erreicht.

Anteil der Chemiefasern am Textilfaserverbrauch 1966

<i>Basismenge</i>	<i>Chemiefasern</i>	<i>Naturfasern</i>
Bundesrepublik	48 %	52 %
EWG-Länder	42 %	58 %
USA/Kanada	37 %	63 %
<i>Basiswert</i>		
Bundesrepublik	57 %	43 %
EWG-Länder	49 %	51 %
USA/Kanada	47 %	53 %

Teilweise sind diese Zahlen für das Jahr 1966 noch geschätzt. Es bedarf in unseren Augen keiner ernsteren Diskussion, daß der Chemiefaseranteil weiter steigt und spätestens am Ende des Jahrhunderts - wenn nicht sehr viel früher - die Chemiefasern mengen- wie wertmäßig in den Industrieländern absolut dominieren werden. Ist diese an sich schon bemerkenswerte Entwicklung jedoch der einzige Beitrag der Chemiefaserindustrie?

Die Bedeutung der Chemiefaserindustrie für das heutige und kommende Geschehen im Textilsektor geht für den Konsumenten wie die Textilindustrie über die Rohstoffanteile deutlich hinaus, wenn man an Forschung, Entwicklung und Marketing, die dynamischen Kräfte unserer Industrie, denkt. Über den Gesamtaufwand in der Textilindustrie für diese Tätigkeiten liegen leider keine international vergleichbaren Unterlagen vor. Lediglich für den Werbeaufwand existiert eine Schätzung für das Jahr 1965 von Herrn Dr. Kroese, Holland. Danach betrug der Werbeaufwand für Baumwolle, Wolle und Chemiefasern 1965 in Westeuropa, den USA und Japan insgesamt 197 Millionen Dollar, das entspricht einem Gegenwert von rund 800 Millionen DM. Hievon entfielen 151 Millionen Dollar oder mehr als drei Viertel auf Chemiefasern, 38 Millionen Dollar (19 Prozent) auf Wolle und 7,55 Millionen Dollar (4 Prozent) auf Baumwolle. Bei dem Forschungs- und Entwicklungsaufwand dürften ähnliche Relationen zugunsten der Chemiefaserindustrie bestehen und der Gesamtaufwand in unserer Industrie noch über dem Aufwand für Werbung liegen. Anregungen für den technologischen Fortschritt und neue dynamische Konzeptionen werden ganz sicherlich primär von der Chemiefaserindustrie ausgehen.

Wir sehen die Rolle der Chemiefaserindustrie darin, bei den Umstrukturierungsvorgängen innerhalb der Textilindustrie durch neue Problemlösungen anregend, fördernd und beratend tätig zu sein. Die Chemiefaserindustrie sollte jedoch nicht versucht sein, selbst die Probleme verantwortlich lösen zu wollen, zu denen ihre Partner bessere Voraussetzungen mitbringen. Die Textilindustrie ist wie keine andere Industrie auf eine Vielzahl von Begabungen angewiesen. Diese konzertiert, um ein modernes Wort zu gebrauchen, zur Geltung zu bringen, sollte unsere gemeinsame Aufgabe sein.

Unbestritten ist, daß das moderne Textilmaking von dem vertikalen Marketing der Chemiefaserindustrie entscheidende Impulse in den letzten Jahren erhielt und das Markenbewußtsein durch die Rohstoffmarken wesentlich vertieft und gefördert wurde. Jetzt werden mit Blick auf die Überkapazitäten und den damit verbundenen Preisdruck Stimmen laut, die ein Ende der Rohstoffmarken, einerseits zugunsten einer anonymen Ware und andererseits zugunsten von Gewebemarken, voraussagen.

Es wäre eine grundlegende Verknennung des Marketings der Chemiefaserindustrie, wenn man in der Rohstoffmarke nur eine werbliche Maßnahme sähe, die man vornehmen, aber ebenso auch unterlassen kann. Die Chemiefasermarken waren und sind ein Instrument, um neue Märkte zu schaffen, neuen Bedarf zu wecken und teilweise den Verbraucher erst über neue Konsummöglichkeiten informieren zu können. Diese Aufgaben werden nicht nur bestehen bleiben, sondern wachsen. Daß wir unsere Marketinginstrumente heute differenzierter einsetzen müssen, bedarf keiner Frage. Wenn wir bei der Entwicklung von den "second generation fibers" sprechen, so bedeutet das für das Marketing zwangsläufig die Notwendigkeit einer Vertiefung und Verfeinerung der Information. Aufspaltung und Ergänzung der vorhandenen Rohstoffmarken wird eine der möglichen Antworten sein. Vielleicht müssen wir aber auch unseren Marketing-

Service noch erweitern, wozu durchaus Möglichkeiten etwa in modischer Richtung bestehen. Auch auf dem werblichen Sektor wird ein Konzentrationsprozeß eintreten, um einen werblichen "overkill", wie es die Amerikaner plastisch ausdrücken, zu vermeiden. Die Chemiefasermarken können hierbei Kristallisationskerne sein, um die sich im Verbund andere Marken gruppieren. Sicherlich kann es auch einige eigenständige Gewebemarken geben. Nur sollte man sich keine Illusionen über den Aufwand hingeben, der für die Etablierung einer Marke im zukünftigen Wettbewerb notwendig ist. Ebenso wie die Unternehmensgrößen wachsen, wird auch der Aufwand hierfür steigen. Auch diese Frage gehört zu den Managementaufgaben der kommenden Jahre.

Ein anderes Problem ist die Frage der Überkapazitäten innerhalb unserer Industrie, hinter denen strukturelle Veränderungen gesehen werden. Ist es wirklich verwunderlich, daß in einer Phase stark wachsenden Synthetikaverbrauchs und wachsenden Interessen am westeuropäischen Markt durch außereuropäische Firmen auf einigen Gebieten Kapazitäten erstellt werden, die insgesamt dem Bedarf temporär weit vorausseilen? So unerfreulich dieser Zustand für alle Beteiligten wegen des starken Preisdruckes ist, so wenig verdient er andererseits eine Dramatisierung. Die Überkapazitäten, die wir bis heute als temporär ansehen, werden nicht Anlaß zu strukturellen Veränderungen innerhalb der Chemiefaserindustrie sein, denn diese ist bereits stark konzentriert und leistungsfähig. Auf die zwölf größten Chemiefaserunternehmen der Welt entfallen insgesamt

56 Prozent der Chemiefaserproduktion
68 Prozent der Synthetikaproduktion und
85 Prozent der Polyesterproduktion.

Man erkennt, daß bei allen neuen Produkten der Konzentrationsgrad steigt, was sicherlich darauf zurückzuführen ist, daß umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig sind. Die Überkapazitäten in einigen Bereichen werden deshalb nur dazu führen, unsere Überlegungen noch mehr auf die vorhandenen Wachstumskräfte und Wachstumsmöglichkeiten zu konzentrieren.

Den Regierungen ist auf dem Gebiet der Handelspolitik häufig vorgeworfen worden, daß sie "too little and too late" gehandelt hätten. Jetzt spricht man davon, daß die Chemiefaserindustrie "too much and too soon" getan hätte. Da die Chemiefaserindustrie eine Wachstumsindustrie bleiben wird, ist dies sicherlich das kleinere Übel. Lassen Sie uns diese Lage nutzen, um die Probleme der Umstrukturierung zum richtigen Zeitpunkt und mit den richtigen Maßnahmen aktiv aufzugreifen.

Diskussion

Prof. Dr. Köb: Herr Dr. Karus gab uns einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen Fragen der Faserforschung, des textilen Einsatzes und der Zusammenarbeit zwischen Chemiefaser- und Textilindustrie. Durch den technischen Fortschritt wird eine viel engere Zusammenarbeit von Spinner, Weber, Ausrüster und Konfektionär gefordert. Die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Verwirklichung sind zu einem Problem geworden, das dem Textilingenieur nicht immer Freude macht.

Dr. Herion: Herr Dr. Karus hat betont, daß eine vertikale Konzentration in der Textilindustrie abzulehnen sei. Andererseits könnte dadurch die Koordinierung der Betriebe gefördert werden. In Amerika gibt es die Tendenz zur vertikalen Konzentration, deren Ablehnung also ein Nachteil hinsichtlich der Konkurrenz wäre.

Dr. Karus: Wir sind selbstverständlich der Überzeugung, daß man moderne Textilien nur im Verbund entwickeln kann. Wir halten es nur für eine sehr vordergründige Antwort, daß man dies nur durch finanzielle Verbindung tun könne. Es soll dem Praktiker in der Industrie die Freude an der Arbeit und der Stolz auf die eigene Leistungsfähigkeit gelassen werden. Es liegt kein Zwang vor, diesen notwendigen geistigen Verbund in einen finanziellen zu überführen. In Amerika liegen noch keine Ansätze dafür vor, wohl aber in einigen anderen Ländern.

Dr. Harder: Es ist der Textilindustrie doch nicht damit gedient, wenn der Verbrauch von der Naturfaser auf die Chemiefaser verlagert wird, ohne daß sich der Mengenumsatz dadurch erhöht. Es ist bekannt, daß die Synthefasern außerordentlich langlebig sind. Ich denke da an die Polyamid-Wirkhemden, deren Dauerhaftigkeit zu einem beträchtlichen Preisverfall führte. Wir haben die große Welle der Fußbodenbeläge und der Dekorstoffe miterlebt. Wo kann man Ausdehnungsmöglichkeiten sehen, die die Chemiefasern der Textilindustrie bringen könnten, die nicht nur eine Verlagerung von den Naturfasern zu den Chemiefasern, sondern eine effektive Ausweitung bedeuteten?

Dr. Karus: Wir messen mengenmäßig, können aber im Grunde genommen gar nicht mehr die Mengen addieren, da Sie ein leichtes Synthefasermischgewebe nicht mit einem schweren Wollstoff vergleichen können. Wenn also der mengenmäßige Ausstoß der Textilindustrie nur um zwei bis drei Prozent pro Jahr ansteigt, so liegt die wirkliche Zuwachsrate höher. Des weiteren leben wir nicht von der Menge eines Artikels, sondern von seinem Wert. Wenn Sie zum Beispiel einen Baumwollanorak durch einen aus Synthesematerial mit einer Füllung aus Trevira oder Diolen ersetzen, dann bieten Sie dem Unternehmer einen viel interessanteren Artikel. Schließlich können Sie mit einem modernen Marketing den gesamten Bedarf an Chemiefasern wesentlich steigern. Wir haben dies auf dem Strumpfsektor erlebt, wo der Verbrauch einst bei drei Paar pro Jahr lag, jetzt aber bei 24 Paar pro Kopf der strumpffragenden weiblichen Bevölkerung in der Bundesrepublik liegt. Dasselbe haben wir bei den Gardinen und bei den Teppichen erlebt. Wenn die Frauen erkennen, daß die modernen Artikel aus Synthetics pflegeleicht sind, dann sind sie auch bereit, mehr zu kaufen. Man muß für das heutige Leben "sophisticated products" schaffen. Ich glaube nicht, daß der Konsum an textilen Fußbodenbelägen heute schon sein Maximum erreicht hat. Die Erfahrung zeigt, daß mit einem aggressiven Marketing der gesamte Verbrauch wesentlich erhöht und nicht nur substituiert werden kann.

Dr. Harder: Dann muß bei dieser Ausbreitung der Mode ein besonderes Gewicht zugemessen werden, denn diese trägt vor allem dazu bei, daß auch noch unverschlossene Textilien ausrangiert werden.

Dr. Karus: Die erste Phase der Chemiefaserindustrie bestand darin, daß wir auf die Funktionstüchtigkeit der Gewebe stolz waren, die auch extreme Belastungen aushielten. In der zweiten Phase dachte man nur an die Mode. Die dritte und richtige Auffassung ist aber die, daß wir Mode und Funktionstüchtigkeit bieten. Die erzeugte Kleidung soll Totalansprüchen genügen. Bei der Wintersportkleidung stehen die Synthetics in diesem Sinne in optimalem Einsatz.

Dir. Ing. Rybníček: Sie haben die hohe Produktivität der amerikanischen Betriebe erwähnt. Die Amerikaner erreichen ihre Produktivität dadurch, daß sie zwar einerseits die besten Rohstoffe verwenden, andererseits aber Produkte erzeugen, die im Durchschnitt unseren mitteleuropäischen Anforderungen nicht entsprechen. Können Sie dazu etwas sagen? Auf der Frankfurter Messe sah ich selbst Tufting-Teppiche amerikanischer Provenienz, die ein Mitteleuropäer wohl kaum auf die Messe gebracht hätte.

Dr. Karus: Das ist die wichtige Frage des "technological gap", die

immer wieder diskutiert wird. Die Amerikaner haben einen großen einheitlichen Markt und ein niedriges Qualitätsniveau. Wir machen uns die Antwort aber zu leicht, und ich bitte Herrn Dr. Studt zu dieser Frage Stellung zu nehmen. - Das Schwerkgewicht liegt im Management. Mindestens 50 Prozent des Erfolges sind dem Management zuzuschreiben, das heißt der Art, wie eine große Menge mit einem Minimum an Aufwand und Arbeitskräften produziert wird.

Dr. Studt: Die amerikanischen Textilbetriebe können sich auf Grund ihrer Größe einen eigenen Forschungsapparat leisten. Zum Beispiel beschäftigt Burlington tausend Menschen, die mit der Produktion selbst nichts zu tun haben, die nur neue Artikel und Verfahren entwickeln. Sie sind dabei so erfolgreich, daß die Lizenzeinnahmen die Forschungskosten decken. In Westeuropa gibt es nichts Derartiges in der Textilindustrie. Wir brauchen daher eine Vergrößerung der Betriebe, damit der Grundstein zu einer Forschung gelegt werden kann. Herr Dr. Karus schätzte vorher den Pro-Kopf-Umsatz der deutschen Textilindustrie auf 40 000 DM. Was man durch eine bestimmte Betriebsgröße und durch moderne Forschungsmethoden erreichen kann, kann Ihnen eine andere Zahl verdeutlichen. Ich weiß von einem deutschen Textilbetrieb, der eine Pro-Kopf-Produktion von 170 000 DM ausweisen kann.

Dir. Dr. Greenwood: Herr Dr. Karus hat Mr. Hyman zitiert, und ich möchte zu dessen Pessimismus einige Bemerkungen machen. Die englische Textilindustrie ist traditionell in zwei Gebiete gespalten: in Lancashire, mit Manchester als Zentrum, befindet sich die Baumwollindustrie, in Yorkshire - in Leeds - die Wollindustrie. Ich glaube, daß sich die Bemerkung Mr. Hymans im wesentlichen auf den Baumwollsektor bezieht. Bei einem Besuch in Leeds wurde meine Bemerkung, daß die Wollindustrie ein schrumpfender Zweig sei, mit Entrüstung abgelehnt. Übrigens ist es interessant, daß sich diese Verhältnisse an den Universitäten widerspiegeln. In Manchester sind in der textiltechnischen Abteilung nur zehn Prozent der Studenten Engländer, in Leeds aber siebzig Prozent. Das zeigt die Einstellung zur Zukunft der Textilindustrie. In bezug auf den Baumwollsektor muß man sich vor Augen halten, daß Mr. Hyman geneigt ist, sehr extreme Ansichten zu haben. Er ist zum Beispiel der Meinung, daß das Geld, das für Forschung ausgegeben wird, hinausgeworfen ist. So hat er in seiner Organisation keine Forschung.

Dr. Karus: Ich habe hier als Optimist gesprochen. Ich wollte nur auf einige Entwicklungstendenzen hinweisen, um die Diskussion und das Nachdenken anzuregen. Wenn dabei einige unangenehme Dinge gesagt wurden, so betrachten Sie diese als meine persönliche Meinung. Die angenehmen Tatsachen stammen aus meiner Arbeit im Unternehmen.

Dr. Köb: Wir haben im Verlauf der Tagung davon gesprochen, daß man sich auf die Möglichkeiten der Chemiefasern mehr einstellen müßte, als dies bei den Naturfasern nötig war. Herr Dr. Nüsslein hätte hierzu einiges zu sagen.

Dr. Nüsslein: Durch meine eigene langjährige Beobachtung und durch so manche Bemerkung während dieser Tagung angeregt, möchte ich einige Vorschläge machen, an deren Verwirklichung man meines Erachtens schreiten müßte. Die Chemiefasern sind heute unentbehrlich geworden, und mit der Zunahme der Weltbevölkerung wird ihre Bedeutung noch wachsen. Zwei grundsätzliche Phänomene dürfen dabei nicht übersehen werden:

1. Unsere Bekleidungssysteme sind nicht nach naturgesetzlichen Richtlinien entwickelt worden, sondern in Jahrhunderten aus den Eigenschaften der Naturfasern und ihrer Verarbeitungstechnik zu Stoffen und Kleidern. Durch Gebrauch und Erfahrung unterscheiden sich diese Bekleidungssysteme bei Mann und Frau, aber der Einsatz zellulosischer Fasern für Unterwäsche bzw. von Wolle für Oberbekleidung war beiden gemeinsam. Selbstverständlich gibt es auch Ausnahmen wie die Sommer-, Sport- und Regenbekleidung. Endlosfäden sind in der Männerkleidung bisher ohne große Bedeutung gewesen. Die erste große Verschiebung dieser Situation sehen wir im Auftreten des gewirkten Herrenhemdes aus Polyamidgarn.

2. Die Chemiefasern sind zwar weder mit Wolle noch mit Baumwolle identisch, aber dennoch verwendet die gesamte Textilwirtschaft eine

gewaltige Energie darauf, die aus Naturfasern erzeugten Stoffarten und Bekleidungsstücke nachzubilden. Es sollen aber auch die verarbeitungstechnischen Eigenschaften der Chemiefasern, wie zum Beispiel Maschinenleistung, Massenanfertigung, Trage- und Pflegeeigenschaften, Kosten u.a., den Anreiz zum Kauf des neuen Artikels bieten.

Meiner Ansicht nach ist nun die Zeit gekommen, in der man unter Ausnutzung der speziellen Eigenschaften der Chemiefasern neue Bekleidungs-systeme entwickelt, die vom Vorbild der Naturfasern unabhängig sind. Ich glaube, daß Faserchemie und Herstellungstechnik über so große Erfahrung verfügen, um eine solche Aufgabenstellung mit Erfolg anpacken zu können. Anklänge an derartige Bestrebungen finden wir schon in manchen Formen der Freizeit- und Sportbekleidung. Auch die Geschichte der Bekleidung gibt interessante Hinweise. Vor zwei Jahren erwähnte Dr. R e n b o u r n an diesem Ort, daß man beispielsweise vom 16. bis zum 18. Jahrhundert Wolflanell als wärmende Komponente auf dem Leib trug, als Windschutz aber ein Wams aus Seide oder Leinen. Wegen der mangelhaften Pflegemöglichkeiten und der ungenügenden Hygiene dieser Kleidung mußte aber dieses System zugunsten der damals aufkommenden feineren Leinen und der leicht waschbaren Baumwollstoffe aufgegeben werden. Die Baumwolle wurde die beinahe optimale Beherrscherin des Leibwäschebereiches, die Wolle dagegen diente der Oberbekleidung. Ein altes System war also total umgedreht worden.

Durch den Einsatz von Chemiefasern wären die beschriebenen Schwierigkeiten restlos aus der Welt geschafft. Offen bleibt die Frage, welches der beiden Bekleidungs-systeme das zweckmäßigere sei. Gestern wurde debattiert, ob eine filzende Chemiefaser zu erwarten sei. Wir könnten doch andere Bekleidungs-systeme durch Verwendung von Hochbausch-, Schrumpf- und Kräuselgarnen entwickeln, die eine filzende Faser unnötig machen. Denken Sie an das Futterstoffproblem für unsere Kleider, an die Sinnlosigkeit, das Flächengewicht - bei gleicher Ware, die aus verschiedenen Fasern mit unterschiedlichem spezifischem Gewicht hergestellt wird, als Leitlinie für die Kalkulation gelten zu lassen. Vor allem müssen wir immer daran denken, daß Unter- und Oberbekleidung voneinander abhängig sind und einander definitiv bestimmen.

Eine Antwort auf diese Frage könnte nur durch ein „Institut für Bekleidungs-forschung“ gegeben werden. Ihm würde zur Bearbeitung zu-fallen:

Feststellung und Entwicklung von Bekleidungs-systemen, Bekleidungs-stücken und Faserstoffen für vielfältige Verwendungs-zwecke;

Anpassung der Kleidung an die physiologische Situation des Trägers.

Nicht die chemische Natur der Synthesefasern ist für die physiologischen Eigenschaften der Kleidung entscheidend, sondern auch die Struktur von Faser, Garn und textilem Gebilde, sowie Schnitt und Kombination der Kleidungsstücke. Selbstverständlich ist nicht jede Faserart für jede Verwendung gleich gut brauchbar.

Der Streit über die Bevorzugung dieser oder jener Faserart ist sinnlos geworden. Unsere Aufgabe ist es, optimale Kleidungsstücke zu schaffen, diese als solche kenntlich zu machen und dafür die richtigen textilen Erzeugnisse zu liefern. Das ist aber nur möglich, wenn brauchbare Maßstäbe für die Bewertung der Waren und Kleider gefunden würden, was für Industrie, Handel und Verbraucher von größter Wichtigkeit wäre. Heute ist der Käufer eines Kleidungsstückes ganz auf seine verschwommene Erfahrung und vielfach nur auf sein gutes Glück angewiesen. Wir sind uns der Paradoxie dieser Situation gar nicht bewußt, sonst hätte man dieses Problem von der Industrie her schon mit mehr Energie angepackt.

Durch bessere Anpassung der Kleidung an das jeweilige Bedürfnis ist eine viel zweckmäßigere Ausgestaltung der Garderobe möglich. Der Kleiderschrank des einzelnen würde zwar umfangreicher und teurer, für Bequemlichkeit und Gesundheit gibt der Verbraucher jedoch gerne sein Geld aus. Die Mode als Motor könnte viel frucht-

barer sein, wenn die Materialien und die funktionellen Aspekte der Kleidungsstücke mehr berücksichtigt würden. Dazu bedarf es der Beschaffung handfester, verständlicher Unterlagen.

Ich bin mir der Schwierigkeiten der Realisierung eines solchen Projektes bewußt. Ob Institut oder Institution - die Nutznießer wären Industrie, Handel und Verbraucher. Ich meine nun, Herr Präsident, daß das Österreichische Chemiefaser-Institut unter Ihrer Leitung ein gutes Forum für den Beginn solcher Ermittlungen und Studien wäre. Vielleicht könnte schon die nächste Tagung hier in Dornbirn eine Gelegenheit zur Diskussion dieser Problematik bieten.

Gen.Dir. Seidl: Ich möchte Herrn Dr. Nüsslein für seinen Diskussionsbeitrag herzlich danken. Bevor ich aber das Schlußwort ergreife, möchte ich nochmals auf den Vortrag von Herrn Dr. Karus zurückkommen, denn er hat wirklich eindrucksvoll von der Seite des Managements her die Probleme aufgezeigt, vor denen wir stehen. In der Chemiefaser- und Textilindustrie - und nicht nur in diesen beiden Industriezweigen - gibt es große und schwierige Strukturprobleme. Wenn es aber eine größere Anzahl von Ökonomen in Europa gibt wie Herrn Dr. Karus, die die Probleme so auffassen, wie er sie uns dargestellt hat, dann bin ich optimistisch für Europa und glaube, daß wir die gestellten Aufgaben meistern werden.

Wir haben jetzt drei Tage über die speziellen Probleme der Chemiefaser- und Textilindustrie diskutiert und gesehen, daß sich alles gewandelt hat. Vor acht Jahren, als ich Präsident der europäischen Baumwollspinnereien, der "International Federation of Cotton and Allied Textile Industries" war, schlug ich vor, auch in dieser Institution mehr über Chemiefasern zu sprechen. Damals stand jedoch der überwiegende Teil der Welt-Baumwollindustrie auf dem Standpunkt, daß das noch lange Zeit hätte. Diese Episode zeigt, wie stark der Strukturwandel ist. Heute beschäftigt man sich - soviel ich weiß - im I.F.C.A.T.I. immer intensiver mit der Frage der Chemiefasern.

Es gibt drei grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung der Chemiefaserindustrie:

- ein großer Markt,
- die Erhöhung der Produktivität,
- der Ausbau der Forschung.

1. Ein großer Markt

Die Industrien in der EWG haben es leichter, denn der dortige Markt ist bedeutend größer als der unsere. Wir bedauern zwar nicht, daß wir in der EFTA sind, aber wir brauchen ein größeres Europa. Unser kleines Land hat durch die regionale Zerstreuung der EFTA-Staaten Schwierigkeiten, zu einer Integration zu kommen. Denken Sie daran, daß jedes Massengut, das nach England, dem größten EFTA-Markt, exportiert wird, zuerst über tausend Kilometer per Bahn und Schiff transportiert werden muß. England beschränkt auch die Importe bisweilen durch eine Surcharge oder ein Antidumping-Gesetz. Das soll selbstverständlich kein Vorwurf sein, denn wir wissen ja, daß England wirtschaftlich schwer kämpft. Wenn jedoch eine gesamteuropäische wirtschaftliche Union zustande käme, ergäbe das auch ein großes politisches Gewicht Europas.

2. Erhöhung der Produktivität

Je kleiner das Land, desto schwieriger ist es, ein rationelles, geordnetes und kleines Sortiment zu halten und dieses wirklich wirtschaftlich zu produzieren. Ein weitgestreutes Sortiment ist der Feind der Produktivität. Dies werden besonders jene Herren der Textilindustrie bestätigen, die gezwungen sind, für einen verhältnismäßig kleinen Markt vielfältige, jedoch kleine Mengeneinheiten zu erzeugen. Trotz der hohen Löhne ist in der Kalkulation die Lohnquote in der amerikanischen Industrie nicht höher als in Europa. Das zeigt, daß wir in diesem Bereich noch große Aufgaben haben. Unsere Aufgabe als Industrie- und Wirtschaftsführer ist es, der Bevölkerung einen möglichst hohen Lebensstandard zu geben.

3. Ausbau der Forschung

Wir Österreicher sind puncto Forschung ein beschämendes Beispiel. Wenn wir in Zukunft als Industrieland bestehen wollen, müssen wir mehr für die Forschung im allgemeinen, das heißt für die Grundlagenforschung an den Hochschulen und für die Zweckforschung in den Betrieben, aufwenden. Wenn ein Unternehmer eine Milliarde Schilling Umsatz hat und davon zwei bis drei Prozent für die Forschung verwendet, dann hat er praktisch so gut wie keine Forschung. Hat das Unternehmen aber dreißig Milliarden Umsatz und es zweigt davon zwei bis vier Prozent für die Forschung ab, dann können immer wieder neue Produkte geschaffen werden. Bei einer der letzten Generalversammlungen der Farbwerke Hoechst stellte Professor **W i n n a c k e r** fest, daß sechzig Prozent des Umsatzes von fünf Milliarden DM mit Produkten erzielt wurden, die vor zehn Jahren noch gar nicht existierten. Damit ist einer der Kernpunkte getroffen, worin wir in Europa - und besonders in den kleinen Ländern - gegenüber Amerika noch etwas im Rückstand sind.

Außerdem sind wir von gewissen Sparten praktisch ganz ausgeschaltet. Denken Sie an die Raumfahrt, die auf die industrielle Entwicklung unerhört vieler Gebiete rückwirkt. Wir haben in Österreich eine der spezialisiertesten Fabriken der Welt für Pulvermetallurgie. Diese Firma leistet einen Beitrag in der Welt, ohne den die Raumfahrt nicht so weit wäre, wie sie es heute ist. Weiters sind wir Österreicher in der ganzen Welt als die besten Konstrukteure von Staumauern und Stau- und Laufkraftwerken berühmt. Deren Bau wurde in den Alpen schon jahrzehntelang geübt. Heute werden nicht mehr so viele

Staukraftwerke, sondern bereits Atomkraftwerke gebaut. Auf diesen Strukturwandel muß sich die Industrie einstellen, und dazu gehört Mut. Wir sind aber Optimisten, und angesichts der bevorstehenden Aufgabe vertrauen wir auf unsere Fähigkeit, sie zu meistern.

Ich bin der Meinung, die Konkurrenz sollte in vernünftigen Grenzen gehalten werden. Der Konsument schaut heute nicht mehr so sehr auf den Preis. Wir spüren eine starke Importwelle in Österreich, die wir genau analysiert haben. Die Importe nehmen beinahe schon einen solchen Umfang an, daß Handels- und Zahlungsbilanz aus dem Gleichgewicht kommen und letztlich der Schilling dadurch in Gefahr geraten könnte. Es wird aber nicht importiert, um das heimische Preisniveau zu drücken und eine härtere Konkurrenz zu schaffen, sondern - unsere Analyse zeigte dies klar und deutlich - weil man am Import ausländischer Waren mehr verdienen kann als an der heimischen Produktion. Das Preisniveau wurde also durch den Import nicht gesenkt, sondern erhöht.

Ich bejahe die Konkurrenz, denn wir sind Vertreter der freien Wirtschaft. Wir müssen uns dagegen wappnen, daß Amerika eines Tages in den europäischen Markt eindringen wird. Aber, meine Herren, mit Vernunft. Das was wir rationalisiert und investiert haben, muß in Form von Abschreibungen wieder zurückkommen. Das Management wird vor die Aufgabe gestellt, die strukturellen Probleme zu lösen. Mit diesen Schwierigkeiten müssen wir fertig werden. Hoffentlich sind wir auch fähig, kaufmännisch unsere Märkte so in Ordnung zu halten, daß die Bilanzstruktur unserer Unternehmer befriedigen kann. Aber wir glauben daran!



CHEMISCHE FABRIK
WILHELM NEUBER

KOMMANDITGESELLSCHAFT

1061 Wien 6., Brückengasse 1, Telefon 57 95 38

TELEX 01362

Seit 1865 führend als Lieferant sämtlicher

Schwerchemikalien

Feinchemikalien

Analysenpräparate

für die Textilindustrie

Rückblick und Ausblick

Generaldirektor K.R. Rudolf H. Seidl
Präsident des Österreichischen Chemiefaserinstituts, Wien

Meine sehr geehrten Damen und Herren!

Ich glaube, ich darf es mir ersparen, einen Überblick über die Vorträge zu geben. Es wurden durchwegs Probleme erörtert, die von größtem Interesse sind, aber sie sind noch nicht erschöpft. Jeder der diesjährigen Vorträge war ausgezeichnet. Wir dürfen vor allem unseren Referenten herzlich danken, daß sie bei der sechsten Chemiefasertagung die Grundlage geschaffen haben, diese wirklich interessant zu gestalten. Es ist aber auch meine Pflicht, unseren beiden ausgezeichneten, schon seit Jahren bewährten Diskussionsleitern, Herrn Dr. Albrecht und Herrn Professor Dr. Köb, zu danken. Sie haben in vorbildlicher Weise die Diskussion wiederum so geführt, daß das grundlegend Wichtige zum Durchbruch kam. Ich bitte das Auditorium um Verständnis, daß manches in eine persönliche Aussprache abgelenkt wurde. Wir wollten Grundsatzfragen diskutieren und nicht Dinge, die in der Interessenssphäre einzelner Firmen liegen.

Ich danke auch der Presse, dem Rundfunk, dem Fernsehen und der Wochenschau, die so liebenswürdig waren, für eine entsprechende Publizität zu sorgen. Ich danke auch Herrn Direktor Weigel und seinen Mitarbeitern von der Textilschule Dornbirn, die uns immer wieder gastlich aufnehmen. Weiters danke ich dem Österreichischen Chemiefaser-Institut, vor allem dessen Geschäftsführer, Herrn Dr. Katschinka, der sich in monatelanger Arbeit mit seinen Mitarbeitern bemüht hat, das zu gestalten, was jetzt in zweieinhalb Tagen an Ihnen vorüberzog. Letzten Endes muß ich auch dem Auditorium für die rege Teilnahme danken, und daß Sie zweieinhalb Tage lang in vorbildlicher Weise ausgeharrt haben. Früher war es oft notwendig, daß die Diskussionsleiter oder ich in die Diskussion eingriffen, um sie anzuregen bzw. lebendig zu gestalten. Diesmal war das Gespräch so lebhaft und auf solch hohem Niveau, daß es für mich als Präsident ein Vergnügen war, mich aufs Zuhören zu beschränken. Ich habe einiges dabei gewonnen und hoffe, daß das auch für jeden einzelnen von Ihnen zutrifft.

Wir haben den Mut, im Jahre 1968 die siebente Chemiefasertagung zu veranstalten. Wir haben uns schon in diesen Tagen mit dem Programm beschäftigt. Es gibt noch eine solche Fülle von Fragen, mit denen wir uns auseinandersetzen müssen, daß wir sie 1968 gar nicht alle unterbringen können, sondern einige davon sogar auf 1969 verschieben müssen.

Ich darf Ihnen schon jetzt einen kurzen Überblick geben, welche Themen wir für 1968 vorschlagen, wobei wir uns wieder bemühen werden, erstklassige Vortragende zu verpflichten.

1. Tag: Grundlagenvortrag: Die makromolekulare Chemie als Voraussetzung für die Chemiefaserindustrie
 - Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der Faser
 - Zusammenhang zwischen Fasereigenschaften und Fertigprodukten, wie Geweben, Gewirken und Gestrickten, unter besonderer Berücksichtigung der dynamischen und zugelastischen Prüfmethode
2. Tag: Die Verwendung der Chemiefasern für textile Bodenbeläge
 - Laborprüfung der Pillneigung von textilen Flächengebilden mit dem Ziel, das Pilling zu vermeiden
 - Spezielle Probleme bei der Prüfung texturierter Garne
3. Tag: Trockenvliese und Spun-bonded-Artikel
 - Naßvliese (darüber wird ein Fachmann der Papierindustrie sprechen)

Ich hoffe, es wird wieder sehr interessant werden. Vielleicht können wir auch die Ausführungen von Herrn Dr. Nüsslein miteinbeziehen.

Meine Damen und Herren, wir haben Probleme erörtert, wir sehen auch Lösungen, wir wissen aber, daß die Probleme kein Ende nehmen. Das vielleicht ist es, was unsere moderne Welt so interessant gestaltet. Obwohl ich die Sechzig überschritten habe, lebe ich gerne in dieser Zeit. Solange ich mithelfen kann, ihre Probleme zu lösen, macht mir das Leben Freude. Ich hoffe, es geht Ihnen genauso. Ich danke Ihnen.

INSERENTENVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Allgemeine Baugesellschaft A. Porr AG. 1030 Wien	25	Höller - Eisen, 4810 Gmunden	7
Badische Anilin- und Soda-Fabrik AG. Ludwigshafen am Rhein	4	L. Krohne, Meßinstrumente D - 4100 Duisburg	82
Bühning & Bruckner, 1040 Wien	129	Lindemann KG., D - 4000 Düsseldorf	97
Chemiebau, Dr. A. Zieren GmbH. & Co., KG. D - 5000 Köln-Braunsfeld	109	Ing. A. Maurer S.A., CH - 3000 Bern	61
Chemiefaser Lenzing AG., 4860 Lenzing	105	W. Neuber KG., 1060 Wien	139
Chemiefaser Lenzing AG., 4860 Lenzing	135	Dr. Quehl & Co., Ges.m.b.H. D - 6720 Speyer am Rhein	114
CIBA - Ges.m.b.H., 1070 Wien	131	K. Rosenbauer KG., 4021 Linz/Donau	54
Deutscher Spinnereimaschinenbau Ingolstadt D - 807 Ingolstadt/Donau	65	G. Rumpel AG., 1015 Wien	29
Elin - Union, 1010 Wien	50	A. Saurer AG., CH - 9320 Arbon	117
Farbenfabriken Bayer AG. D - 509 Leverkusen	17	Schumacher'sche Fabrik D - 712 Bietigheim (Württ.)	14
Farbwerke Hoechst AG. D - 623 Frankfurt (M.) - Hoechst	99	Chemische Fabrik Stockhausen & Cie. D - 415 Krefeld	87
Fleissner Ges.m.b.H. & Co. D - 6073 Egelsbach	93	Büro - Organisation R. Streit 3300 Amstetten N.Ö.	91
Glas-Triebel, D - 680 Mannheim-Käfertal	19	Ing. Tschamler, 1191 Wien	95
Hamel GmbH., D - 440 Münster	125	Vedepha - Ges.m.b.H., 1071 Wien	57
Ing. R. Hiebel KG., 1140 Wien	23	Vereinigte Metallwerke Ranshofen-Berndorf AG. 5282 Braunau am Inn	121
W. Höhnel, Korrosionsschutz 4021 Linz/Donau	81	Wagner - Biro AG., 1051 Wien	102
		Werner & Pfleiderer AG. Stuttgart-Feuerbach - 1171 Wien	113

*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