

LENZINGER BERICHTE

Jänner 1977

Folge 42

Vorträge, gehalten auf der 15. Internationalen Chemiefasertagung vom 22. bis 24. September 1976 in Dornbirn, sowie die im Anschluß daran geführten Diskussionen

	Seite
Eröffnungsansprache Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Wien	5
Grußbotschaft der Internationalen Chemiefaservereinigung Professor J. L. Juvet, Paris	8
Grußbotschaft des Fachverbandes der Österreichischen Textilindustrie Dipl.-Ing. Friedrich Adensamer, Wien	9
Verleihung des Studienförderungspreises 1976 Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Wien	10
Zur Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen Dr. Herbert Müller, Aachen	11
Kondensationsprodukte der Pyrrolidoncarbonsäure mit Diaminen und Diolen Mag. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ingo Marini, Wien	12
Metallkatalysatoren in der Polyäthylenterephthalatherstellung Dr. Karlheinz Wolf, Stuttgart	15
Die Fraktionierung von Polyäther zur Herstellung von Elastomerfasern Dipl.-Chem. Ebbo Schnaith, Stuttgart	16
Beitrag zur Technologie der Torsionstexturierung Dr.-Ing. Liberto Coll-Tortosa, Aachen	17
Die Fasern in der makromolekularen Chemie Professor Dr.-Ing. Helmut Zahn, Aachen	19
Die Pfropfcopolymerisation — eine der wichtigsten Methoden der gezielten Modifizierung von Chemiefasereigenschaften Professor Dr. Sachar A. Rogovin, Moskau	36
Die Rolle der Farbstoff- und Chemikalienproduzenten als Partner der Faser- und Textilindustrie Dr. Dr. h. c. Lois von Planta, Basel	46
Bekleidungs- und Heimtextilien mit mehreren Garnkomponenten — Möglichkeiten und Probleme der Mischverarbeitung verschiedenartiger Garne Dr. Wolfgang Geßner, Frankfurt-Hoechst	52
Effektgarne — neueste Entwicklungen in der Herstellung und Anwendungsmöglichkeiten M. Braschler, Zürich	60
Haben Polymermischungen eine Bedeutung für den Chemiefasermarkt? Dr. Béla von Falkai, Dormagen	66
Wirtschaftliche Einflußfaktoren auf die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern Dipl.-Ing. Curt Brandis, Bremen	81
Ammoniak in der Garnveredlung Ing. (grad.) Götz Danielowski, Mönchengladbach	90

	Seite
Aufspulen von Filamentgarnen mit hohen Geschwindigkeiten Dr. Karl Bauer, Remscheid-Lennep	98
Mischungen von Fasern und Vliesstoffen Dr. rer. nat. Helmut Jörder, Reutlingen	108
Chemiefasermodifikationen oder Chemiefasermischungen? Dipl.-Ing. Bohumil Reichstätter, CSc. Brno	113
Über die Möglichkeit der Herstellung von unmodifizierten und von modifizierten Fasern aus Hydroxyäthylzellulose Dipl.-Ing. I. Diačik, DrSc., Dozent Dipl.-Ing. M. Jambrich, CSc., Dipl.-Ing. V. Jančařík, CSc., Dipl.-Ing. I. Kollár, CSc., Dipl.-Ing. I. Pechárová, Svit	118
Herstellung, Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von Bikomponentenfasern aus Polyamid und Polypropylen Dr. Frigyes Geleji, Dr. Gábor Druzsbacky, Dr. Katalyn Máthé, Nyergesujfalu	128
Zum Spinnprozeß von Schmelzdispersionen Dr. Klaus Dietrich, Teltow-Seehof	136
Filamentmischgarnen zur Erzeugung einer kammgarnähnlichen Warenoberfläche mit „Heathereffekt“ Dr. A. Z. Fresco, Dr. G. C. Najour, Dr. H. C. Jammers, Genf	144
Antistatische Garne aus synthetischen Fasern Arnold Brown, Harrogate	152
Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern Dr. Gérard Barbe, Dipl.-Ing. Michel Sieroff, Lyon	158
Die Anwendung von Hochmodulfasern in Mischung mit anderen Fasern Professor Dipl.-Ing. Wilhelm Herzog, Wien	167
Mischungsfreudige Chemiefasern — Herstellung und Qualität von Spinnfasermischgarnen Dr.-Ing. Wolfgang Topf, Wuppertal	173
Schlußwort Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Wien	183
Inserentenverzeichnis	184

Eröffnungsansprache

Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl
Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts,
Wien

Das Jahr 1975 hat uns die schwerste Krise gebracht, die die Wirtschaft im allgemeinen und die Textilindustrie im besonderen seit Ende des Zweiten Weltkrieges getroffen hat. Am besten kommt dies zum Ausdruck, wenn wir die Produktionszahlen der Fasern vom Jahre 1974 und vom Jahre 1975 vergleichen:

Faserart (in to)	1974	1975	± %
Viskosefasern	2,442.000	2,095.000	— 14,2
Viskosefäden	1,286.000	1,145.000	— 11,0
Polyesterfasern	1,715.000	1,726.000	+ 0,6
Polyesterfäden	1,565.000	1,665.000	+ 6,4
Acrylfasern	1,446.000	1,405.000	— 2,8
Acrylfäden	4.000	3.000	— 25,0
Polyamidfasern	430.000	404.000	— 6,0
Polyamidfäden	2,170.000	2,046.000	— 5,7
übrige Fasern	201.000	151.000	
übrige Fäden	36.000	38.000	
Baumwolle	13,777.000	11,990.000	— 13,0
Wolle	1,501.000	1,511.000	+ 0,7

Der starke Rückgang bei Baumwolle um 13 % ist einerseits auf Einschränkungen der Anbauflächen zurückzuführen, weil mit Feldfrüchten günstigere finanzielle Ergebnisse erzielt werden konnten, und andererseits auf die vielfach ungünstigen Wetterbedingungen, die den Ertrag pro Hektar oft stark reduzierten. In diesem Zusammenhang soll speziell auf Länder wie zum Beispiel Indien oder Rußland hingewiesen werden, die das Areal für den Baumwollanbau stark einschränken mußten, weil sie eine höhere Produktion an Nahrungsmitteln benötigen. Diese Situation bleibt auch für die Zukunft bestehen.

Zur Versorgung der stark wachsenden Weltbevölkerung werden nicht nur mehr Textilien benötigt, sondern gleichzeitig mehr Nahrungsmittel. Die Folge davon ist eine immer stärkere Heranziehung von Ackerflächen für den Anbau hochwertiger Feldfrüchte, wogegen der gesamte textile Bedarf, insbesondere die Bekleidung, eher mit Hilfe der Chemiefasern wird gedeckt werden müssen. Dies führt dazu, daß — auf lange Sicht gesehen — die Chemiefasern eine günstige Entwicklung nehmen werden, wobei alle bisherigen Erfahrungen für die Mischungen von Fasern untereinander sprechen.

Heute sind beispielsweise die Mischungen zwischen Polyesterfasern und Wolle bzw. Baumwolle sowie Polyester- und Viskosefasern in der Textilwirtschaft ein tragendes Element geworden, und es ist anzunehmen, daß in Zukunft auch die Mischungen zwischen Polyester- und Modalfasern noch eine wesentlich

größere Bedeutung bekommen werden, wenn sich der Baumwollpreis auf hohem Niveau stabilisiert. Die Modalfasern gewährleisten in Mischung mit Polyester einen gleichwertigen Griff wie in den Mischungen von Baumwolle mit Polyester. Die Modalfasern werden daher in Zukunft ein beachtlicher Mischungsfaktor zu den Polyesterfasern sein.

In diesem Zusammenhang möchte ich besonders noch auf die Entwicklungen wie zum Beispiel die Non-wovens hinweisen, bei denen man für sehr viele Artikel hochsaugfähige Fasern benötigt, die nur im Bereich der Viskosefasern gefunden werden können. Bekannt sind auch schon seit längerer Zeit die Mischungen zwischen Acrylfasern und Wolle, die immer mehr an Bedeutung gewinnen. Damit habe ich schon einige Punkte aufgezeigt, mit denen sich unsere Tagung beschäftigen wird, die ja diesmal auf das Thema „Fasermischungen“ ausgerichtet ist.

Wenn ich auch ein günstiges Bild für die fernere Zukunftsentwicklung der Chemiefasern gezeichnet habe, so müssen wir uns doch darüber klar sein, daß wir gegenwärtig gewisse Strukturschwächen zu überwinden haben, die in den nächsten Jahren immer wieder zu Rückschlägen und Schwierigkeiten führen werden. Die Jahre 1974 und 1975 haben uns erstmals gezeigt, daß wir in der Textilwirtschaft Europas, die sehr hochwertige textile Produkte herstellt, einen sogenannten „Pipeline-Effekt“ haben, der eine sehr große Menge von Fasern und Zwischenprodukten vom Fasererzeuger bis zum Detailgeschäft bindet. Das CIRFS schätzt diese Bindung von Fasern und Zwischenprodukten in Europa auf Millionen Tonnen.

Daraus ist ersichtlich, welchen Einfluß dieser Pipeline-Effekt auf die konjunkturelle Entwicklung ausüben kann, wenn es einerseits zu einer Auffüllung der Pipeline kommt, wie in den Jahren 1973 und 1974, als die Textilwirtschaft wegen der zu erwartenden Preissteigerungen ununterbrochen Lager aufbaute, oder umgekehrt, wenn bei fallender Preistendenz diese Lager abgebaut werden. In beiden Fällen ist die Rückwirkung auf die Industrieerzeugung enorm.

Ich will damit nicht sagen, daß dieser Pipeline-Effekt für andere Branchen nicht wirksam sei, doch ist er bei der Textilindustrie durch den langen Weg vom Fasererzeuger über Spinnerei, Weberei, Wirkerei, Veredelungsbetrieb, Konfektionsbetrieb und Handel viel länger als beispielsweise in der metallverarbeitenden Industrie. Dieser Pipeline-Effekt stellt auf alle Fälle eine Verschärfung von boomartigen ebenso wie von krisenhaften Erscheinungen dar und bedeutet damit eines jener Negativa, mit denen wir zu rechnen haben.

Wenn wir aber andererseits auf die letzten 15 Jahre zurückblicken, so können wir in der ökonomischen Entwicklung Europas eine ungeheure Steigerung des Lebensstandards feststellen, die zu enormen Konsumsteigerungen geführt hat. Wir wollen dabei nicht übersehen, daß in Europa davon die ersten 10 Jahre im Durchschnitt noch von Einkommenserhöhungen von 9 bis 10 % bestimmt waren. In den letzten 5 Jahren haben sich diese Einkommenserhöhungen sogar zwischen 12 und 15 % bewegt. Die Produktivität ist dagegen im Schnitt nur zwischen 3,5 und 5 % gestiegen. Diese starke Differenz ist eine der Ursachen der unerwünschten Inflation. Dabei habe ich mich mit meinen Zahlen nur im europäischen Mittelfeld bewegt und Länder mit höherer Inflationsrate und noch viel

höheren nominellen Einkommenssteigerungen außer Betracht gelassen.

Der Industrie in diesen Ländern blieb daher nichts anderes übrig, um im internationalen Geschäft bestehen zu können — und das Chemiefasergeschäft ist ein internationales Geschäft —, als die ungünstige Kostenentwicklung durch starke Produktionsexpansion zu überwinden und dadurch die Fixkosten günstiger zu verteilen. Dies führte in den vergangenen Jahren zu Kapazitäten, die nicht mehr marktkonform waren und die auch heute nicht marktkonform sind, umso mehr, als uns nur eine begrenzte Anzahl von Märkten zur Verfügung steht.

Diese Begrenzung liegt einerseits darin begründet, daß die Staatshandelsländer im Osten ihre Chemiefaserindustrie sehr stark ausbauen und eine Autarkie anstreben und wahrscheinlich eines Tages sogar zusätzliche Konkurrenten sein werden.

Der zweite Punkt ist, daß wir noch keine Lösung gefunden haben, wie die ökonomische Relation zwischen den Industriestaaten und der Dritten und Vierten Welt sein soll, um diese Märkte für uns zu erschließen. Dort liegt der große zukünftige Bedarf — auch die größte Bevölkerungssteigerung liegt in diesen Ländern —, doch die meisten dieser Staaten sind mangels Devisen nicht in der Lage, ihren Bedarf aus dem Ausland zu decken.

Für Europa kommt erschwerend hinzu, daß wir in den letzten Jahren eine außerordentlich liberale Einfuhrpolitik betrieben haben, weil angesichts der hohen Konsumsteigerung der Eindruck entstand, daß die europäische Produktion von Textilien den Bedarf kaum werde decken können. Dadurch sind die Importe nach Europa sehr stark angestiegen, und zwar aus Ländern, die zu Preisen liefern können, die wir bei dem europäischen Lohnniveau kostenmäßig nicht verkraften.

Wir dürfen nicht übersehen, daß, nach einer Untersuchung, die gemacht wurde, die Löhne in Taiwan, auf den Philippinen oder in Südkorea etwa 1/10 von jenen Löhnen betragen, die heute in Europa bezahlt werden. Hier muß man auch noch unterscheiden zwischen jenen sogenannten Entwicklungsländern, die sich eine sehr moderne Textilindustrie zugelegt haben und auf modernste Weise produzieren — aber eben mit sehr niedrigen Löhnen —, und jenen tatsächlich hilfsbedürftigen Entwicklungsländern mit einer wirklich rückständigen Ausrüstung. Eine solche notwendige Unterscheidung wurde bei der Tagung der europäischen Bekleidungsindustrie im Frühjahr dieses Jahres in Stockholm nachdrücklich gefordert.

Durch die Importe aus diesen sogenannten Billigpreisländern ist eine auf die Dauer gesehen untragbare Verzerrung der Wettbewerbsverhältnisse eingetreten, sodaß zum Beispiel in der BRD etwa 70 % an textilen Massengütern durch Importe aus solchen Staaten gedeckt werden. Letztlich sind aber die primitivsten Bedürfnisse der Menschen die Nahrung, die Bekleidung und das Wohnen. Es erscheint mir als völlig untragbar, daß sich ein so hochzivilisierter Kontinent wie Europa seiner Textilindustrie zugunsten von Importen aus weit abgelegenen Ländern entledigt, was im Krisenfall zu unüberwindbaren Notständen führen könnte. Als Beispiel nenne ich Schweden, wo jetzt die früher dort fast völlig liquidierte Textilindustrie aus dem Verteidigungsbudget wieder aufgebaut wird.

Man wird also geeignete Wege suchen müssen, um die Textilproduktion im OECD-Raum im notwendigen Ausmaß zu erhalten, und zwar nicht nur zum Schutz der Unternehmungen, sondern ebenso zum Schutz der Arbeitsplätze, für die in anderen Sektoren der Wirtschaft (wie wir im Krisenjahr 1975 gesehen haben) nicht ohne weiteres Ersatz geschaffen werden kann. Ich möchte hier ausdrücklich nochmals betonen, daß es dabei nicht nur um die Interessen der Industrie, sondern genauso um die Interessen der Arbeitnehmer geht. Wir haben im Jahre 1975 gesehen, wie rasch die Arbeitslosigkeit in Europa ansteigen kann. Arbeitslosigkeit bedeutet aber gleichzeitig politische Gefahr.

Ein weiteres erschwerendes Element in unserer Textilentwicklung ist, daß der Zahlungsverkehr nicht einmal unter den OECD-Ländern normal funktioniert, sondern daß der Zusammenbruch der ursprünglichen Währungsordnung den Warenverkehr unter diesen OECD-Ländern außerordentlich stark behindert. Ich möchte hier nur als Beispiel die Kursentwicklung des Pfund Sterling und der Lira anführen, welche sowohl für den Verkäufer als auch für den Käufer ein sehr bedeutendes Spekulationsrisiko beinhaltet. Wir sehen sogar, daß selbst die bedeutendste Währung, die wir in der Welt haben, der Dollar, gleichfalls erheblichen Kursschwankungen unterworfen ist, wenn auch das Risiko dabei durch Termingeschäfte bisher auf ein tragbares Maß eingeschränkt werden konnte.

Ich möchte in diesem Zusammenhang den deutschen Bundeskanzler Schmidt zitieren, der darauf hingewiesen hat, daß rund 120 Staaten der Welt zum Teil außerordentlich hohe Zahlungsdefizite aufzuweisen haben, wogegen nur rund 20 Staaten Überschüsse in der Zahlungsbilanz erzielen. Dies schließt in sich unendlich, zunächst zu festen Wechselkursen zurückzukehren, was besonders für die zahlreichen kleineren und mittleren Unternehmen, die in beinahe allen Staaten Europas existieren, ein sehr schwieriges Problem bedeutet. Diese mittleren und kleinen Unternehmen stellen fast in allen Volkswirtschaften Europas einen sehr bedeutenden positiven Faktor dar.

Wenn wir all dies berücksichtigen, so müssen wir erkennen, daß heute der Warenverkehr weltweit sehr stark behindert ist, und daß wir gegenwärtig wesentlich schlechtere Voraussetzungen für den Güteraustausch vorfinden, als dies in den Jahren bis 1965 der Fall war.

Überdenken wir alle diese Zusammenhänge, so erscheint mir zur Überwindung dieses wirtschaftlichen Chaos der härteste Kampf gegen die Inflation das Wichtigste zu sein. Die österreichische Regierung hat in den letzten Monaten den Beschluß gefaßt, die Inflationsrate so weit wie möglich herunterzudrücken und sich einem Stabilitätskurs verschrieben, der auch von der Österreichischen Nationalbank schon immer vertreten wurde. Beispielgebend für uns sind in diesem Zusammenhang die BRD und die Schweiz, aber auch einige andere Staaten im Westen Europas. Mit einem Stabilitätskurs können wir auch erwarten, daß wir die Löhne künftig auf einem Niveau halten, das in etwa der Produktivitätssteigerung entspricht, und daß wir nicht durch laufende Inflation die Ersparnisse der Bevölkerung und somit unsere wirtschaftliche Grundsubstanz aufzehren.

Ich bin der Meinung, daß die Länder, die sich wirklich einem Stabilitätskurs verschreiben, aus dieser chaoti-

schen Entwicklung als die Sieger hervorgehen, weil sie die höchste Leistungskraft haben werden. Ich möchte nochmals den deutschen Kanzler Schmidt mit seinen Ausführungen in Wien zitieren, wo er darauf hinwies, daß die höchste Gefahr für 1977 bei erhöhter Mengenkonjunktur wieder inflationäre Preis- und Lohnsteigerungen sein werden. Auf die Dauer können wir dieser unübersichtlichen Entwicklung aber nur dann entkommen, wenn wir die Lohn- und Preisspirale in den Griff bekommen.

Wir müssen uns auch darüber klar sein, daß Rohstoffkostensteigerungen in Zukunft nicht unbedingt Preissteigerungen und Lohnerhöhungen zur Folge haben müssen, sondern daß wir durch vernünftiges Sparen und durch freiwillige Einschränkungen diese Steigerungen in uns selbst werden auffangen müssen, um dadurch die Kaufkraft und Stabilität der Währung zu erhalten. Freilich heißt dies Minderung des Lebensstandards. Andererseits wäre es aber reiner Selbstbetrug, wenn man glaubt, daß man durch Preis- und Lohnerhöhungen diese Rohstoffkostensteigerungen ausgleichen könne, weil sich dadurch nichts anderes ergibt als eine schleichende Kaufkraftverminderung der Währung. Die internationale Konkurrenzfähigkeit jener Ökonomie, die den zuletzt genannten Weg beschreitet, wird im Endergebnis viel schwächer sein als jene, die versucht, den Kurs der Stabilität mit allen ihr zu Gebote stehenden Mitteln zu behaupten.

Angesichts der Schwierigkeiten, die ich aufgezeigt habe, müssen wir erwarten, daß wir noch bis in die achtziger Jahre immer wieder Rückschläge erleiden werden. Es wird einer besonderen Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit der Chemiefaser- und Textilindustrie bedürfen, um sich solchen temporären Problemen gewachsen zu zeigen, bis wir durch eine vernünftige Investitionspolitik wieder das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage im weltweiten Textilgeschehen gefunden haben.

Wir müssen unsere Leistungsfähigkeit steigern sowie durch Flexibilität in Entwicklung und Angebot all jene Lücken füllen, die der Markt von Zeit zu Zeit immer wieder zeigt. In diesem Zusammenhang erwähne ich Neuentwicklungen, wie zum Beispiel die flammfesten Viskose- und Acrylfasern oder die antistatischen Fasern, oder — bei synthetischen Erzeugnissen — Fasern mit erhöhter Wasseraufnahmefähigkeit.

Abschließend darf ich noch einiges aus der Entwicklung der österreichischen Chemiefaserindustrie berichten:

Auch in Österreich vollzog sich die Entwicklung auf dem Chemiefaser- und Textilsektor ähnlich wie im weltweiten Durchschnitt. Allerdings sind die einzelnen Unternehmen von der Krise unterschiedlich in Mitleidenschaft gezogen worden. Am stärksten wurde die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik in St. Pölten betroffen, die im vergangenen Jahr erhebliche Umsatzeinbußen, nicht zuletzt auch durch die Pfundkrise auf dem traditionellen Exportmarkt Großbritannien, hinnehmen mußte. Verminderte Kapazitätsauslastung und Personalreduktionen sind die Folge gewesen. Dennoch bleibt das Unternehmen mit seinem nahe der 1-Milliarden-Schilling-Grenze gelegenen Jahresumsatz und einer Beschäftigtenzahl von etwa 1200 Personen nicht nur ein wichtiger Faktor in der österreichischen Chemiefaserwirtschaft, sondern auch ein bedeutender

Rayon-Exporteur. Im übrigen hat sich für das laufende Jahr bei diesem Unternehmen eine deutliche Belebung der Nachfrage ergeben, sodaß die volle Nutzung der Produktionskapazität wieder gewährleistet ist.

Auch die Chemiefaser Lenzing AG, die für die österreichische Textilindustrie eine echte Versorgungsbasis darstellt, hatte im abgelaufenen Jahr erhebliche Rückschläge hinzunehmen. Bei einer zeitweise nur 60%igen Kapazitätsauslastung mußte die Erzeugung von Viskosespinnfasern 1975 auf rund 73.000 jato reduziert werden.

Auch die zusammen mit der Hoechst AG betriebene Trevirafabrik, die Austria Faserwerke, deren Kapazität inzwischen auf 20.000 jato erweitert worden ist, konnte ihre Kapazität nicht voll ausfahren. Erst im laufenden Jahr wird hier, ebenso wie bei den Viskosefasern, infolge Verbesserung des Auftragsstandes die volle Auslastung der Kapazität und damit eine bessere Fixkostenverteilung, das heißt also auch eine wirtschaftliche Produktion, möglich sein.

Nur die Acrylfaserfabrik in Lenzing, die sich allerdings erst im Aufbau befindet, bildete insofern eine erfreuliche Ausnahme, als die dortige Produktion auf 5700 to erhöht werden konnte. Seither sind die Voraussetzungen dazu geschaffen worden, diese im laufenden Jahr annähernd zu verdoppeln. Auch sonst verzeichnet das Jahr 1976 eine erfreuliche Geschäftsbelebung, die zu einer vollen Ausnutzung der Lenzinger Zellstoff- und Viskosefaserkapazitäten geführt hat und ein verbessertes Jahresergebnis erhoffen läßt.

Die Chemie Linz AG, die erst vor wenigen Jahren eine Faserproduktion aufgenommen hat, erzeugt Endlopfäden, Stapelfasern, Folien und Spinnvliese aus Polyolefinen — hauptsächlich für den technischen Bereich und für den Bodenbelagsektor. Die antizyklische Investitionspolitik des Unternehmens hat dazu beigetragen, den Kunststoff- und Fasersektor weiter auszubauen. Die Jahresproduktion in der Fasersparte von rund 8000 to befindet sich in zügigem Ausbau und soll bis 1980 mindestens verdreifacht werden. Die in Gang befindliche Errichtung einer Produktionsstätte von monomerem Acrylnitril, die für 75.000 jato ausgelegt ist, soll außer der Rohstoffgrundlage für die österreichische Kunststoffindustrie auch die Basis für die künftige Erweiterung der Acrylfaserproduktion in Österreich bilden.

Wenn gesagt wurde, daß die österreichische Chemiefaserindustrie im Augenblick mit nahezu voller Kapazitätsauslastung arbeitet, so darf nicht übersehen werden, daß dies nur durch die Hereinnahme von Geschäften zu sehr schlechten Preisen möglich war. Das bedeutet jedoch, daß die Ertragslage unbefriedigend ist, und die Aufgabe der kommenden Zeit wird es sein, die Erlöse zu verbessern, insbesondere dort, wo man sich veranlaßt sah, besonders tiefe Preise zu akzeptieren. Damit wird sich dann auch auf dem Sektor Investitionen die so dringend notwendige Belebung ergeben.

Wir haben für unsere diesjährige 15. Internationale Chemiefasertagung das Thema „Faserlegierungen“ gewählt. Wir wollten mit diesem Thema die vielfältigen Möglichkeiten aufzeigen, die sich heute dem Chemiker und dem Techniker in der Textilindustrie bei Mischungen von Chemiefasern untereinander sowie mit Naturfasern bieten. Damit soll sowohl ein Beitrag zur Dis-

kussion zwischen Faserindustrie, Forschung und Textilindustrie geleistet als auch die Bedeutung dieses Themas für die Zukunft unterstrichen werden: Wir glauben nämlich, daß es in den nächsten Jahren und Jahrzehnten auf dem Markt keine sensationellen Neuentwicklungen bei den Hochpolymeren mehr geben wird, daß aber den Fasermischungen aus physiologischen, wirtschaftlichen und technologischen Gründen immer größere Bedeutung zukommen wird. Wir sind

der Überzeugung, daß sich Naturfasern und Chemiefasern auch in weiterer Zukunft nicht im Gegeneinander, sondern im sinnvollen Miteinander entwickeln werden, um die Deckung des textilen Bedarfs der rasch wachsenden Weltbevölkerung zu gewährleisten.

In diesem Sinn darf ich meine Ausführungen schließen und wünsche der 15. Internationalen Chemiefasertagung einen interessanten und erfolgreichen Verlauf.

Grußbotschaft der Internationalen Chemiefaservereinigung

Professor J. L. J u v e t
Generaldirektor des C. I. R. F. S., Paris

Herr Präsident,
meine sehr geehrten Damen und Herren!

Die Chemiefaserindustrie hat gerade ihre schwerste Krisenzeit überstanden. Sie wurde, wohl mehr als irgend ein anderer westlicher Industriezweig, von der weltweiten Rezession voll getroffen, die sich als fatale Konsequenz der Inflation ergeben hatte — aus dem außerordentlichen Anstieg der Rohmaterialpreise sowie aus den Verwirrungen auf monetärem und selbst auf politischem Gebiet, denen die Wirtschaft unserer Länder in den letzten fünf bis sechs Jahren in unterschiedlichem Ausmaß ausgesetzt war. Derartige Erschütterungen werden sich zweifellos nicht wiederholen dürfen, ohne die Existenz unserer Unternehmen und die fortschreitende Verwirklichung eines vereinten Europas zu gefährden.

Wahrscheinlich ist der starke Rückgang in der Chemiefaserindustrie eng mit den Auswirkungen der Ölkrise verbunden, die — wie erinnerlich — im ersten Halbjahr 1974 zu einer enormen Spekulation auf dem Chemiefasersektor führte, wodurch in sämtlichen Stufen der Textilproduktion zu hohe Lager gebildet wurden; es dürfte sich hier um die höchsten Lagerbestände in der Textilgeschichte handeln. Eine lange Periode des Lagerabbaus konnte Ende 1975 abgeschlossen werden, und seit einigen Monaten ist eine Wiederbelebung des Faserabsatzes zu verzeichnen.

Im Falle der Zellulosefasern, deren Entwicklung maßgeblich vom Preis der Rohbaumwolle abhängt, hat die Preisschwäche dieser Naturfaser während der Jahre 1974/1975 dazu geführt, daß sich die Verarbeiter mit Terminkäufen eingedeckt haben, von denen noch heute ihre Garn- und Gewebeproduktion zehrt. So ist im zweiten Halbjahr 1976 mit einem befriedigenden Aufschwung des Viskosefasergeschäfts zu rechnen, sobald die zu Niedrigpreisen erstandenen Rohbaum-

wollbestände aufgebraucht sind und sich das augenblicklich hohe Preisniveau auf den Terminmärkten voll auf die verarbeitende Industrie auswirkt.

Das Bild des teilweise sehr kräftigen Aufschwungs in Europa wird jedoch durch ein Problem verdüstert, nämlich durch die mangelnde Rentabilität der Unternehmen. Diese Situation wird sich in kürzester Frist ändern müssen.

Bedauerlicherweise ist in Europa die Rezession in der Gesamtwirtschaft und im Textilsektor mit tiefgreifenden Änderungen auf dem Gebiet des Außenhandels zusammengetroffen. Während noch 1971 die europäische Handelsbilanz für Textilien und Bekleidung im Gleichgewicht war, wies sie 1975 einen Negativsaldo von etwa 400.000 Tonnen auf, was, in Fasern ausgedrückt, ca. 10% des industriellen Verbrauchs in Europa ausmacht. Zweifellos hat die Summierung der beiden negativen Elemente — nämlich des zyklischen Phänomens aufgrund von Pipeline-Effekten und die Außenhandelsituation — wesentlich zu dem Ungleichgewicht in der Chemiefaserindustrie beigetragen.

Eine bessere Kontrolle der Pipeline-Phänomene ist zwar Aufgabe der Industrie, den Regierungen obliegt es jedoch, ihre Außenhandelspolitik neu auszurichten, da sonst sogar die dynamischen Unternehmen in der Industrie vom Untergang bedroht sind. Wir befinden uns nun gerade heute am Vorabend von internationalen Verhandlungen, deren Ergebnisse für die Zukunft der europäischen Textilindustrie und daher für die Zukunft der Chemiefaserindustrie ausschlaggebend sind — ich meine die Erneuerung des GATT-Multifaserabkommens. Zweifellos zielte dieses Abkommen bei der seinerzeitigen Unterzeichnung darauf ab, ein Gleichgewicht zwischen den Industrienationen auf der einen Seite und den Entwicklungs- sowie Staatshandelsländern auf der anderen Seite herzustellen.

Wenn man den Äußerungen der Vertreter der amerikanischen Industrie Glauben schenkt, war das Abkommen von 1973 für die Vereinigten Staaten relativ zufriedenstellend. In den USA würde man — laut Pressemeldungen — die Verlängerung des Abkommens in seiner jetzigen Form befürworten. Aus dieser Haltung ziehe ich persönlich den Schluß, daß eine starke Verwaltungsbehörde auf der Basis eines relativ schwachen Vertragstextes zu realistischen Ergebnissen kommen kann.

Für Europa gilt dies nicht, insbesondere nicht in der EG, wo neun Regierungen mit großen Schwierigkeiten

vor jedweden Verhandlungen mit Drittländern zu kämpfen haben, um auf einen gemeinsamen Nenner zu kommen. Unter derartigen Umständen scheint es mir notwendig, daß gewisse Präzisierungen in das neue Vertragswerk Eingang finden müssen, um dessen Tragweite zu vergrößern und um seine Interpretation zu vereinfachen. Ich möchte die Änderungen, die wünschenswert wären, hier nicht näher beschreiben; Sie werden es mir jedoch gestatten, Herr Präsident, meine Herren, zusammenzufassen, wie meiner Meinung nach die wirtschaftlichen Beziehungen aussehen sollten zwischen Ländern, die zwar nicht die gleiche Wirtschaftsphilosophie vertreten, zwischen denen jedoch gezwungenermaßen harmonische, wenn nicht sogar freundschaftliche Verhältnisse herrschen müssen:

- Es erscheint mir offensichtlich, daß die GATT-Regeln für solche Länder geschaffen wurden, die das marktwirtschaftliche Prinzip vertreten, das heißt das freie Unternehmertum; im großen und ganzen müssen jedenfalls in den OECD-Ländern diese marktwirtschaftlichen Prinzipien so weit wie möglich respektiert werden.
- Zwischen der OECD und der restlichen Welt, das heißt den Staatshandelsländern und der Mehrzahl der Entwicklungsländer, sollten neue Regeln ein-

geführt werden; die Gründe hierfür liegen auf der Hand.

- Ich erwarte daher von den europäischen Ländern eine gewisse Klarheit in der Konzeption der Handelsbeziehungen, die sich in zunehmendem Maße mit der übrigen Welt verbinden werden. Von dieser Klarstellung hängt das Überleben der europäischen Textilindustrie ab, deren Verästelungen bis hin zur petrochemischen und zur Textilmaschinenindustrie reichen.

Ich möchte nun zum Schluß kommen; jedoch nicht ohne Herrn Seidl noch einmal den offiziellen Dank des CIRFS sowie meine persönliche Wertschätzung für seine langjährige Tätigkeit als Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts auszudrücken. Wie Sie alle wissen, ist Herr Seidl aus seinem Amt an der Spitze der Chemiefaser Lenzing AG ausgeschieden. Durch seinen überschäumenden Arbeitselan, durch seine Qualitäten als Verhandlungsführer und durch seine stete Sorge um das Allgemeinwohl hat er hohe Anerkennung in der gesamten Chemiefaser- und Textilindustrie errungen. Es wäre mein Wunsch, daß er noch lange Jahre diese Veranstaltungen in Dornbirn leitet, deren Erfolg ihm und Herrn Dr. Katschinka zu verdanken ist.

Grußbotschaft

des Präsidenten des Fachverbandes der
Österreichischen Textilindustrie
Dipl.-Ing. Friedrich A d e n s a m e r , Wien

Sehr geehrte Damen und Herren!

Es entspricht einer langjährigen Tradition, daß der Vorsteher des Fachverbandes der Textilindustrie einige Worte der Begrüßung an die Teilnehmer der Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn richtet. Ich setze diesen Brauch sehr gerne fort, um damit die enge Verbindung zwischen der Chemiefaserindustrie einerseits und der Textilindustrie andererseits zu dokumentieren.

Welche Bedeutung die „man-made fibres“ heute erreicht haben, geht nicht zuletzt daraus hervor, daß ihr Anteil am gesamten Rohstoffeinsatz der österreichischen Textilindustrie 65 % beträgt. Damit liegt der Chemiefasereinsatz in Österreich weit über dem internationalen Durchschnitt.

Die österreichische Textilindustrie mußte dem weltweiten Konjunkturverlauf im Jahr 1975 entsprechend die stärkste Rezession seit Jahrzehnten überwinden. Die Produktion ging gegenüber dem Vorjahr um 14,5 % zurück, wobei betont werden muß, daß auch

1974 schon ein Rückgang um 4,2 % eingetreten ist. Der Beschäftigtenstand mußte um 12,1 % auf 50.600 Personen gegenüber einem Höchststand von 65.000 Personen im Jahre 1971 abgebaut werden. Die Textilausfuhren waren 1975 um 1,2 Mrd. Schilling bzw. 10,5 % niedriger als im Vorjahr; der Garnexport allein erlitt eine Einbuße von 27,4 %. Leider haben sich die Importe nicht im gleichen Maße verringert; sie gingen gegenüber 1974 nur um 360 Mio. Schilling bzw. um 3,1 % zurück, sodaß die Bilanz des Textilaußenhandels zum Jahresende 1975 ein Rekordpassivum von über 1,2 Mrd. Schilling auswies.

Erfreulicherweise kann heute festgestellt werden, daß wir die Talsohle der Rezession im allgemeinen durchschritten haben und daß es seit Jahresbeginn wieder leicht aufwärts geht. So hat die Produktion der Textilindustrie in den ersten sechs Monaten dieses Jahres gegenüber dem gleichen Vorjahrszeitraum wieder um 7,0 % zugenommen — das ist allerdings immer noch um 12,0 % weniger als im ersten Halbjahr 1974, vor Eintritt der Rezession.

Die Textilausfuhren lagen im ersten Halbjahr mengenmäßig um 25 %, wertmäßig jedoch nur um 17 % über dem Ergebnis des gleichen Zeitraums im Vorjahr. Bei den Importen betrug der Zuwachs mengenmäßig 22 % und wertmäßig 20 %.

Wenn man sich diese Ziffern vor Augen hält, wird klar, warum die derzeitige Textilkonjunktur den Unternehmen noch keine rechte Freude macht: Während sich die Auslastung rein mengenmäßig gebessert hat, erweist sich die Deroutierung des Preisniveaus als hartnäckigste und langfristig als gefährlichste Folge

der Rezession. Während einerseits die Material-, Lohn- und Lohnnebenkosten wegen der nach wie vor hohen Inflationsrate und als Folge diverser Maßnahmen auf dem Sozialsektor unaufhaltsam steigen, ist es andererseits meist unmöglich, eine dieser Entwicklung Rechnung tragende Preisgestaltung auf dem Markt durchzusetzen.

Die Folge davon ist, daß die Textilbetriebe nach wie vor Verluste — oder doch zumindest keine Gewinne — machen, was wiederum auf Kosten der lebensnotwendigen Rationalisierungsinvestitionen gehen muß. Dazu kommt eine staatliche Fiskalpolitik, deren konfiskatorischer und unternehmensfeindlicher Charakter unverhüllt zum Ausdruck kommt.

In direktem Zusammenhang mit der unbefriedigenden Erlössituation steht das Problem der Niedrigpreisimporte. Es gibt in Österreich zwar gesetzliche Möglichkeiten gegen marktstörende Einfuhren, doch wird vom Antidumpinggesetz überhaupt nicht und vom Antimarktstörungsgesetz nur sehr zögernd und unzureichend Gebrauch gemacht.

Etwas bessere Erfahrungen haben wir mit dem Multifaserabkommen des GATT gemacht, das am 1. Jänner 1974 vorerst mit einer Laufzeit von vier Jahren in Kraft getreten ist. Auf der Basis dieses Abkommens konnten bisher Selbstbeschränkungsabkommen mit Ägypten, Pakistan, Indien, Japan, Korea, Hongkong und Macao abgeschlossen werden. Einigermaßen sinnvoll ist die Anwendung des Multifaserabkommens aber nur dann, wenn es gelingt, durch ein Abkommen nach Artikel 4 eine drohende Marktstörung noch vor ihrem tatsächlichen Eintreten abzuwenden. Abkom-

men nach Artikel 3 zementieren eigentlich nur die bereits erfolgte Schädigung. Im großen und ganzen befürworten wir eine Verlängerung des Multifaserabkommens — wenn auch da und dort Retuschen notwendig sein werden —, weil wir es für ein sinnvolles Instrument zur weiteren Entwicklung des Welthandels mit Textilien in geordneten Bahnen halten.

Wie schon Herr Präsident Seidl zu Anfang seines Referats ausgeführt hat, kann infolge des natürlichen Wachstums der Weltbevölkerung langfristig mit einem steigenden Bedarf an Textilien gerechnet werden. Die Frage, die uns heute alle bewegt, ist, ob dieser Mehrbedarf ein weiteres Wachstum der europäischen Textilindustrie erhoffen läßt, oder ob es um die Weltmärkte der Zukunft zu einem Verdrängungswettbewerb mit den in den Entwicklungsländern forciert ausgebauten Textilbetrieben kommen wird. Nach meiner festen Überzeugung wird es unserer Textilindustrie auch in fernerer Zukunft gelingen, ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber den Niedriglohnländern auf Grund ihres Vorsprungs an technologischem Know-how, sowie dank ihrer Kreativität und ihrer Anpassungsfähigkeit unter Beweis zu stellen.

Um diese Vorteile nutzen zu können, brauchen wir jedoch seitens der österreichischen Regierung eine Industrie- und Handelspolitik, die der eminenten Bedeutung der Textilindustrie für die gesamte Volkswirtschaft Rechnung trägt und die uns vor unfairer Konkurrenz schützt. Ich glaube, daß sich in diesem Punkt die Interessen der Textilindustrie mit jenen der Chemiefaserindustrie voll decken, und wünsche in diesem Sinne Ihrer Tagung einen fruchtbaren Verlauf.

Verleihung des Studienförderungspreises 1976

durch Herrn Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts, Wien

Bevor ich die 15. Internationale Chemiefasertagung in Dornbirn eröffne, möchte ich den vom Österreichischen Chemiefaser-Institut gestifteten und mit 50.000 Schilling dotierten Studienförderungspreis zum 6. Male vergeben. Diese Stiftung ist, wie bekannt, anlässlich des 10. Symposiums im Jahre 1972 ins Leben gerufen worden, um junge Wissenschaftler zur Beschäftigung mit dem Thema „Chemiefasern“ anzuregen. Es kann sich dabei sowohl um Arbeiten auf den Gebieten der chemischen Forschung, der Technologie und Anwendungstechnik, aber auch um Arbeiten auf wirtschaftlichem Gebiet handeln.

Der Jury danke ich bei dieser Gelegenheit für ihre mühevollen und sorgfältigen Arbeit und beglückwünsche diesmal folgende Preisträger zu ihrem Erfolg:

Dr. Herbert Müller für seine Dissertation am Deutschen Wollforschungsinstitut (Prof. Zahn) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zum Thema „Zur Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen“,

Dr. Ingo Marini, Technische Hochschule Wien (Prof. Prey), für seine Arbeit „Kondensationsprodukte der Pyrrolidincarbonsäure mit Diaminen und Diolen“,

Dr. Karl-Heinz Wolf für seine Dissertation am Institut für Chemiefasern (Prof. Herlinger) der Universität Stuttgart zum Thema „Metallkatalysatoren in der Polyäthylenterephthalatherstellung — Untersuchungen zum Mechanismus und zur Wirkungsweise“,

Dipl.-Chem. Ebbo Schnaitz für seine Diplomarbeit am Institut für Chemiefasern (Prof. Herlinger) der Universität Stuttgart zum Thema „Fraktionierung von Polyäthern zur Herstellung von Elastomerfasern“ und

Dr. Liberto Coll-Tortosa für seine Dissertation am Institut für Textiltechnik (Prof. Lünenschloß) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zum Thema „Beitrag zur Technologie der Torsionstexturierung“.

Zur Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen

Dr. Herbert Müller
Deutsches Wollforschungsinstitut an der
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule
Aachen

Anionisch modifizierte Polyamidfasern haben als sogenannte "Non-dyeing"- bzw. "Basic-dyeable"-Typen gegen die "Differential-dyeing"-Polyamiden Bedeutung gewonnen.

Im Rahmen der Arbeit wurden einige physikalisch-chemische Grundlagen der Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen untersucht, die bisher in der Literatur im Gegensatz zu grundlegenden Untersuchungen zur kationischen Färbung von Polyacrylnitril und anionisch modifiziertem Polyester noch nicht behandelt wurden. Es wurde davon ausgegangen, daß sich der Vorgang der Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen analog der kationischen Färbung von Polyacrylnitril und anionisch modifiziertem Polyester in folgende Schritte gliedern läßt:

1. in die Aufnahme der Farbstoffkationen durch die Faseroberfläche,
2. in die Diffusion der Farbstoffkationen von der Faseroberfläche ins Innere der Faser und
3. in die Bindung der Farbstoffkationen in der Faser.

Es wurden die einzelnen Schritte untersucht, um auf diese Weise ein Gesamtbild der kationischen Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern zu gewinnen.

Zur Untersuchung der Farbstoffaufnahme an der Faseroberfläche wurden mit Hilfe des Meßprinzips der Strömungsstrom-Methode Zetapotentialmessungen durchgeführt. Die modifizierten Polyamidfasern zeigten im Vergleich zu entsprechenden Fasern vom Normaltyp eine stärkere negative Ladung der Faseroberfläche, die auf Grund der damit verbundenen verstärkten elektrostatischen Wechselwirkungen die Aufnahme der Farbstoffkationen begünstigt.

Zur Charakterisierung des Diffusionsvorgangs der Farbstoffkationen ins Faserinnere wurden nach der "Steady-State"-Methode die Diffusionskoeffizienten

der verwendeten Farbstoffe für die Diffusion in den Polyamiden bestimmt. Die Diffusion der Farbstoffkationen erfolgte in den anionisch modifizierten Polyamiden erheblich schneller als in entsprechenden unmodifizierten Typen. Diese Erscheinung deutet auf eine aktive Mitwirkung der in den anionisch modifizierten Polyamiden eingebauten Sulfogruppen bei der Diffusion der Farbstoffkationen ins Faserinnere.

Wie bei der kationischen Färbung von Polyacrylnitril könnte man sich auch bei den anionisch modifizierten Polyamiden die Diffusion der Farbstoffkationen so vorstellen, daß die Farbstoffkationen zunächst an Sulfogruppen der Faseroberfläche angelagert und anschließend infolge Bewegung der Polymerkettensegmente von den äußeren auf freie innere Sulfogruppen übertragen werden.

Aus der Temperaturabhängigkeit der ermittelten Diffusionskoeffizienten wurden nach dem Arrhenius-Gesetz die Aktivierungsenergien der Diffusion bestimmt.

Zur Untersuchung der Bindung der Farbstoffkationen in der Faser wurden Adsorptionsisothermen aufgenommen. Die Färbung der anionisch modifizierten Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen ließ sich in ausgezeichneter Näherung mit Langmuir-Adsorptionsisothermen beschreiben. Als zugehörige Gleichgewichtsreaktion darf wie bei der kationischen Färbung von Polyacrylnitril und anionisch modifiziertem Polyester ein Ionenaustausch angenommen werden, bei dem die Gegenionen der sauren Gruppen der Faser gegen die Farbstoffkationen ausgetauscht werden. Aus den Langmuir-Adsorptionsisothermen wurden die Sättigungswerte und die Gleichgewichtskonstanten bestimmt.

Aus den Sättigungswerten ging hervor, daß als saure Gruppen der Faser die Sulfonsäuregruppen mit den Farbstoffkationen eine stöchiometrische Reaktion eingehen, die bei entsprechenden Bedingungen quantitativ verläuft.

Aus der Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten wurden nach der „van't-Hoff“-Beziehung die thermodynamischen Größen berechnet. Die Färbung anionisch modifizierter Polyamidfasern mit kationischen Farbstoffen erwies sich hierbei als eine exotherme Reaktion, bei der sich Enthalpie- und Entropieanteil addieren.

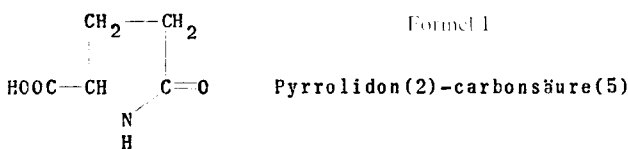
Auf Grund der ermittelten Reaktionsenthalpien darf die Farbstoffkation-Sulfonatbindung als eine wahrscheinlich durch π -Wechselwirkungen verstärkte Ionenbindung angenommen werden.

Kondensationsprodukte der Pyrrolidoncarbonsäure mit Diaminen und Diolen

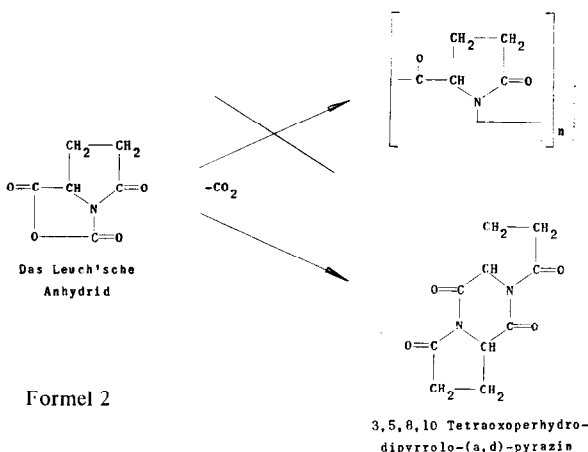
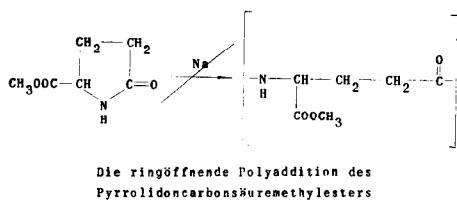
Mag. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ingo Marini
 Institut für chemische Technologie organischer Stoffe
 an der Technischen Hochschule Wien

Bild 1

Die Pyrrolidon(2)-carbonsäure(5), auch 5-Oxoprolin oder Pyroglutaminsäure genannt, ist ein Abfallprodukt der österreichischen Zuckerindustrie, das in einer Menge von 4000 t pro Jahr anfällt. Diese heterocyclische Carbonsäure mit den funktionellen Gruppen: freie Carboxylgruppe, Lactam-Carbonylgruppe sowie Lactamstickstoff mit einem freien Wasserstoffatom sollte auf ihre Eignung zur Herstellung von neuen Kunststoffen untersucht werden (Formel 1).



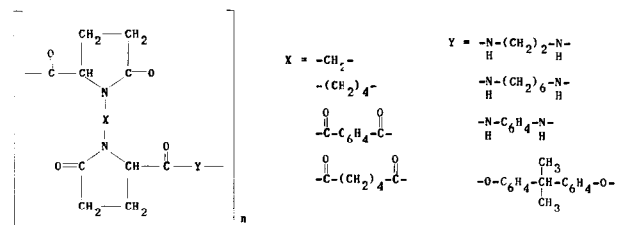
Da weder eine ringöffnende Polyaddition noch eine Polykondensation über das Leuchsche Anhydrid möglich sind — letztere führt nachweislich zum 3, 5, 8, 10 Tetraoxoperhydrodipyrrolo-(a, d)-pyrazin (Formel 2) —, erfordert die Herstellung von Polymeren aus Pyrrolidoncarbonsäure eine gezielte Derivatisierung, um für die erwünschten Polymerreaktionen geeignete Ausgangsprodukte zu erhalten. Einzige Ausnahme dabei ist die Herstellung von Polypeptiden auf Glut-



aminsäurebasis, wo die Pyrrolidoncarbonsäure als „Glutaminsäureanhydrid“ eingesetzt werden kann.

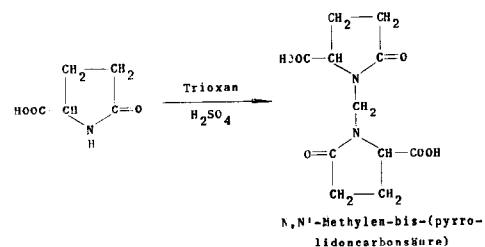
Die Derivatisierung kann nun entweder durch Einführung einer polymerisierbaren Gruppe oder durch Verknüpfung von zwei Pyrrolidoncarbonsäuremolekülen über die Carboxylgruppe oder den Lactamstickstoff erfolgen. Während der erste Weg bereits eingehend untersucht wurde, liegt nur eine einzige Mitteilung über die Darstellung von Äthylenglykol-bis-(pyroglutamat) vor.

Als Zielsetzung dieser Arbeit kann nun angesehen werden: die Verknüpfung von zwei Molekülen Pyrrolidoncarbonsäure über den Lactamstickstoff zur Erzeugung von zwei gleichwertigen Carboxylgruppen in einem Molekül, gefolgt von der Polykondensation der so erhaltenen Dicarbonsäure mit geeigneten Diaminen und Diolen (Formel 3). Als Verknüpfungsreaktion wurde die N-Alkylierung und N-Acylierung der Pyrrolidoncarbonsäure mit bifunktionellen Alkylierungs- und Acylierungsmitteln herangezogen.

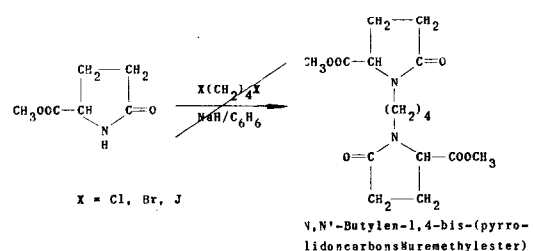


Formel 3

Durch Alkylierung der Pyrrolidoncarbonsäure mit Trioxan wurde die N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidoncarbonsäure) hergestellt. Alkylierungen des Pyrrolidoncarbonsäuremethylesters über Natriumhydrid mit 1,4-Dichlor-, 1,4-Dibrom- und 1,4-Dijodbutan in absolutem Benzol (Formel 4) führten nicht zum gewünschten N,N'-Butylen-1,4-bis-(pyrrolidoncarbonsäuremethylester).

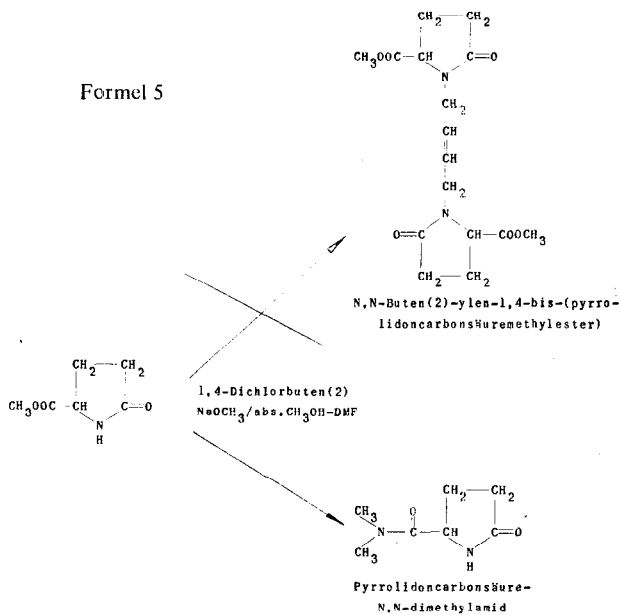


Formel 4

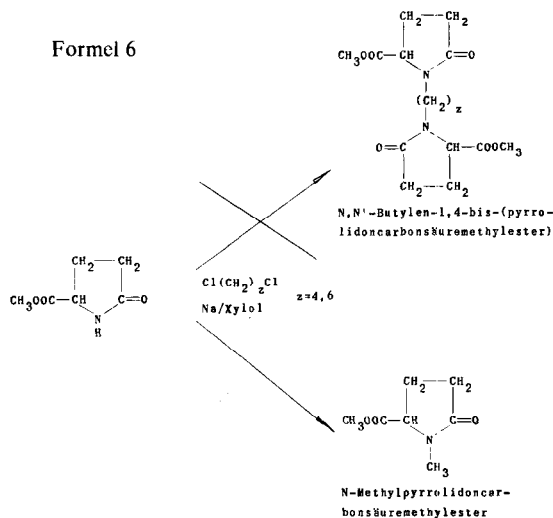


Die Umsetzung von Pyrrolidoncarbonsäuremethylester über Natriummethylat mit 1,4-Dichlorbuten-(2) in

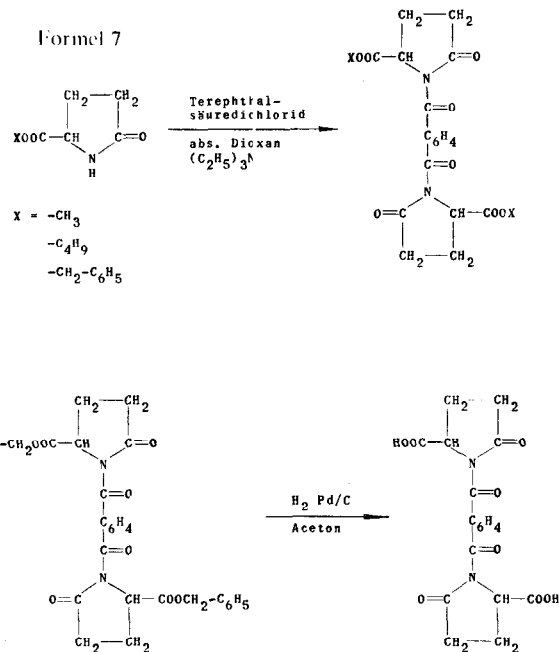
einem absoluten Methanol-Dimethylformamidgemisch lieferte statt dem erwarteten N,N'-Buten-(2)-ylen-1,4-bis-(pyrrolidoncarbonsäuremethylester) Pyrrolidoncarbonsäure-N,N-dimethylamid (Formel 5).



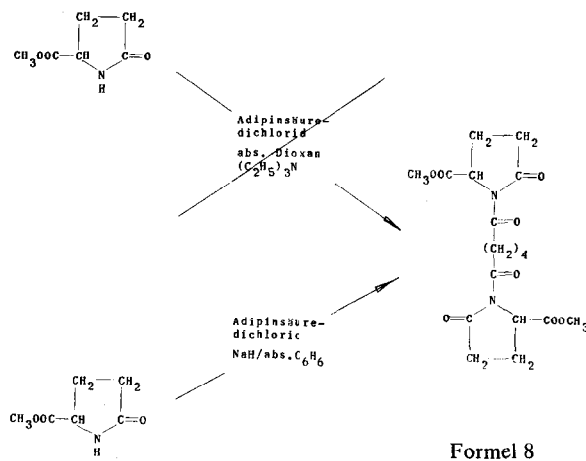
Wurde der Pyrrolidoncarbonsäuremethylester über Natrium mit 1,4-Dichlorbutan und 1,6-Dichlorhexan in Xylol zur Reaktion gebracht, so trat unter der Bildung von N-Methylpyrrolidoncarbonsäuremethylester eine Methylgruppenwanderung zum Stickstoff ein (Formel 6).



Die Acylierung der Pyrrolidoncarbonsäuremethyl-, n-butyl- und -benzylester über Triäthylamin mit Terephthalsäuredichlorid in absolutem Dioxan lieferte N,N'-Terephthaloyl-bis-(pyrrolidoncarbonsäuremethyl-, n-butyl- und benzylester). Die hydrierende Spaltung des Benzylesters über Palladium/Aktivkohle mit Wasserstoff unter Druck in Aceton (Formel 7) führt zur N,N'-Terephthaloyl-bis-(pyrrolidoncarbonsäure).

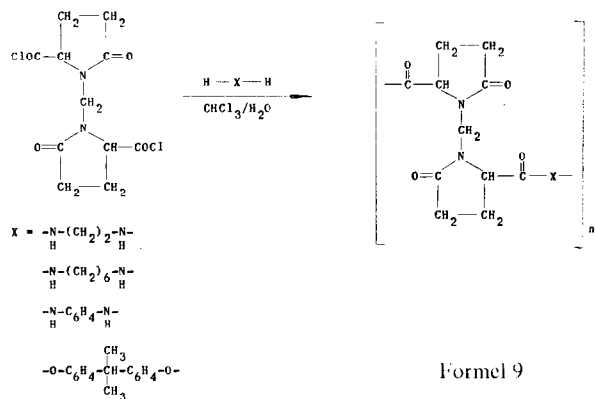


Die Acylierung des Pyrrolidoncarbonsäuremethylesters mit Adipinsäuredichlorid gelingt über Triäthylamin in absolutem Dioxan nicht. Die Synthese von N,N'-Adipoyl-bis-(pyrrolidoncarbonsäuremethylester) führt über Natriumhydrid in absolutem Benzol (Formel 8).



Die Umsetzung der N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidoncarbonsäure) mit Thionylchlorid ergibt das entsprechende Dicarbonsäurechlorid, das durch Grenzflächenpolykondensation mit Hexamethylen-, Äthylen- und p-Phenylendiamin in die Polyamide übergeführt wird. Eine Perlkondensation dieses Carbonsäurechlorids mit Bisphenol A liefert den entsprechenden Polyester (Formel 9). Die Umsetzung von N,N'-Terephthaloyl-bis-(pyrrolidoncarbonsäure) mit Thionylchlorid ergibt ein Produkt, das als Säurechloridkomponente für die Grenzflächenpolykondensation ungeeignet ist.

N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidoncarbonsäure) und Hexandiol wurden in einer „Umlaufapparatur“ einer Polykondensation in Lösung zugeführt. Als Lösungs-



trie Molekulargewichtsbestimmungen und mit Hilfe eines Differential Scanning Calorimeters eine thermische Analyse durchgeführt. Das höchste Molekulargewicht mit $M_w = 6400$ zeigte cas Polyamid aus N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidonecarbonsäure) und Hexamethyldiamin; der höchste Schmelzbereich sowie die höchste Zersetzungstemperatur wurde für den Polyester aus N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidonecarbonsäure) und Bisphenol A gefunden. Sie liegen bei 239 bis 257⁰ C bzw. bei 260⁰ C.

Die vorliegende Arbeit zeigt einen Weg zur Herstellung neuer Polymerkörper aus Pyrrolidonecarbonsäure auf. Dabei wurden auch zahlreiche neue Zwischenprodukte synthetisiert. Die Reinigung des bei der Grenzflächenkondensation verwendeten N,N'-Methylen-bis-(pyrrolidonecarbonsäurechlorids) bereitete jedoch ernsthafte Schwierigkeiten, sodaß die erreichten Molekulargewichte der Polymeren eher bescheiden ausfielen.

mittel wurden Benzol, Toluol, Xylol, Chlorbenzol, o-Dichlorbenzol und Nitrobenzol verwendet — das gewünschte Polymerprodukt wurde jedoch nicht gebildet. Bei einem Polykondensationsversuch von N,N'-Terephthaloyl-bis-(pyrrolidonecarbonsäuremethylester) mit Äthylenglykol in der Schmelze trat durch Abspaltung von Terephthalsäure bereits vorzeitig Zersetzung ein. Von den hergestellten Polymerprodukten wurden mit Hilfe der Viskosimetrie und der Dampfdruckosmome-

Dem Österreichischen Chemiefaser-Institut möchte ich für die finanzielle Unterstützung meiner Dissertation sehr herzlich danken.



AUSTRIA FASERWERKE Gesellschaft m.b.H.
A-4860 Lenzing

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

Metallkatalysatoren in der Polyäthylenterephthalatherstellung

Dr. Karlheinz Wolf
 Institut für Chemiefasern an der Universität Stuttgart

Ziel der durchgeführten Arbeit war es, die Gesetzmäßigkeiten der Metallkatalyse beim Herstellungsprozeß für Polyäthylenterephthalat aufzufinden, um so gegebenenfalls Kriterien für dessen Optimierung aufstellen zu können.

Dazu wurden einmal Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, den Mechanismus der Metallionenkatalyse solcher Veresterungsreaktionen aufzuklären, die zu linearem hochmolekularem Polyäthylenterephthalat führen. An Modellsystemen aus niedermolekularen Estern und Metallchloriden wurden IR- und reaktionskalorimetrische Messungen durchgeführt.

Die chemischen Gesetze, nach denen die metallkatalysierten Veresterungsreaktionen zur Herstellung von Polyäthylenterephthalat ablaufen, lassen sich durch unsere Ergebnisse sehr gut erkennen. Die Polarisierung der Ester-carbonylgruppe durch die Donator-Akzeptor-Wechselwirkung zwischen Ester und Metall erhöht die Elektrophilie des Carbonyl-C-Atoms. Dadurch wird der nukleophile Angriff der alkoholischen OH-Gruppe erleichtert. Dies gilt gleichermaßen für die Umesterung und die Polykondensation. Ein Kriterium zur Erklärung der unterschiedlichen katalytischen Aktivität verschiedener Metallverbindungen kann in der Lewis-Säurestärke des betreffenden Metalls gesehen werden, denn die Akzeptortendenz ist für die Größe der Wechselwirkung entscheidend.

Es zeigte sich im Verlauf der Untersuchungen, daß über die Aufklärung des katalytischen Mechanismus nur sehr bedingt Aussagen zur katalytischen Wirksamkeit beliebiger Metallverbindungen gemacht werden können. Modellverbindungen, auch wenn sie den tatsächlichen Verhältnissen weitgehend angepaßt sind,

erlauben eben nicht die Berücksichtigung aller Faktoren, die die Katalyse beeinflussen können.

Besser gelang uns dies mit Hilfe einer neu entwickelten mikroanalytischen Untersuchungsmethode. Hiermit war es möglich, Voraussagen zum Verlauf der metallkatalysierten Polykondensation von Bis-2-hydroxyäthylterephthalat (BHET) in bezug auf den eingesetzten Katalysator zu machen.

Das Meßprinzip beruht auf der differentiellen Mikrokolorimetrie. Der Meßplatz wurde so gestaltet, daß er den technischen Verhältnissen weitgehend entsprach, also Reaktion im offenen System unter Vakuum und Schutzgas.

Aus dem Wärmeleistungs-Zeit-Verhalten, dargestellt in den Reaktionsprofilen der Polykondensationsreaktion, lassen sich Parameter T_{max} ermitteln, die die katalytische Aktivität der jeweils eingesetzten Metallverbindung beschreiben. Je kleiner T_{max} ist, umso besser ist die katalytische Aktivität der Metallverbindung.

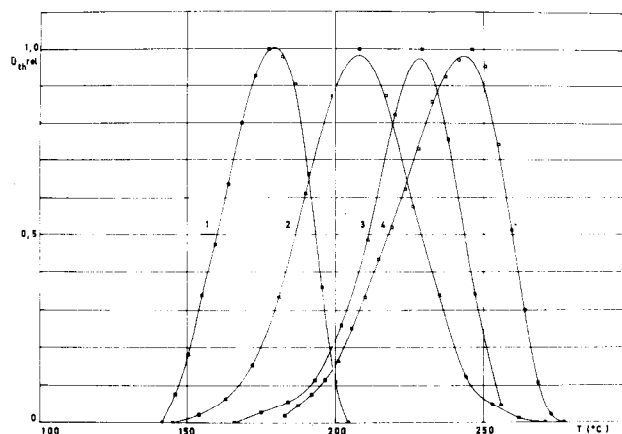


Abb. 2: Normierte Reaktionsprofile der Bis-hydroxyäthylterephthalat-Polykondensation

- 1 — Ti-glycolat
- 2 — Mg-glycolat
- 3 — Sb-glycolat
- 4 — ohne Katalysator

Unsere Ergebnisse stehen im Einklang mit literaturbekanntem, unter Zuhilfenahme völlig anderer Untersuchungsmethoden zustande gekommener Daten. Sie lassen sich auch durch Polykondensationsversuche im präparativen Maßstab bestätigen. Mit Hilfe unserer Meßanordnung und unserer Auswerteverfahren ist es also möglich, beliebige Metallverbindungen hinsichtlich ihrer Eignung als Katalysatoren in der Polyäthylenterephthalatherstellung rasch zu testen.

Es bleibt mir nun noch, den Herren der Jury des Österreichischen Chemiefaser-Instituts für die Verleihung des Studienförderungspreises herzlich zu danken. Bedanken möchte ich mich aber auch bei Herrn Prof. Dr. Herlinger für seine stets tatkräftige und wohlwollende Unterstützung meiner Arbeit.

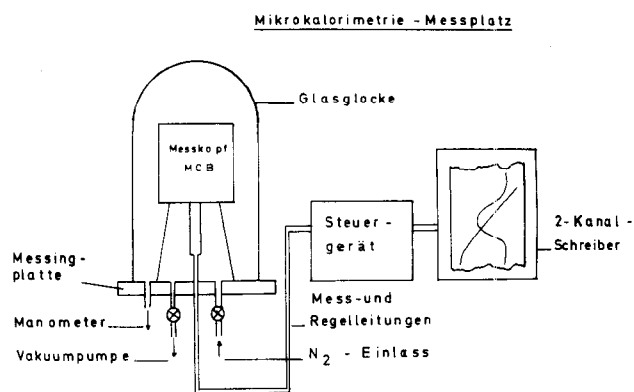
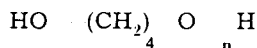


Abb. 1: Mikrokolorimeter zum Katalysatortest der Polykondensation

Die Fraktionierung von Polyäther zur Herstellung von Elastomern

Dipl.-Chem. E b b o S c h n a i t h
 Institut für Chemiefasern an der Universität Stuttgart

α, ω -Dihydroxy-polybutylenäther der Form

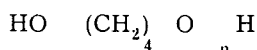


werden als Weichsegmente in Elastomern eingesetzt. Ziel meiner Diplomarbeit war es, die Weichsegmentlänge durch Einengung der Molekulargewichtsverteilung der Polyäther zu vereinheitlichen und damit die Grundlage zu gezieltem Aufbau möglichst molekulareinheitlicher Elastomere zu schaffen.

Dazu wurden die Polyäther einer präparativen Fällungsfraktionierung unterworfen, wobei mit Acetonitril als Lösungsmittel und Wasser als Fällungsmittel gearbeitet wurde.

Allein mit Acetonitril kann der Molekulargewichtsbereich MG 2000 abgetrennt werden; für die α, ω -Dihydroxy-polybutylenäther eines MG 2000 wirkt Acetonitril als Lösungsmittel. Dies wurde anhand der Löslichkeitsparameter δ_1 und δ_2 von Acetonitril und Polyäther erklärt.

Mit Wasser allein lassen sich die niederen oligomeren Glieder der Reihe



durch Aussalzeffekte abtrennen.

In erster Linie wurde die Fällungsfraktionierung im ternären System Polyäther/Acetonitril/Wasser untersucht und die Ergebnisse in Form von Dreieckskoordinatendiagrammen dargestellt (Abb. 1).

Das Gemisch scheidet sich bei einer bestimmten Wassermenge in eine Gelphase und eine Solphase, den Binodalkurven in Abbildung 1 entsprechend. In der Gelphase befindet sich die höhermolekulare Fraktion, in der Solphase liegen die niedermolekularen Anteile des Polyäthers vor. Die Verteilung ist stark vom Gewichtsverhältnis Polyäther/Acetonitril abhängig, weshalb sie unter diesem Aspekt untersucht wurde. Dabei lassen sich die höhermolekularen Anteile eines bestimmten Polyäthers am besten bei einem Gewichtsverhältnis Polyäther/Acetonitril 0,4 mit der Gelphase abtrennen, die niederen oligomeren Glieder dagegen bei einem Gewichtsverhältnis 2,0 mit der Solphase. Die Aussagen der Flory-Huggins-Theorie über die Fraktionsteile an Molekülen mit großem bzw. kleinem Polymerisationsgrad in der Gel- und in der Solphase konnten experimentell bestätigt werden.

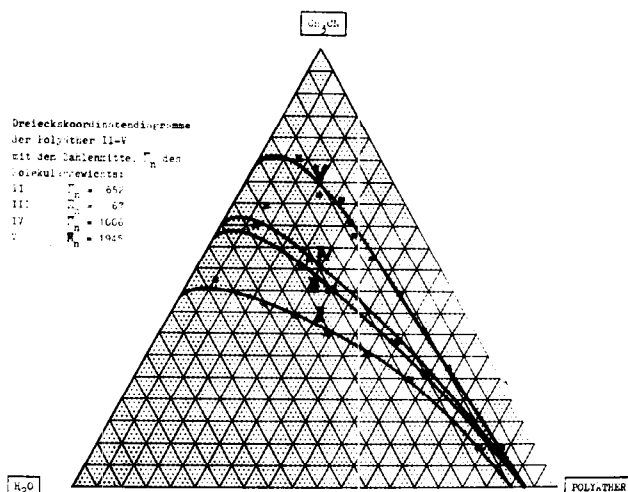


Abb. 1: Dreieckskoordinatendiagramme der Polyäther II-V mit dem Zahlenmittel M_n des Molekulargewichts:

II	$M_n = 652$	IV	$M_n = 1006$
III	$M_n = 967$	V	$M_n = 1945$

Die prozentualen Anteile der einzelnen Kettenglieder von $n = 6$ bis 16 konnten mit dem doppelfokussierenden Massenspektrometer Varian MAT 711 bestimmt werden (Abb. 2). Dabei ist es möglich, den Trenneffekt quantitativ zu verfolgen.

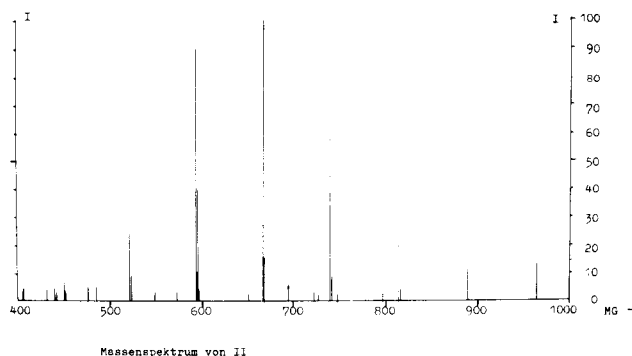


Abb. 2: Massenspektrum von Polyäther II

Herrn Professor Dr. H. Herlinger danke ich für die Förderung dieser Arbeit, sowie Herrn Dr. I. Lüderwald, Universität Mainz, für die massenspektrographischen Untersuchungen.

Beitrag zur Technologie der Torsionstexturierung

Dr.-Ing. Liberto Coll-Tortosa
 Institut für Textiltechnik der Rheinisch-Westfälischen
 Technischen Hochschule Aachen
 (Direktor: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lünenschloß)

Bei der Durchführung der Arbeit wurde besonders darauf geachtet, die für alle Torsionstexturierverfahren, das heißt für die Spindel-, Friktions- und Trennzwirntexturierung geltenden Gesetzmäßigkeiten in die Untersuchungen einzubeziehen. Unter Verwendung der Infrarotstrahlung und der im Institut für Textiltechnik in Aachen zur Verfügung stehenden Versuchseinrichtungen war es möglich, den Vorgang der Wärmeübertragung sowohl während des Aufheizens als auch während der Abkühlung des Fadens analytisch und experimentell zu untersuchen.

Die ermittelten Untersuchungsergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Die Hochgeschwindigkeitstexturierung grober Polyesterfilamentgarne verlangt die Verwendung von Heizungssystemen von 2 m Länge und mehr. Für das Aufheizen feinerer Garne reicht eine Heizlänge von weniger als 1,5 m aus (Abb. 1).

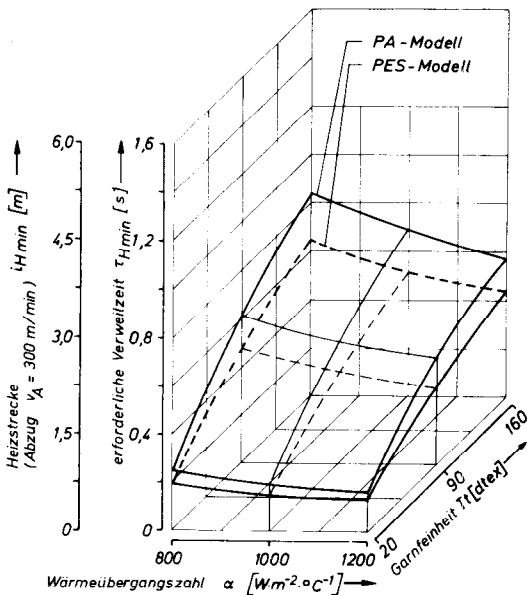


Abbildung 1

- Die Verwendung einer Schockheizung bringt nicht den erwarteten Erfolg. Durch eine Schockheizung im Fadeneinlauf wird die Fadenoberfläche zwar schneller aufgeheizt, bei der geringen Wärmeleitfähigkeit des Polymeren weist das Fadeninnere aber eine gegenüber der Verwendung einer normalen Heizung nahezu unveränderte Temperatur auf. Außerdem können infolge des Überhitzens

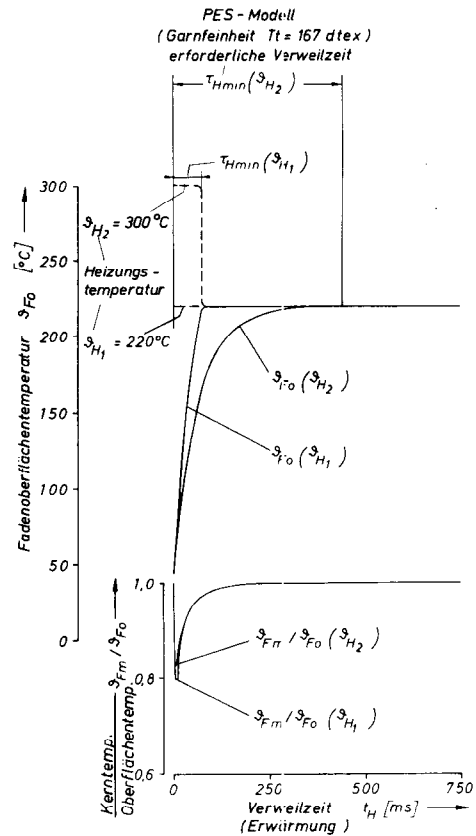


Abbildung 2

Beschädigungen einzelner äußerer Filamente nicht vermieden werden (Abb. 2).

- Das Aufheizen des Fadens wird durch die bei den Polyamidfäden verdampfende Feuchtigkeit und durch die bei allen Filamenten verdampfenden Präparationsbestandteile verzögert. Bei Polyamidfäden ist zwischen 100 und 130 °C ein Bereich stark verzögerten Temperaturanstiegs festzustellen (Abbildung 3).
- Bei einer Texturiergeschwindigkeit über 300 m/min werden größere Abkühlstrecken notwendig. Zum Erreichen einer möglichst schnellen Fadenabkühlung lassen sich die Vorteile des in der Abkühlstrecke vorhandenen Fadenballons oder die Wirkung von Kühlplatten ausnutzen.
- Die Bildung des Fadenballons in der Abkühlstrecke ist eine Folge der durch den Drallgeber verursachten Fadenschwingungen. Je nach den verwendeten Drallgebern ergeben sich typische Fadenballonformen, die sich in Umlauffrequenz und Ballonamplitude unterscheiden (Abb. 4).
- Bei der Spindeltexturierung treten infolge der relativ hohen Erregerfrequenzen des Drallgebers die größten Umlauffrequenzen des Fadenballons und damit der stärkste Abkühleffekt auf. Die nach diesem Texturierverfahren erreichten Wärmeübergangszahlen liegen in der gleichen Größenordnung wie bei der Verwendung von Kontaktsystemen (Abb. 5).
- Die niedrigsten Fadenballonfrequenzen und damit die geringste Fadenabkühlung sind bei der Friktionstexturierung zu verzeichnen. In diesem Fall ist

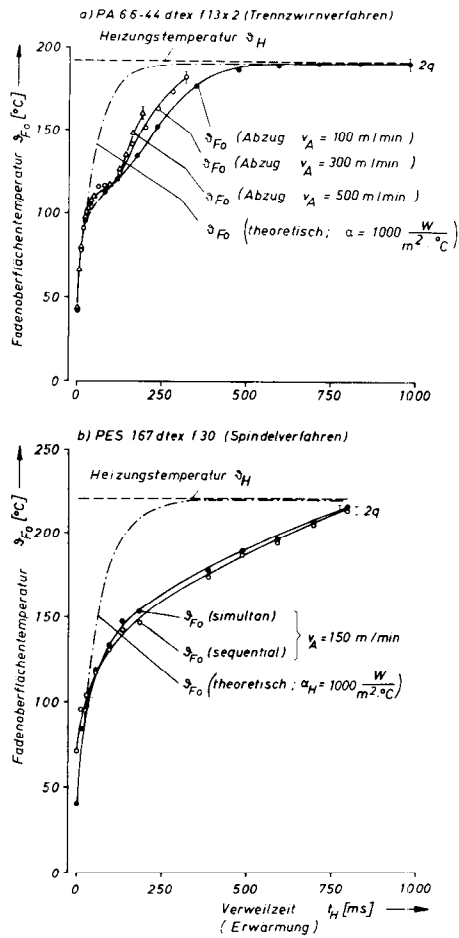


Abbildung 3

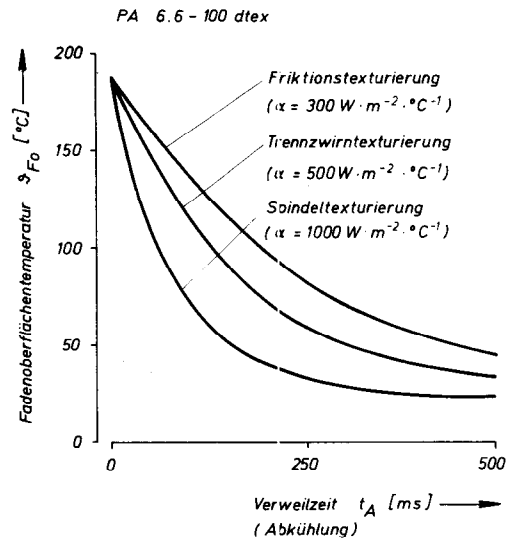


Abbildung 5

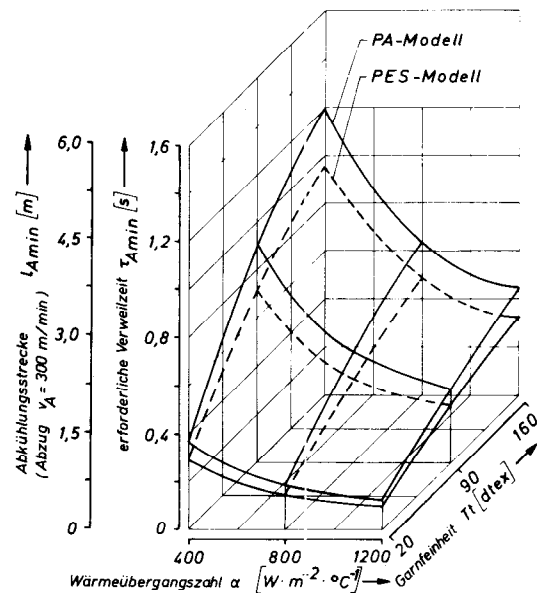


Abbildung 6

die Verwendung von Kühlplatten bei hohen Texturierungsgeschwindigkeiten zu empfehlen (Abb. 6).

Fadenballon- frequenz ν_B [Hz]	Niederfrequenzbereich		Hochfrequenzbereich	
	$50 \leq \nu_B \leq 400$	$50 \leq \nu_B \leq 1000$	$6000 \leq \nu_B \leq 15000$	$50 \leq \nu_B \leq 400$ $6000 \leq \nu_B \leq 15000$
Texturierungs- verfahren	Friction	Trennzwirn	Spindel	
Form des Fadenballons in der Abkühlungs- strecke				
\bar{v}_B [m/s]	$2 \leq \bar{v}_B \leq 5$	$2 \leq \bar{v}_B \leq 10$	$25 \leq \bar{v}_B \leq 35$	$25 \leq \bar{v}_B \leq 35$
$\frac{\lambda}{2}$ [mm]	$l_A \leq \frac{\lambda}{2} \leq \frac{l_A}{5}$	$l_A \leq \frac{\lambda}{2} \leq \frac{l_A}{10}$	$\frac{l_A}{100} \leq \frac{\lambda}{2} \leq \frac{l_A}{200}$	$l_A \leq \frac{\lambda}{2} \leq \frac{l_A}{5}$ $\frac{l_A}{100} \leq \frac{\lambda}{2} \leq \frac{l_A}{200}$
α_A [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]	$200 \leq \alpha_A \leq 300$	$200 \leq \alpha_A \leq 500$	$700 \leq \alpha_A \leq 1100$	$700 \leq \alpha_A \leq 1100$

Abbildung 4

Es ist mir eine große Freude und Ehre, daß meine Doktorarbeit mit einem Studienförderungspreis ausgezeichnet wurde, und ich danke dem Österreichischen Chemiefaser-Institut dafür sehr herzlich.

Die Fasern in der makromolekularen Chemie

Professor Dr.-Ing. Helmut Zahn
Deutsches Wollforschungsinstitut
an der Technischen Hochschule Aachen
und Lehrstuhl für Textilchemie und Molekulare Chemie
an der RWTH Aachen

Alle organischen Fasern, seien es natürliche und synthetische Textilfasern oder biologisch wichtige Fasern, wie Kollagen, Myosin oder Elastin, bestehen aus Makromolekülen. So ist es nicht verwunderlich, daß die von Hermann Staudinger als selbständige Disziplin begründete makromolekulare Chemie einige ihrer wichtigsten Impulse aus der Faserforschung empfangen hat, wobei sowohl einzelne Begriffe als auch komplette Forschungsgebiete übernommen wurden. Dies betrifft gleichermaßen die mehr physikalisch orientierte Strukturforchung wie auch die eigentliche Chemie. Erinnert sei einerseits an das Hauptvalenzkettengitter, das Zweiphasenmodell, die Micelltheorien und an die Helixkonformation und andererseits an die polymerenanalogen Reaktionen, die Analyse von Polymeren, die chemische Modifizierung funktioneller Gruppen, die Querbrückenchemie, die Chemie der Abbaureaktionen und die Reaktivveredlung unter besonderer Berücksichtigung der Reaktivfärbung.

Interessanterweise sind die beiden am längsten bekannten Textilfasern Schafwolle und Naturseide auch heute noch Vorbilder für die Entwicklung von neuen Chemiefasern. Die alte Textilfaser Wolle, die zur Familie der Faserproteine gehört und deshalb sowohl für die Textilforscher als auch für die Proteinforscher ein hervorragendes Studienobjekt darstellt, überrascht die Wissenschaftler immer wieder mit einer Vielzahl völlig neuer Erkenntnisse: Chemisch setzt sich die Wolle aus ca. 100 verschiedenen Proteinmolekülen mit Molgewichten zwischen wenigen Tausend bis 100.000 zusammen. Wir kennen heute mindestens 10 verschiedene Molekülendgruppen.

Man kann die Vielzahl der Wollproteine prinzipiell in drei Gruppen einteilen:

1. in die schwefelreichen Proteine der Matrix,
2. in die schwefelarmen Proteine der Mikrofibrillen und
3. in die glycin-tyrosinreichen Proteine der interzellulären Substanzen, denen eine entscheidende Rolle für die Festigkeit zukommt.

Außer der lange bekannten Cystinbrücke (1928) ist kürzlich die Isopeptidbrücke als Querbrücke in schwefelarmen Komponenten (1969) entdeckt worden.

In bezug auf den Feinbau von Faserkeratinen kennen wir heute mindestens zwei, vielleicht sogar drei röntgenkristalline Komponenten.

Vom Standpunkt der polymerchemischen Reaktionen an Makromolekülen bietet Wolle 13 verschiedene funktionelle Gruppen mit teilweise unterschiedlichen Reaktivitäten, deren Reaktionen (z. B. mit Reaktivfarbstoffen) aus diesem Grund noch viele Fragen offen lassen.

Am Beispiel der neuesten Ergebnisse der makromolekularen Chemie der Wolle werden die Möglichkeiten aufgezeigt, die diese einmalige Faser auch heute sowohl für die Polymerwissenschaft als auch für die Technologie bietet.

All organic fibres involving natural and synthetic textile fibres or biologically important fibres like collagen, myosin and elastin, consist of macromolecules. Therefore it is not surprising that the macromolecular chemistry which has been established as independent discipline by Hermann Staudinger has received some very important impulses from fibre research: single terms and complete research fields have been copied. This concerns as well the more physically oriented structure research as the actual chemistry: On the one hand the main valence chain lattice

(Hauptvalenzkettengitter), the twophase model, the micellar theories and the helix conformation and on the other hand the polymer analogous reactions, the polymer analysis, the chemical modification of functional groups, the chemistry of cross-links, the chemistry of degradation reactions and last not least the reactive finishing with special regard to reactive dyeing.

It is indeed worth to be mentioned that the two oldest textile fibres wool and natural silk are still today models for the development of new synthetic fibres. The old textile fibre wool which belongs to the family of fibrous proteins is an excellent research object for textile and protein scientists and surprises these scientists again and again with a lot of completely new results: Wool consists of about 100 different sorts of protein molecules with a molecular weight distribution from a few thousand up to 100.000. Today we know at least ten different molecule end groups.

The wool proteins can be classified into three groups:

1. into the high sulfur proteins of the matrix,
2. into the low sulfur proteins of the microfibrils and
3. into the glycine-tyrosine rich proteins of the intercellular substances considerably responsible for the tenacity of the fibres.

Apart from the cystine bridge known since 1928 recently the isopeptide link has been identified as cross-link in the low sulfur components (1969).

Concerning the fine structure of keratin fibres there exist at least two ordered regions along the fibre axis.

Concerning the polymer chemical reactions of macromolecules, wool exhibits 13 different functional groups with partially different reactivities. There are still many unsolved problems concerning the reactions of these 13 groups with — for instance — reactive dyes.

Referring to the newest results of the macromolecular chemistry of wool the possibilities are demonstrated which this special fibre offers still today as well for the polymer science as for the technology.

Vorwort

Die internationalen Chemiefasertagungen in Dornbirn gehören zu den prominentesten Veranstaltungen der Faser- und Textilwissenschaftler und -technologien. Es ist mir daher eine besondere Freude, heute bei Ihnen sprechen zu dürfen, zumal das Rahmenthema „Faserlegierungen“ besonders glücklich gewählt zu sein scheint. Lange wurde ein Thema für meinen Beitrag gesucht. Wenn dieses schließlich als „Die Fasern in der makromolekularen Chemie“ gefunden wurde, so bitte ich alle Hörer um Nachsicht, die Ausführungen über neue technische Entwicklungen auf dem Fasergebiet erwartet haben. Darüber werden wir aber sicher in den folgenden Referaten vieles lernen können.

In meinem Vortrag dagegen bedeutet „makromolekulare Chemie“ jenes Forschungs- und Lehrgebiet, das wir Staudinger verdanken, der 1922¹ den Namen „Makromoleküle“ für Moleküle vorgeschlagen hat, die so groß sind, daß sich beispielsweise ein Kautschuk mit der Formel $(C_5H_8)_n$ von einem solchen der Zusammensetzung $(C_5H_8)_{n+1}$ nicht mehr unterscheiden läßt.

Damals begann die makromolekulare Wissenschaft mit der Erkenntnis, daß Substanzen wie Zellulose, Kautschuk und Proteine keine Assoziate kleiner Moleküle sind, die in rätselhafter Weise zusammengehalten werden, sondern Makromoleküle, die von einem Ende zum anderen durch die gleichen Bindungen wie die

Atome in kleinen organischen Molekülen zusammengehalten werden².

Flory³ beklagte in einem 1972 gehaltenen Vortrag, daß Chemie und Physik der Polymeren im Lehrplan der Universitäten nicht berücksichtigt würden, weil die Einteilung der Chemie als Lehrfach in die traditionellen Unterabteilungen bereits vor dem Aufkommen der makromolekularen Wissenschaft abgeschlossen war. Man sollte aber anerkennen, daß an einer größeren Anzahl europäischer Universitäten die „Makromolekulare Chemie“ als selbständiges Fach eingeführt worden ist. An der TH Aachen ist „Makromolekulare Chemie“ seit 1974 eines von zwei Vertiefungsfächern im Diplomhauptexamen der Chemiestudenten geworden. Im 7. und 8. Semester werden Praktika, Seminare, Kolloquien, mehrere Spezialvorlesungen und eine sechsstündige Vorlesung über makromolekulare Chemie angeboten. Bei der Auswahl des Vorlesungsstoffes war ich immer wieder überrascht, wie oft auf Fasern, natürliche wie synthetische, zurückgegriffen werden muß, um grundlegende Begriffe der makromolekularen Wissenschaft anschaulich werden zu lassen.

Fasern sind eine spezielle Klasse von teilweise kristallinen Polymeren, in deren kristallinen Bereichen die Achsen der Kettenmoleküle vorzugsweise parallel zur makroskopischen Faserachse orientiert sind. Fasern sind sozusagen 10.000fach vergrößerte Modelle für Kettenmoleküle, und Vollmert⁴ bezeichnet in seinem Lehrbuch die makromolekulare Chemie als „Variation über ein Thema von Ketten“.

Das mir gestellte Thema „Die Fasern in der makromolekularen Chemie“ erwies sich nun bei der näheren Beschäftigung als ein semesterfüllendes Programm. Daher habe ich mir vorgenommen, einige Beiträge der Faserwissenschaft für die historische Entwicklung und die heutige Definition des Begriffes „Struktur“ an wenigen ausgewählten Beispielen zu demonstrieren. Im zweiten Teil des Referats möchte ich die klassische makromolekulare Chemie von Monokomponentensystemen verlassen und am Beispiel der Wollfaser eine faszinierende Multikomponentenfaser vorstellen.

I. Beiträge der Faserwissenschaft für die Strukturbegriffe in der makromolekularen Chemie

1. Das Zellulosemolekül — ein Musterbeispiel der Primärstruktur eines linearen Homopolymeren

Unter Primärstruktur verstehen wir die chemische Konstitution eines Makromoleküls. Dazu gehören Typ und Anordnung der Kettenatome, Substituenten, Endgruppen, Verzweigungen sowie das Molgewicht und dessen Verteilung. Auch Angaben über die Konfiguration (cis, trans, S, R usw.) des Makromoleküls sind Bestandteil der Primärstruktur. Das Zellulosemolekül (Abb. 1) eignet sich dazu, die wesentlichen Merkmale der Primärstruktur eines linearen Makromoleküls zu belegen.

Die Zellulose gehört zu den Homopolymeren; Wiederholungseinheit ist der Zelloboserest, der durch $\beta(1,4)$ -glukosidische Verknüpfung von zwei D-Glukosemolekülen entsteht. Zellulose bildet infolge der abwechselnden räumlichen Anordnung der Sauerstoffbrücken lange Ketten. Das Wasserstoffatom am Kettenende

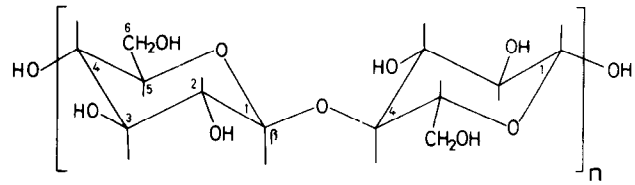


Abb. 1: Die Primärstruktur des Zellulosemoleküls [nach Haworth⁵ (1928) und Freudenberg⁶ (1928)]

links stammt vom nichtreduzierenden Hydroxyl am Kohlenstoffatom 4, die OH-Gruppe am rechten Kettenende gehört zur reduzierenden Halbacetalgruppe.

Wir erinnern uns an die Stereochemie des Glukosemoleküls mit den vier asymmetrischen Kohlenstoffatomen 2, 3, 4 und 5 und an das zusätzliche, in der cyclischen Halbacetalform asymmetrisch gewordene Kohlenstoffatom 1. Man erklärt, daß Zellulose ein isotaktisches Biopolymeres sei, in dem alle Zellobosereste dieselbe stereochemische Konfiguration besitzen.

Auch der Oligomerenbegriff läßt sich an Zellulose zwanglos einführen: Die Wiederholungseinheit der Zellulose ist die Zellobiose. Diese ist ein lineares Dimeres der Glukose. Die Isolierung der Zellotriose, Zellotetraose und Zellohexaose⁷ aus Partialhydrolysaten der Zellulose war ein weiterer Beweis für die Zelluloseformel.

Viele Stunden könnte man anhand der Zelluloseformel die klassischen Arbeiten von Staudinger⁸ über Beziehungen zwischen Viskosität und Kettenlänge der Fadenmoleküle und die von ihm eingeführten Begriffe „Polymerhomologe“ und „Polymeranaloge“ würdigen. Uns muß genügen, Marx-Figini und Penzel⁹ zu zitieren, nach denen der hochmolekulare Anteil der nativen Zellulose der Baumwolle aus 14.000 Glukoseanhydridresten oder 7000 Zelloboseresten besteht, das Molekulargewicht also $14.000 \times 162 = 2.268.000$ beträgt. Rechnet man die Länge eines Zelloboserestes in Zellulose zu ca. 10 Å, so ergibt sich die Länge der Sekundärwandzellulose in Baumwolle zu 70.000 Å.

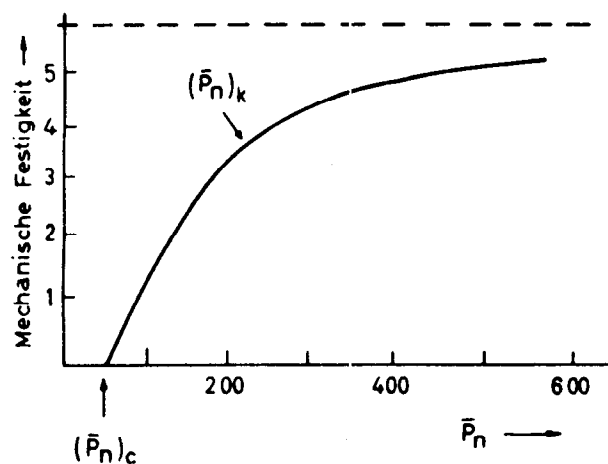


Abb. 2: Die mechanische Festigkeit als Funktion des Zahlenmittels des Polymerisationsgrades \bar{P}_n , schematisch (nach H. Mark¹¹)

Schon 1928 hatten *Clibbens* und *Ridge*¹⁰ quantitative Beziehungen zwischen Kettenlänge und Reißfestigkeit an Flachs und Baumwolle ausgearbeitet. Heute kann man verallgemeinern und die Festigkeit als Funktion des Zahlenmittels des Polymerisationsgrades P_n ausdrücken (Abb. 2).

Unterhalb des kritischen Polymerisationsgrades (P_n)_c sind die linearen Polymeren brüchige Pulver ohne Festigkeit. Oberhalb (P_n)_c nehmen wichtige mechanische Kennwerte, wie Reißfestigkeit, Bruchdehnung usw., mit steigender Kettenlänge zunächst rasch zu. Vom Polymerisationsgrad (P_n)_k an steigen die Eigenschaftswerte nur noch langsam, bis sie einen Grenzwert erreichen.

2. Faserproteine als Beispiele für Copolymere mit geordneter Sequenz

Zellulose und Nylon 6 sind bevorzugte Beispiele für lineare homopolymere Moleküle. Was leisten die Fasern bei der Konkretisierung des Copolymerenbegriffes?

*Platzer*¹² stellt fünf Typen von Copolymeren vor (Abb. 3):

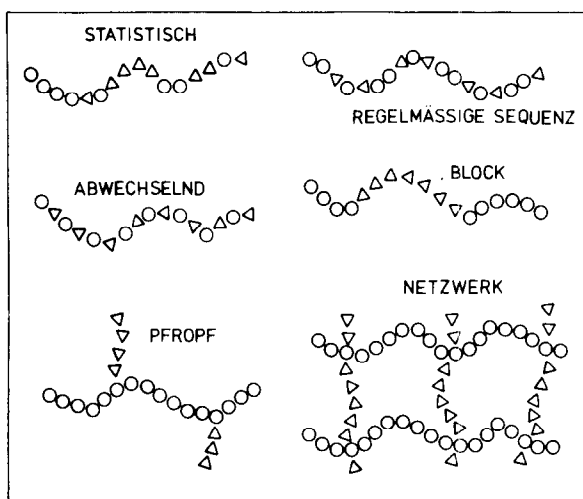


Abb. 3: Typen von Copolymeren [nach N. Platzer¹² (1976)]

Die einfacheren synthetischen Copolymeren bestehen laut dieser Abbildung aus zwei verschiedenen Monomeren. Bei der Biosynthese der Proteine werden aber zwanzig verschiedene Aminosäuren als Monomere in die lineare Peptidkette schrittweise eingebaut. Weitere drei Aminosäuren, nämlich Cystin, Hydroxyprolin und Hydroxylysin, entstehen nach der Biosynthese durch Umwandlung aus Cystein, Prolin und Lysin.

Die Aminosäuresequenz der Proteine ist genetisch determiniert, und jedes Protein hat seine eigene charakteristische Primärstruktur. Moleküle mit statistischer Reihenfolge sind mir im Reich der Proteine nicht bekannt. Unter den Faserproteinen finden sich aber Beispiele, bei denen Strukturen mit alternierenden Sequenzen, mit Block- und Pfropfsequenzen sowie mit Netzwerken vorkommen.

Tabelle 1 zeigt, daß in den kristallinen Bereichen des

Tabelle 1: Beispiele für Copolymere mit alternierenden Sequenzen bei Faserproteinen

Sequenzcopolymere bei Faserproteinen		
Sequenztyp	Sequenz	Faserprotein
(AB) _n	(Gly-X) _n	Chymotrypsinpräzipitat von gelöstem Seidenfibroin
(ABC) _n	(Gly-Pro-X) _n	helikale Bereiche im Kollagen
(ABCDE) _n	(Cys-Cys-Gln-Pro-X) _n	cystinreiche Keratine der Wolle
(ABCDEF) _n	(Ser-Gly-Ala-Gly-Ala-Gly) _n	Chymotrypsinpräzipitat von gelöstem Seidenfibroin

Gly = Glycin; Cys = Cystin; Gln = Glutamin; Pro = Prolin; Ser = Serin; Ala = Alanin; X = eine beliebige Aminosäure

Seidenfibroins die alternierende Sequenz Glycin-Alanin vorliegt und in den helikalen Bereichen des Kollagenmoleküls die Tripeptidsequenz Glycin-Prolin-X. Das Vorkommen des Glycylrestes in jeder dritten Position ist für die Eildung der nativen Tripelhelixstruktur obligatorisch. Im Seidenfibroin wiederholt sich die Hexapeptidsequenz Glycin-Alanin-Glycin-Alanin-Glycin-Serin, die in Substanz isoliert worden ist¹³ und deren Synthese durch *Schnabel*¹³ eine der ersten Partialsynthesen der kristallinen Bereiche einer Faser gewesen ist.

In den cystinreichen Keratinen wurde von *Swart et al.*¹⁴ eine sich wiederholende Pentapeptidsequenz gefunden, die darauf schließen läßt, daß es für die vielen heute bekannten cystinreichen Keratine ein einfacheres gemeinsames Protein als „Urahn“ gegeben haben muß.

Man könnte leicht manche weiteren Beispiele bringen, für Pfropfcopolymere beispielsweise Kollagen, bei dem Zuckerreste auf die Hydroxylysinseitenketten aufgepfropft sind, oder Leder, ein Werkstoff, der als Netzwerkcopolymeres aus Kollagenmolekülen und Gerbstoff aufgefaßt werden kann. Diese Beispiele mögen didaktisch nicht unproblematisch sein, wenn man an die komplexe Struktur der Proteine denkt. Dafür entschädigt aber die Tatsache, daß die vorgestellten Strukturen formelmäßig im Detail bewiesen worden sind, während man synthetische Copolymere nur in Ausnahmefällen exakt chemisch formulieren kann.

3. Die α-Helix der Wolle — eine epochemachende Sekundärstruktur

Die Sekundärstruktur beschreibt die räumliche Konformation einer einzelnen Polymerkette. Ein isoliertes lineares Kettenmolekül kann als ideales statistisches Knäuel mit n-Bindungen pro Kette 3ⁿ-Konformationen annehmen. Setzt man nach *Mandelkern*¹⁵ die Zahl der Bindungen n zu 10.000, dann wird 3^{10.000} = 10⁴⁷⁷¹. Dies ist eine Zahl von astronomischer Proportion, die man sich nicht vorstellen kann.

Das statistische Knäuel ist in hoch verdünnten Polymerlösungen bei Verwendung indifferenten Lösemittel verwirklicht. In den kristallinen Bereichen der Fasern

finden wir häufig die Konformation der gestreckten Kette, deren Dimensionen aus Faserröntgenogrammen abgeleitet werden. An der Entwicklung des Konzepts des kristallographischen Gitters aus Hauptvalenzketten läßt sich der gemeinsame Ursprung der Protein- und Polysaccharidforschung ableiten.

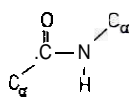
1925/26 publizierten Sponser und Doree¹⁶ ihr Zellulosemodell, das lange Kettenmoleküle vor- sieht. Etwa gleichzeitig beobachtete Katz¹⁷, daß amorpher Naturkautschuk beim Dehnen in eine hoch- orientierte kristalline faserige Form übergeht.

1928 postulierten Meyer und Mark¹⁸ für Natur- seide hochorientierte Langkettenmoleküle mit der alternierenden Sequenz Alanin-Glycin in der Peptid- kette. Kurz darauf erklärt Astbury¹⁹ das Faser- röntgenogramm von gedehnter Wolle (β -Keratin) ähnlich wie das der Seide mit gestreckten Peptidketten. Der Schritt zur Ableitung gestreckter Ketten mit der Zickzackkonformation für Perlon durch Brill²⁰ war nicht weit. Dieser erkannte auch, daß es die Wasser- stoffbrücken zwischen den maximal gestreckten Ketten der Polyamidkettenmoleküle sind, die diese zu Ketten- rosten verbinden. Nowotny²¹ ließ sich von dieser Publikation anregen, um das Astbury-Modell für β -Keratin zu modifizieren: die Rostebene sollte nicht mehr die Seitenkettenebene sein, sondern — wie bei den Polyamiden — die Wasserstoffbrückenebene.

Die Konformation der maximal zickzackförmig ge- streckten Kette war bei Zellulose und Perlon ver- wirrt, weil die röntgenographisch gemessenen Peri- oden mit den aus Atomabständen und Valenz- winkeln berechneten Größen übereinstimmten. Aber beim Fibroin und β -Keratin, beim Kollagen und erst recht bei der normalen ungedehnten Wolle fand man kürzere als die berechneten Röntgenperioden. Hier setzten die bahnbrechenden Arbeiten von Pauling²³ ein, deren Konsequenzen, die Doppelhelixstruktur der Desoxyribonucleinsäure und der beispiellose Erfolg der Molekularbiologie, noch heute nichts von ihrem Glanz eingebüßt haben, wofür 1974 kein Geringerer als Eigen²² in seinem Dornbirner Vortrag „Makro- moleküle im biologischen Raum“ ein beredtes Zeug- nis geboten hat.

In welcher Weise hat nun Pauling“ Anfang der 50er Jahre zur Konformationslehre von Makromolekülen beigetragen? Er fand die sogenannte Falthlattstruktur für Seide und 8-Keratin, bei der der Brill-Nowotnysche Kettenrost um die α -Kohlenstoffatome zieharmo- nikaartig gefaltet wird.

Pauling und Corey erkannten die planare Peptid- bindung



als den starren Baustein der Sekundärstruktur. Diese Elemente sind nur durch Rotation um die C-Atome gegeneinander beweglich (Abb. 4).

Faltet man den ebenen Kettenrost von Brill bzw. Nowotny um die C_{α} -Atome abwechselnd, also zieh- harmonikaartig, dann wird die Länge der Ketten ver- kürzt, die Seitenketten R an den C_{α} -Atomen werden dichter gepackt und die Struktur wird energetisch stabilisiert.

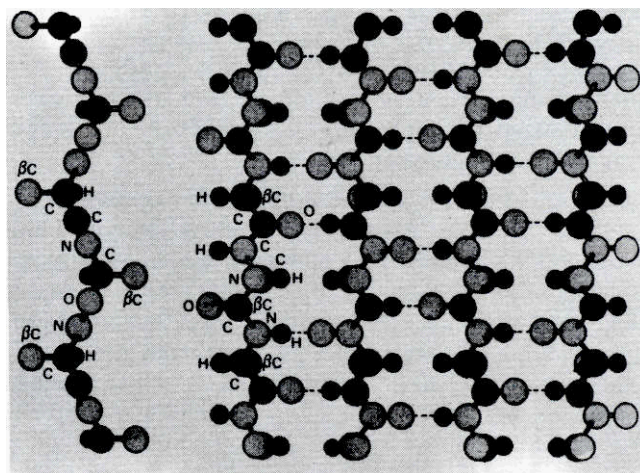


Abb. 4: Die β -Konformation von Polypeptidketten [nach R. E. Marsh, R. B. Corey und L. Pauling; Biochim. Biophys. Acta 16, 13 (1955)]

Noch bekannter wurde aber die Pauling- und Co- reysche α -Helix. Auf der Basis der Planarität der Carbonamidgruppe in der Peptidkette und der For- derung äquivalenter Raurlagen der durchweg aus L-Aminosäuren isotaktisch aufgebauten Peptidkette sowie einer maximalen Bildung intramolekularer Wasserstoffbrücken zwischen den Peptidbindungen er- gab sich eine rechtshändige Helix.

Man kann sich die α -Helix als eine Spiraltreppe mit 18 Stufen (Aminosäureresten) vorstellen, wobei jede Stufe 1,5 Å hoch ist und die Treppe fünf Windungen mit je 3,6 Aminosäureresten ausführt (Abb. 5). Durch die intramolekularen Wasserstoffbrücken parallel zur Helixachse ergibt sich eine sehr stabile Konfor- mation.

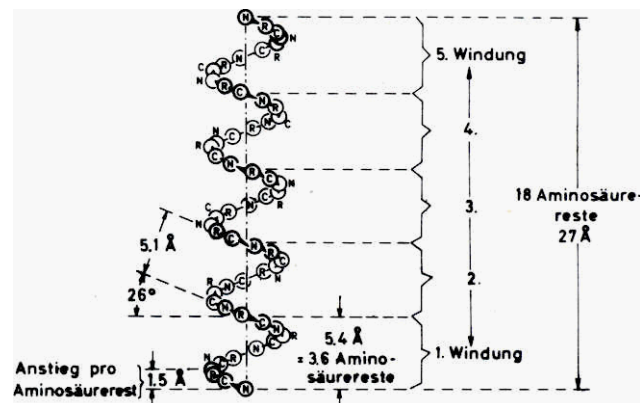


Abb. 5: Darstellung der α -Helix mit 3,6 Aminosäure- resten pro Windung; die angezeigten Dimensio- nen sind für diese Helix charakteristisch [nach R. B. Corey und L. Pauling; Proc. Int. Wool Text. Res. Conf. Australia, B 249 (1955)]

Abbildung 6 aus dem Lehrbuch von Mandelkern¹⁵ veranschaulicht besonders schön das allgemeine Bau- prinzip helikaler Konformationen von Kettenmolekü- len und die strukturellen Voraussetzungen. Beim iso- taktischen Polypropylen sind es die raumerfüllenden

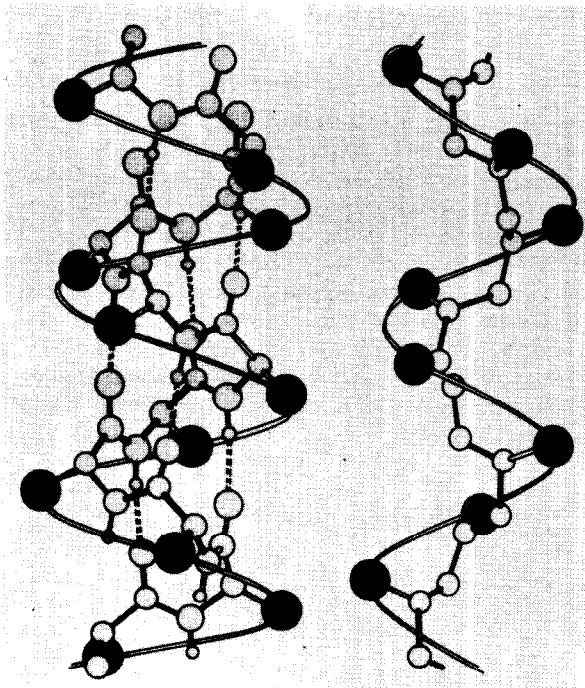


Abb. 6: Vergleich der α -Helix und der helikalen Struktur, die eine isotaktische Vinylkette annehmen kann [nach G. Natta und P. Corradini; Rubber Chem. Technol. 33, 703 (1960)]

Methylseitengruppen, die eine maximale Streckung der Ketten nicht mehr zulassen und eine helikale Konformation erzwingen.

4. Die Kollagenfibrille — ein Beispiel für eine Aggregation von Peptidketten

Eine zentrale Rolle in der Strukturlehre der makromolekularen Wissenschaft hat nicht nur die Konformation des einzelnen Moleküls (Sekundärstruktur), sondern auch die Frage nach der Raumstruktur des gesamten Moleküls (Tertiärstruktur) und die Aggregation von Makromolekülen zu multimolekularen Strukturen gespielt. Obwohl schon im 19. Jahrhundert zahlreiche Proteine in kristallisierter Form dargestellt wurden und obwohl Svedberg²⁴ mit der Ultrazentrifuge bei Proteinen einheitliche Molegewichte feststellte, ist es erst in unserer Epoche bewiesen worden, daß auch Makromoleküle eine definierte 100%ig kristalline Raumstruktur haben können, wenn sie aus einheitlichen Molekülen einer definierten Bausteinsequenz (Primärstruktur) bestehen. Diesen Beweis haben Perutz²⁵ und Kendrew²⁶ im Falle des Hämoglobins und Myoglobins geliefert.

Viele globuläre lösliche Proteine existieren — wie Myoglobin — als einkettige Einheiten, während andere — wie Hämoglobin — Aggregate aus Untereinheiten bilden. Faserproteine, wie Myosin, Fibrin, Keratin und Kollagen, sind in aggregierten Formen am stabilsten. Dies bedeutet, daß ihre nativen Strukturen sowohl durch intramolekulare Wechselwirkungen in ihrer Sekundär- und Tertiärstruktur als auch durch zwischenmolekulare Interaktionen determiniert werden (vgl. Anfinsen und Scheraga²⁷).

Bei den Fasern ist eine vollständige Aufklärung der dreidimensionalen Struktur bis heute nicht gelungen, ja man hatte lange — wie allgemein für Hochpoly-

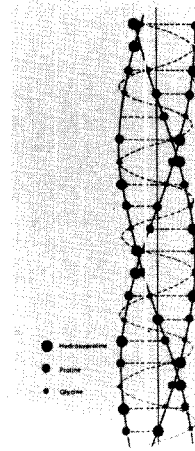


Abb. 7: Die Struktur des Tropokollagenmoleküls (Tripelhelix) [nach A. Rich und F. H. Crick; J. Molec. Biol. 3, 483 (1961)]

mere — angenommen, eine strenge dreidimensionale Ordnung könne sich nur in verhältnismäßig kleinen Bereichen innerhalb der Micellen verwirklichen. Die Oberflächen der Micellen könne man schon nicht mehr genauer definieren und erst recht nicht die amorphen Bereiche zwischen den Micellen. Die Fransenicelle von Hermann, Gerngroß und Abitz²⁸ blieb so jahrzehntelang die Leitvorstellung für übermolekulare Strukturen von Hochpolymeren.

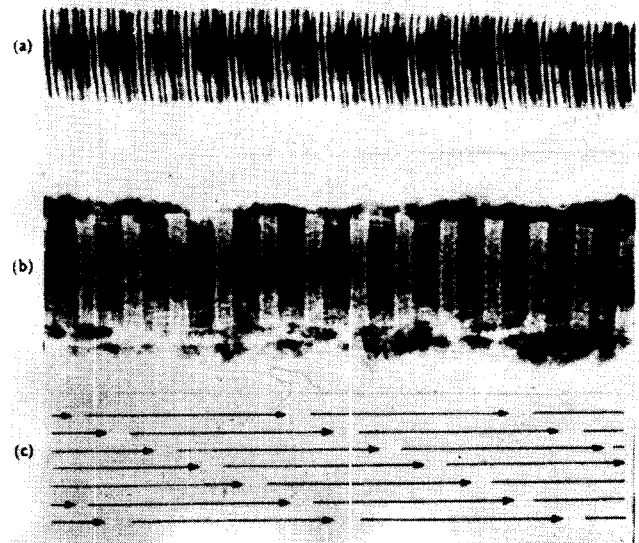


Abb. 8: Elektronenoptische Bilder von Kollagenfibrillen [nach K. Kühn; Naturwissenschaften 54, 101 (1967)]

- a) positiv anfärbt mit Phosphorwolframsäure und Uranylacetat (asymmetrisches Querstreifenmuster; Querstreifungsperiode 670 Å; 12 Querstreifen pro Periode)
- b) negativ anfärbt mit Phosphorwolframsäure bei pH 7 (die helleren Teile der Periode stellen die dichter gepackten, 300 Å langen Überlappungsbereiche der Moleküle dar)
- c) schematische Darstellung der Anordnung der Kollagenmoleküle in den Fibrillen (nach Hodge und Petruska; Aspects of Protein Structure, Academic Press, London 1963, S. 289—300)

Auf dem Hintergrund dieser Zusammenhänge kann die Entdeckung des Querstreifenmusters bei Kollagenfibrillen durch Wolpers²⁹ sowie Schmitt³⁰ im Jahre 1942 gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Hier wurde gezeigt, daß ein Faserprotein offensichtlich über Tausende von Å hinweg eine geordnete multimolekulare Struktur besitzen kann.

Abbildung 8 zeigt elektronenmikroskopische Bilder von Kollagenfibrillen, mit der im trockenen Zustand zu 670 Å gefundenen Querstreifung, und ein Schema, wie man sich die Entstehung dieser Periodizität heute in der Struktur der Kollagenmoleküle vorstellt: Das einzelne Kollagenmolekül besteht aus drei Ketten zu je 1000 Aminosäuren, die an bestimmten Stellen durch Querbrücken miteinander verbunden sind und eine Tripelhelix³¹ bilden (vgl. Abb. 7).

In diesen Blütejahren der Elektronenmikroskopie wurden in rascher Folge feinste Fibrillen, Mikro-fibrillen und Protofibrillen bei Wolle, Seide, Baumwolle und Rayon entdeckt. Es setzte sich mehr und mehr die Vorstellung von Ordnungen in viel größeren Bereichen als früher angenommen durch. Der Nachweis von kettenlängen-unabhängigen Langperioden-reflexen auf dem Meridian von Röntgenogrammen von Polyamidfasern durch Hess und Kiessig³² im Jahre 1943 führte zu einem neuen Zweiphasenmodell für Hochpolymere.

Diese Entwicklung kulminiert in der Entdeckung der Kettenfaltung bei aus verdünnter Lösung gewonnenen Einkristallen von Polyäthylen durch Keller³³. Diese bedeutende Entdeckung auf dem Gebiet der Polymerphysik gibt heute Anlaß zu grundlegenden Arbeiten über das Wesen der Polymerkristallisation. Eine der neuesten Darstellungen, wie man sich die Struktur von aus der Schmelze kristallisierten Polymeren vorstellt, sei in Abbildung 9 gegeben. Mandelkern³⁴ unterscheidet drei Phasen:

- die kristallinen Falten,
- die Grenzflächenregionen und
- die amorphen interkristallinen Bereiche.

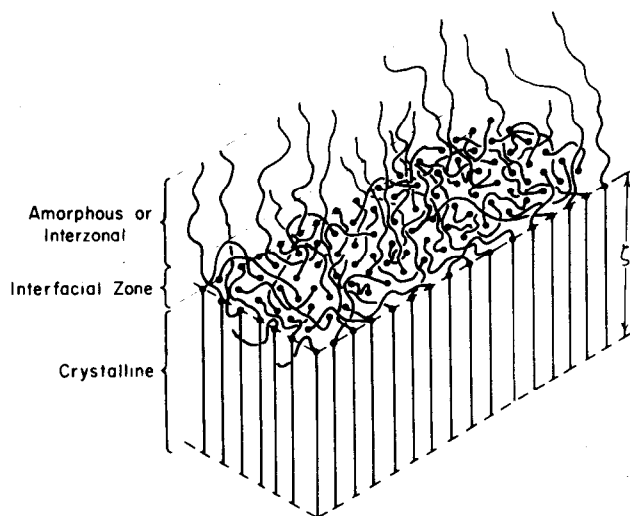


Abb. 9: Schematische Darstellung eines Kristallits mit kristallinen Bereichen, mit Grenzflächenzonen und mit amorphen oder interzonalen Bereichen [nach L. Mandelkern; Acc. Chem. Res. 9, 81 (1976)]

II. Die Multikomponentenfaser Wolle

1. Die chemische Zusammensetzung der Wolle

Von den Strukturterminen der makromolekularen Chemie hatten wir die Primärstruktur am Zellulosemolekül, eine wichtige Sekundärstruktur an der α -Helix der Wolle und gednetete Molekülaggregate am Kollagen erklärt. Cystinreiche Keratine der Wolle wurden als Beispiele für Copolymere mit sich wiederholenden Sequenzen genannt. Damit sind bereits die Stichworte gefallen, mit denen man häufig charakteristische Merkmale der Wollstruktur übervereinfacht ausdrückt. So sagt man, daß Wolle deswegen unlöslich sei, weil die Proteine durch Disulfidbrücken stark quervernetzt sind.

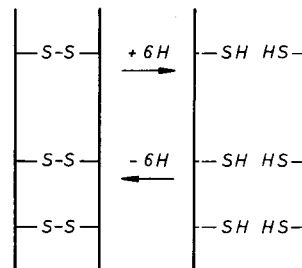


Abb. 10: Leitermodell für Keratinfasern: zwei Peptidketten werden durch Disulfidbrücken vernetzt; eine Spaltung der Brücken, beispielsweise durch Reduktion, isoliert die Ketten

Das Leitermodell in Abbildung 10 soll diesen Sachverhalt ausdrücken: Das Öffnen der Disulfidbrücken, beispielsweise durch ein Reduktionsmittel, ist eine Voraussetzung für die Auflösung der Wollproteine.

Die zugelastischen Eigenschaften der Wolle werden hauptsächlich auf der Grundlage der α -Helix interpretiert, die während des Fließbereichs in die entfaltete β -Konformation übergeht. Wenn wir aber die Wolle vollständig beschreiben wollen, so finden wir vom molekularen bis zum histologisch-morphologischen Bereich eine erstaunliche Multikomponentenstruktur. Im molekularen Bereich (Primärstruktur) enthält Wolle laut Tabelle 2 ca. 200 verschiedene makromolekulare Verbindungen.

Tabelle 2: Chemische Substanzen, aus denen sich die Wolle zusammensetzt

Keratine (ca. 80 %)	cystinarme, 3 Familien cystinreiche, 4 Familien glycintyrosinreiche Substanzen 6 Familien	20 Individuen 100 Individuen 50 Individuen
Nichtkeratinproteine (ca. 17 %)	Zellkernproteine Cytoplasmproteine Membranproteine	
sonstige makromolekulare Substanzen (ca. 1,5 %)	Polysaccharide Nucleinsäuren	
niedermolekulare Substanzen (ca. 1,5 %)	Lipide anorganische Verbindungen	

80 Prozent der Wolle bestehen aus Keratinen. Diese werden in drei Klassen eingeteilt:

- a) in die cystinreichen,
- b) in die cystinarmen und
- c) in die erst in den 60er Jahren entdeckten glycin- und tyrosinreichen Keratine.

In jeder Klasse unterscheidet man mehrere Familien, und jede Familie besteht aus vielen Individuen. Insgesamt zählt man heute ca. 170 Keratinmoleküle mit verschiedenen Primärstrukturen. Am meisten weiß man über die cystinreichen Keratine, und zwar in den drei Molgewichtsfamilien 11.000, 16.000 und 19.000 (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: Einige Daten über drei Familien cystinreicher Keratine von Wolle und Mohair [nach L. S. Swart, F. J. Joubert und D. Parris; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen, 2.—11. 9. 1975; Vol. II, 254 (1976)]

Molgewicht in Dalton	11.000	16.000	19.000
Zahl der Aminosäuren	97—98	130—132	152, 157 oder 172
Nettoladung	leicht basisch	stark basisch	leicht basisch
Verteilung des Cystins	eine S-reiche Hälfte mit 7 % S, eine S-arme mit 3 % S	Cystein gleichmäßig verteilt	
Amino-Terminus	Acetyl-Ala-Cys-Cys	Threonin-	Acetyl-Ala-Cys-Cys

Die komplette Aminosäuresequenz wurde bei rund zehn cystinreichen Keratinen in den letzten Jahren hauptsächlich durch Joubert, Swart und Mitarbeiter³⁵ aufgeklärt. Abbildung 11 gibt die Strukturformel der 16.000 Dalton Proteine.

Rund 20 Prozent der Wolle bestehen nicht aus Keratin. 17 Prozent sind sogenannte Nichtkeratinproteine. Sie unterscheiden sich von den Keratinen durch ihren niedrigen Cystingehalt und ihre Resistenz gegen keratinspezifische Abbaumethoden. Über die Hälfte dieser im einzelnen noch weitgehend unbekannt Proteine

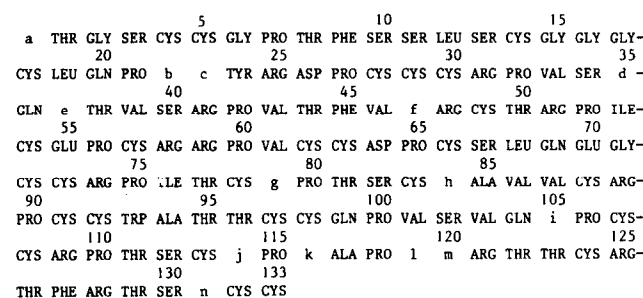


Abb. 11: Primärstruktur (Aminosäuresequenz) von cystinreichen Keratinen der 16.000 Dalton-Familie von Wolle und Mohair; die kleinen Buchstaben bedeuten Positionen mit variablen Aminosäurebesetzungen [nach L. S. Swart, F. J. Joubert und D. Parris; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen, 2.—11. 9. 1975; Vol. II, 254 (1976)]

läßt sich aus Wolle durch Einwirkung von Enzymen in Lösung bringen³⁶. Irene Schmitz³⁷ hat in ihrer Aachener Dissertation gefunden, daß der Gehalt an Isopeptid in einem enzymlöslichen Anteil der Wolle N_ε[γ-Glutamyl]-lysin (vgl. Abb. 12) 50 bis 70 Mikromol/g beträgt.

Isopeptidquerbrücken können die Unlöslichkeit dieser Proteine ähnlich erklären wie Cystinbrücken die der Keratine.

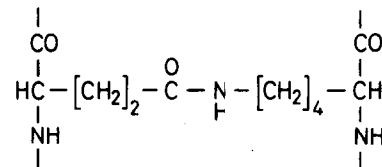


Abb. 12: Strukturformel von N_ε[γ-Glutamyl]-lysin

2. Wolle als Verbundstoff

Diese an die 200 verschiedenen chemischen Konstituenten bilden aber nicht wie bei Polyblends Mischungen, sondern sind histochemisch zu lokalisierende Bestandteile der verhornten Zellen und interzellulären Strukturen. Bis 1953 reichte das Reumuthsche Modell³⁸ für eine morphologische Beschreibung der Wolle aus (Abb. 13).

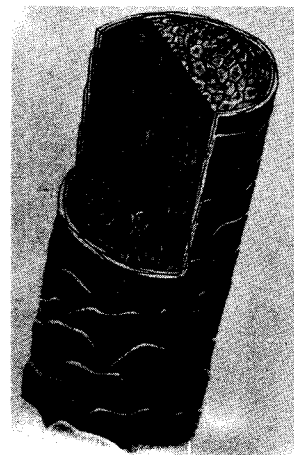


Abb. 13: Halbschematische Darstellung einer mittelfeinen, markfreien Schafwolle; schematisiert auf Grund zahlreicher Mikrophotographien [nach H. Reumuth; Melliand Textilber. 23(1) 53 (1942)]

Dann kam die Entdeckung der bilateralen Struktur durch Horio und Kondo³⁹, und man modifizierte das Reumuth-Modell und zeichnete Ortho- und Paracortex ein (Abb. 14).

Wenn man aber alle, auch die im Elektronenmikroskop nachgewiesenen histologischen Komponenten der Wolle vorführen möchte, sind diese Modelle zu pauschal. Wir bevorzugen daher das Sikorski-Modell⁴⁰, das die wichtigsten morphologischen Komponenten der Cuticula und des Cortex einer gekräuselten, feinen Wolle zeigt (Abb. 15).

Die quantitative Zusammensetzung von Merinowolle aus ca. 10 Prozent Cuticula, 4 Prozent Zellmembrankomplex und 86 Prozent Cortex wird in Tabelle 4 wiedergegeben.

Um nicht allein die Wolle als Multikomponentenfaser abzuhandeln, möchte ich an eine Abbildung aus dem Dornbirner Vortrag von Heuberger und Ultee¹¹ über Bikomponentenfaser anknüpfen (Abb. 16).

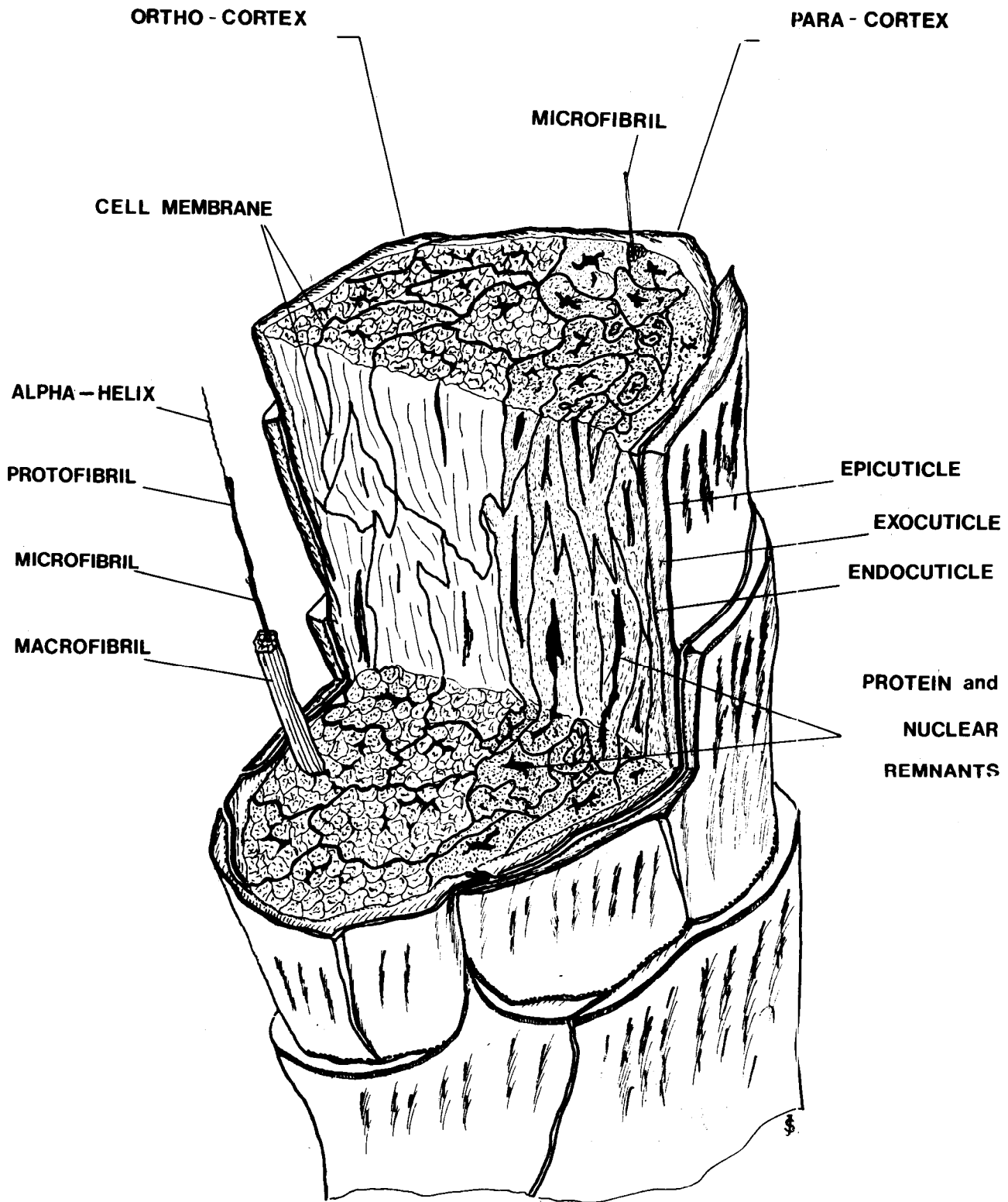


Abb. 15: Skizze von Längs- und Querschnitt einer feinen Wollfaser; gezeigt werden die wichtigeren Komponenten der Cuticula (Epi-, Exo- und Endocuticula) und des in Ortho- und Paracortex gegliederten Faserstamms; Zellmembrankomplex, Zellkernreste, Makro- und Mikro fibrillen in den Cortezellen [nach M. G. Dobb, F. R. Johnston, J. A. Nott, L. Oster, J. Sikorski und W. S. Simpson; J. Text. Inst. 52, 153 (1961)]

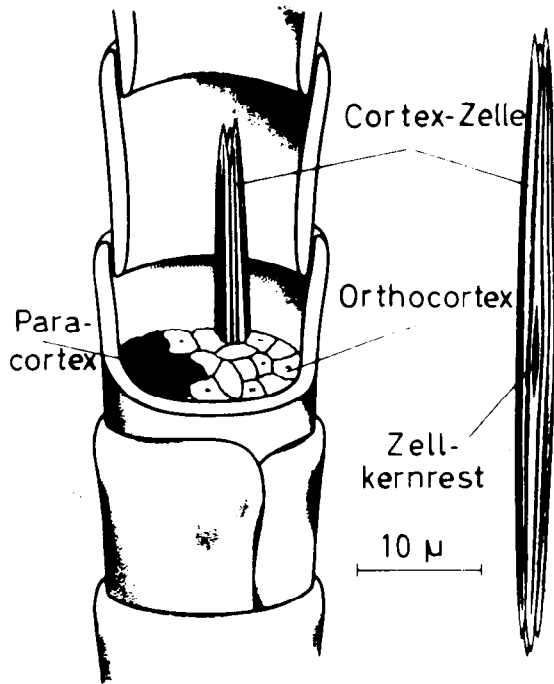


Abb. 14: Wollfasermodell [nach R. D. B. Fraser und F. G. Lennox; Text. J. Australia 37, 120 (1962)]

Bilateralstruktur der Wolle durch Horio und Kondo⁴³ (Abb. 17) gewürdigt und betont, daß es sich bei Wolle und ionisch modifizierten Acrylfasern um reversible Bikomponentenkräuselfasern handelt.

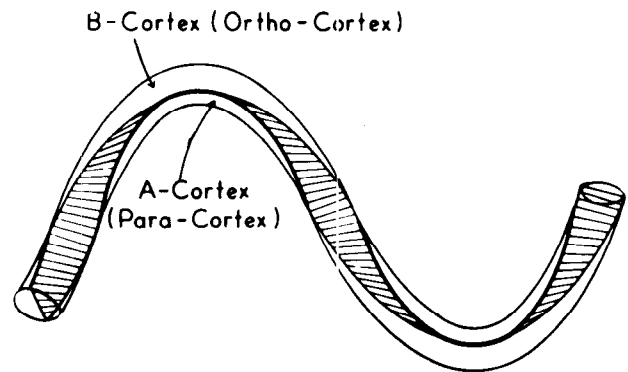


Abb. 17: Nomenklatur, um die beiden Cortextypen zu unterscheiden [nach M. Horio: "The Theory of Crimp of Textile Fibres"; Memoir of Faculty of Engineering, Kyoto University 26, 222 (1964)]

Tabelle 4: Morphologische Komponenten in Merinowolle [nach J. H. Bradbury; Adv. Prot. Chem. 27, 111 (1973)]

Komponenten in Merinowolle	Gew.	%
Cuticula		10
Exocuticula	6,4	
Endocuticula	3,6	
Zellmembrankomplex		4
Lipide	1,0	
lösliche Proteine	1,5	
resistente Membranen	1,5	
Cortex		86
Zellkernreste + intermakro-fibrilläres Material	13,0	
Makrofibrillen	73,0	
Summe	100,0	100

Der Mantel-Kern-Typ ist bei größerer Wolle als Dreikomponententyp verwirklicht, und zwar durch den Aufbau aus Cuticula als Mantel, Cortex als Faserstamm und Medulla als zentrale Markschicht (Abb. 18).

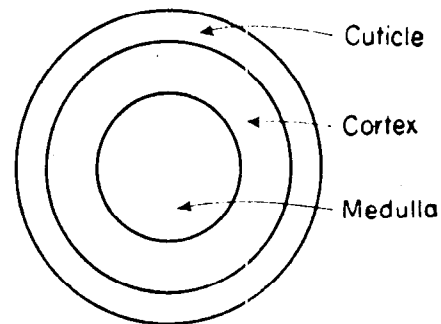


Abb. 18: Wolle als Mantel-Kern-Faser mit Mark-Cortex-Cuticula [nach E. H. Mercer; Int. Ser. Monogr. Pure Appl. Biol. 33, 71 (1961)]

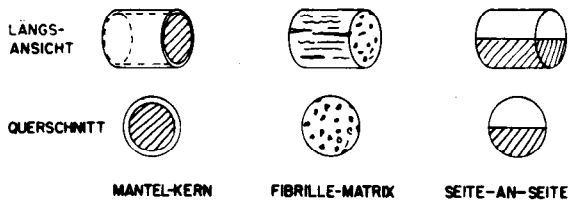


Abb. 16: Typen von Bikomponentenfasern [nach O. Heuberger und A. J. Ultee; Lenzinger Ber. 38, 154 (1975)]

Danach unterscheidet man zwischen drei verschiedenen Typen bikomponenter Fasergebilde. Mit dem kommerziell bedeutendsten Seite-an-Seite-Typ, in dem die beiden Komponenten exzentrisch angebracht sind und entlang der ganzen Faser verlaufen, befaßte sich der zitierte Beitrag. Dabei wurde die Entdeckung der

Wolle kann weiterhin als ein Beispiel für einen Verbundwerkstoff angesehen werden, bei dem ein sich durchdringendes Netzwerk mit einer zweiten Komponente gefüllt ist. Das Netzwerk bildet bei Wolle der Zellmembrankomplex, und Füllsubstanz ist der fibrilläre Inhalt der Cortexzellen. Dieser Zellinhalt erweist sich aber wiederum seinerseits als ein Verbund aus Makrofibrillen im intermakrofibrillären Zement als Matrix. Die einzelnen Makrofibrillen zeigen im Elektronenmikroskop ihrerseits eine Fibrille-Matrixstruktur (Tab. 5).

Über die Struktur von Mikrofibrille und Matrix wird seit Jahren intensiv gearbeitet. Ausgezeichnete zusammenfassende Darstellungen sind hierüber bereits erschienen (Crewther^{43,44}, Bradbury⁴⁵, Fraser, MacRae und Rogers⁴⁶).

Tabelle 5: Wolle als Verbundwerkstoff

Verbund	Typ	1. Komponente	2. Komponente	3. Komponente
Wollfaser	Mantel-Kern	Cuticula	Cortex	Mark
Cortex	Seite-an-Seite	Orthocortex	Paracortex	
Cortex	Fibrille in Netzwerk	fibrilläres Keratin in der Cortexzelle	Zellmembrankomplex	
Cortexzelleninhalt	Fibrille-Matrix	Makrofibrillen	intermakrofibrillärer Zement	
Makrofibrille	Fibrille-Matrix	Mikrofibrillen	Matrix	

Trotz vieler ungelöster Probleme ist also dieses Bikomponentensystem jedem Faserforscher geläufig. Bei den beiden anderen Systemen unserer Tabelle ist der fibrilläre Inhalt der Cortexzelle seit langem bekannt, der Zellmembrankomplex aber erst seit 1954⁴⁷. Makrofibrillen wurden 1941 erstmals nachgewiesen⁴⁸. Die Bedeutung des 1957 klar definierten intermakrofibrillären Materials⁴⁹ für das Verbundsystem in der Cortexzelle ist aber erst 1975 allgemein aufgefallen, weil sich bei der 5. Internationalen Wolltextil-Forschungskonferenz mehrere ausgezeichnete Arbeiten aus verschiedenen Laboratorien mit diesem Zement eingehend beschäftigten. Daher sind die beiden nächsten Kapitel diesen beiden Komponenten, den Zellmembranen und dem intermakrofibrillären Zement, gewidmet.

3. Der Zellmembrankomplex

Der Zellmembrankomplex hüllt die Keratinfibrillen in den Zellen vollständig ein. Schon im Lichtmikroskop kann man das Netzwerk nach geeigneter Vorbehandlung erkennen (A p p l e y a r d und D y m o k e⁵⁰). In der Wollfaser bindet der Zellmembrankomplex das Keratin in den Zellen zu einem mechanisch kontinuierlichen Material. Der kombinierte Effekt der Disulfidquervernetzung im Keratin und die Ausbildung des Zellmembrankomplexes geben der Wolle eine hohe Temperaturbeständigkeit im trockenen Zustand und bei Temperaturen unter 100°C auch im nassen Zustand. Wolle liefert eines der wenigen Beispiele für ein "interpenetrating network composite", also für ein Verbundsystem aus einer Komponente — hier fibrilläres Keratin in einem sich durchdringenden Netzwerk aus einer zweiten Komponente. N i e l s e n⁵¹ schreibt in seiner Monographie über mechanische Eigenschaften von Polymeren und Composites, daß es sich bei diesem Typ eines Verbundsystems um ein unerforschtes Gebiet handle.

Die Bedeutung dieses Netzwerksystems für die Wolle erkennt man, wenn man Teile des Zellmembrankomplexes des Cortex auflöst, was durch Einwirkung von Enzymen oder von Ameisensäure erfolgen kann. Danach werden die Cortexzellen isoliert. Schließlich zerfällt das ganze Wollhaar. Die beiden Abbildungen von

M e r c e r, F a r r a n t und R e e s⁵² veranschaulichen das Netzwerksystem in zweifacher Weise:

- einmal hat man die Membranen enzymatisch aufgelöst, und die enzymresistenten fibrillären Keratine in den Zellen sind übriggeblieben,
- zum anderen wurden die Keratine chemisch abgebaut und in Lösung gebracht, wonach die Zellmembranen und Zellkernreste übriggeblieben sind (Abb. 19).

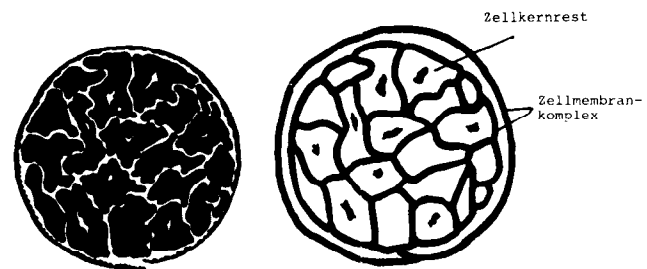


Abb. 19: Schema zur Veranschaulichung der Cortexzellenstruktur; schematische Querschnittsbilder von enzymatisch vorbehandelter Wolle [nach E. H. Mercer, J. L. Farrant und A. L. G. Rees; Proc. 1. Int. Wool Text. Res. Conf. Australia, F 120 (1955)]

- Links: Die enzymresistenten Keratine in der Exocuticula und in den Cortexzellen sind schwarz gezeichnet. Die internen Zellmembranen und die Zellkernreste sind in Lösung gegangen.
- Rechts: Dieses Mal sind die Zellmembranen und die Zellkernreste, die nach chemischem Abbau der Keratine übrigbleiben, schwarz dargestellt.

Wie stellt man sich heute die Feinstruktur des Zellmembrankomplexes vor, und wie ist er entstanden?

Der Name „Komplex“ sagt bereits, daß es sich nicht nur um die Plasmamembranen der benachbarten Zellen handelt, die den Komplex bilden, sondern daß weitere Komponenten hinzukommen. Vereinfacht läßt sich sagen, daß der Komplex aus den Plasmamembranen und den sich anschließenden Schichten in der Zelle und einer zentralen δ-Schicht, dem interzellulären Zement, besteht. Wie man sich nach C a l v i n⁵³ gegenwärtig die Struktur einer Membran vorstellt, zeigt Abbildung 20. Kernstück ist die Lipiddoppelmembran, in die die Membranproteine verschieden tief eingetaucht sind, das heißt, die Membran besteht aus der Lipiddoppelmembran und den Membranproteinen.

Bei Wolle wird der Zellmembrankomplex im Haarfollikel aus den beiden biologischen Membranen der lebenden Zellen im Verlauf des Keratinisierungsprozesses gebildet. Abbildung 21 zeigt, wie die Plasmamembranen von zwei sich entwickelnden Zellen noch getrennt sind, wie sie sich verändern und durch Ablagerung eines interzellulären Zements, der sogenannten δ-Schicht (nach B i r b e c k und M e r c e r⁵⁴), miteinander verkittet werden. Aber auch die ursprünglichen Zellmembranen verändern sich, und die inerte Lipidschicht wird aufgeweitet.

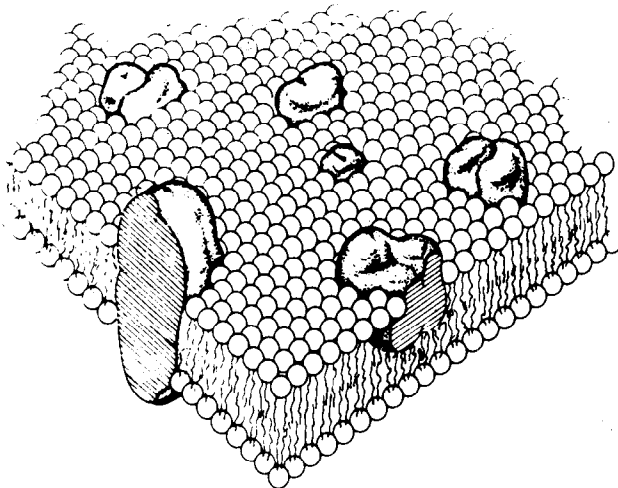


Abb. 20: Gegenwärtiges Modell der Membranstruktur [nach S. J. Singer und G. L. Nicolson; Science 175, 720 (1972)]

Wichtig ist, daß sich im Verlauf des Keratinisierungsprozesses auch innerhalb der Zellen auf der Innenseite der Membran eine Schicht, die intrazelluläre Schicht, abgelagert hat. Elektronenmikroskopisch und

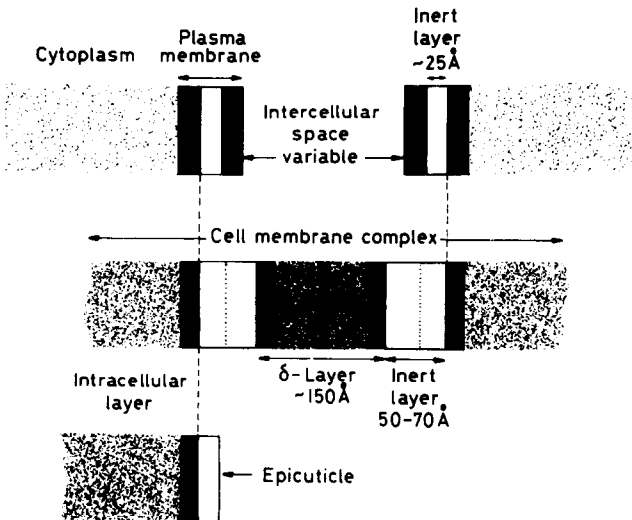


Abb. 21: Diagramm zur Illustration der Natur des Zellmembrankomplexes in keratinisierten Geweben [nach R. D. B. Fraser, T. P. MacRae und G. E. Rogers: "Keratins — Their Composition, Structure and Biosynthesis"; Charles Thomas Springfield, Illinois/USA (1972)]

- Oben: Die Plasmamembranen von zwei sich entwickelnden Zellen sind noch getrennt.
- Mitte: Die Plasmamembranen haben sich verändert und sind durch Ablagerung von Proteinmaterial in der δ -Schicht miteinander verkittet. Auch innerhalb der Plasmazellen hat sich eine Schicht variabler Dicke während der Keratinisierung abgelagert. Der Zellmembrankomplex besteht aus diesen beiden intrazellulären Schichten, den beiden Plasmamembranen und der zentralen δ -Schicht.
- Unten: Die Epicuticula von keratinisiertem Haar ist wahrscheinlich aus der inerten Schicht der Plasmamembran der äußersten Cuticulazelle abgeleitet.

histochemisch besteht also der Zellmembrankomplex aus neun Schichten (Abb. 21).

Der ganze Zellmembrankomplex ist etwa 250 Å breit, wovon die Hälfte auf die δ -Schicht entfällt. Die chemische Zusammensetzung dieser δ -Schicht ist nach Nakamura et al.⁵⁵ in der Cuticula ähnlich wie bei der Endocuticula. Auch morphologisch bestehen Beziehungen zur Endocuticula, was sich auf elektronenmikroskopischen Bildern durch Brücken zwischen beiden morphologischen Komponenten erkennen läßt (Abbildung 22).

Der interzelluläre Zement der δ -Schicht besteht aus Nichtkeratinproteinen. Diese Membranen des Cortex lassen sich mit Ameisensäure extrahieren.

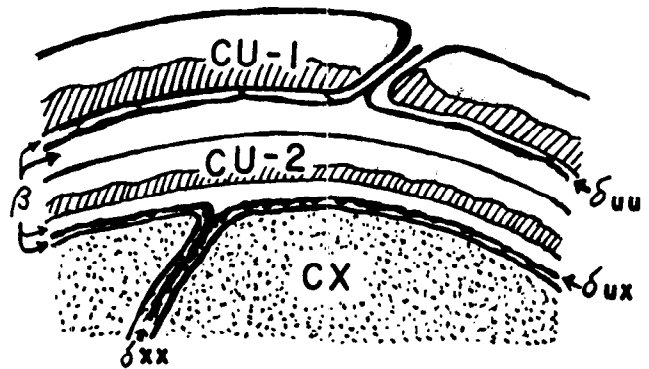


Abb. 22: Schematische Darstellung der δ - und β -Schichten in der Cuticula (CU) und im Cortex (CX); δ_{ux} ist die Schicht zwischen einer Cuticula- und einer Cortezelle [nach Y. Nakamura, T. Kanoh, T. Kondo und H. Inagaki; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975, Vol. II, 23 (1976)]

4. Der intermakroibrilläre Zement

Wir haben den Faserstamm der Wolle als ein Verbundsystem von Keratinfibrillen in einem Netzwerk des Zellmembrankomplexes⁵⁶ kennengelernt. Wir wollen uns jetzt mit dem etwas vagen Begriff der „Keratinfibrillen“ beschäftigen:

Das fibrilläre Keratin wird in den Zellen gebildet und kann isoliert werden, wenn man den Zellmembrankomplex zerstört. Dabei findet man 0,3 μ dicke Fibrillen, die man heute „Makroibrillen“ nennt. Die Makroibrillen sind besonders deutlich im Orthocortex zu erkennen, weil sie durch sogenanntes intermakroibrilläres Material voneinander getrennt sind. Dies geht anschaulich aus einem Schema von Mercer, Farrant und Rees⁵² hervor (Abb. 23).

Wie ist dieser Zement entstanden?

Bei der Entwicklung der Makroibrillen im Follikel durch seitliche Anlagerung der noch feineren Mikroibrillen wurden sowohl Zellkernreste wie auch Cytoplasmareste der ursprünglichen Zelle in den Zwischenräumen zwischen den Makroibrillen eingeschlossen. Es sind also die Cytoplasmatrümmer der Zelle, die das intermakroibrilläre Material bilden. Das erkennt man noch deutlicher, wenn man die Keratinfibrillen mit Thioglykolsäure partiell in Lösung bringt (Rogers⁵⁷). Entdeckt wurden die Makroibrillen sowohl lichtmikroskopisch (Hock et al.⁵⁸) als auch elektronenmikroskopisch⁴⁸.

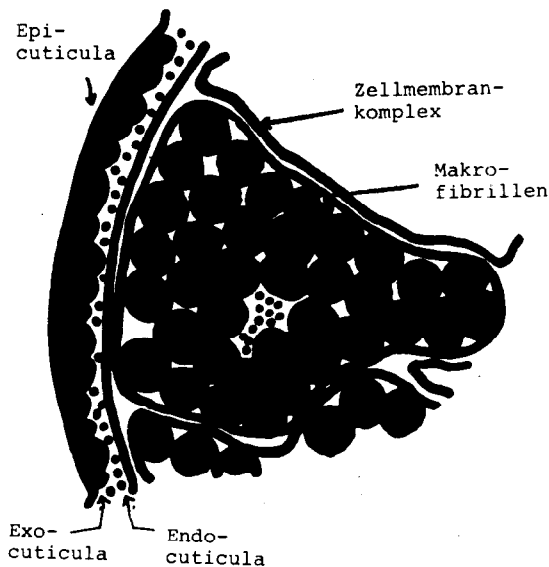


Abb. 23: Querschnittssector von Wolle in schematischer Darstellung: Man erkennt Teile einer Cuticula-zelle und eine ganze Cortexzelle mit Zellmembran und Makrofibrillen. Das intermakrofibrilläre Material ist enzymatisch herausgelöst worden [nach E. H. Mercer, J. L. Farrant und A. L. G. Rees; Proc. 1. Int. Wool Text. Res. Conf. Australia, F 120 (1955)]

Chemisch handelt es sich sowohl beim intermakrofibrillären Zement wie bei den Zellkernresten hauptsächlich um Nichtkeratinproteine.

Wenn man weiß, daß 15 Prozent des Cortex oder rund 13 Prozent der ganzen Faser aus solchen Cytoplasma- und Zellkernresten bestehen, dann muß man sich fragen, welche physikalischen und welche chemischen Eigenschaften diese Substanzen haben und welche Rolle jenen für die Fasereigenschaften zukommt.

Was das Verbundsystem anbelangt, so ist festzuhalten, daß die intrazellulären Keratinfibrillen im Netzwerk des Zellmembrankomplexes ihrerseits einen Verbund von Makrofibrillen im intermakrofibrillären Material als Zement darstellen. Für die Bruchforschung sind auch die Zellkernreste wichtig, die als mechanische Schwachstellen angesehen werden müssen.

5. Die Rolle der Nichtkeratinkomponenten für Festigkeit und Gebrauchstüchtigkeit

Wir haben wiederholt die Wollfaser als einen Verbund von Keratinfibrillen in einem kontinuierlichen Netzwerk von Zellmembrankomplexen betrachtet. Eine trockene Wollfaser verhält sich mechanisch wie ein isotroper Körper. Mechanische Beanspruchungen an der feuchten Faser enthüllen die mechanische Anisotropie. Man vergleiche den Einfluß der Feuchtigkeit auf den Längs- und den Biegemodul (nach Bendit und Feughelman⁵⁹, Abb. 24).

Feughelman⁶⁰ deutet diese Anisotropie mit der Schwächung der cystinreichen Keratine, in die die cystinarmen Mikro fibrillen eingebettet sind. Der Vortragende glaubt aber, daß es die Nichtkeratine sind, die am stärksten quellen, gefolgt von den cystinarmen Keratinen in den Mikro fibrillen, während die cystinreichen Keratine infolge ihrer hohen Cystinbrückenvernetzung am wenigsten quellen dürften.

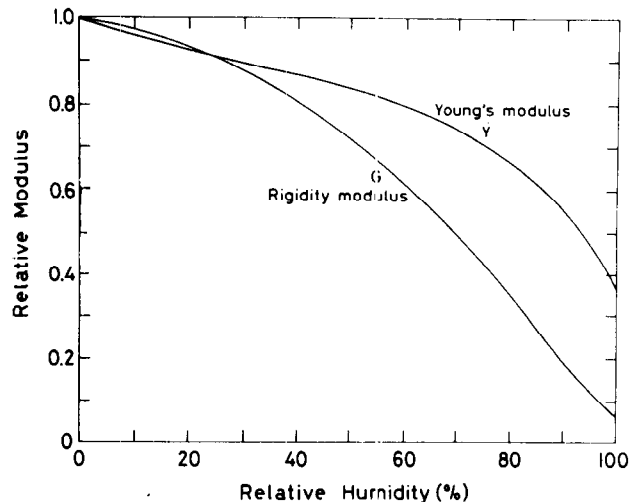


Abb. 24: Abhängigkeit der Elastizitätsmoduli Y (Zug) und G (Torsion) von der relativen Feuchte [nach E. Bendit und M. Feughelman; Encyclop. Polymer Sci. Technol. 8, 1 (1968), John Wiley, New York]

In der folgenden Tabelle wird versucht, einen Kennwert Q für die Quellfähigkeit der Komponenten abzuleiten (Tab. 6). Wir addieren die sauren und die basischen Aminosäuren als die wichtigsten Träger von Plätzen für die Adsorption von Wasser und teilen deren Summe A durch die Zahl B der Halbcysteinreste, weil die Cystinbrücken der Quellung entgegenwirken.

Die dabei erhaltenen Quotienten liegen bei den Nichtkeratinen zwischen 9 und 14 und bei den Keratinen zwischen 1 und 5. Diese übervereinfachte Betrachtungsweise bedarf noch einer gründlichen Überarbeitung, insbesondere einer Gewichtung nach dem Anteil der Komponenten. So dürften etwa 40 Prozent des Quellungswassers in den cystinarmen Keratinen sitzen, weil diese rund 45 Prozent der Wolle stellen, und etwa 40 Prozent in den Nichtkeratinen, der Rest in den cystinreichen Keratinen. Argumente für diese Hypothese bilden die Ergebnisse über die Bruchmorphologie von Woll- und Mohairfasern, die in flüssigem Stickstoff, in Luft und in 60 °C warmem Wasser gedehnt wurden (nach Dobb und Murray⁶⁶).

Brüche in flüssigem Stickstoff liefern unregelmäßige Profile, wie man sie bei Verbundwerkstoffen mit einer statistischen Verteilung von ähnlich schwachen Punkten (statistisches Versagen) kennt. Morphologisch spezifische Bruchwege wurden nicht gefunden (Abb. 25, oben).

Beim Reißen in Luft treten granular texturierte Bruchstellen senkrecht zur Faser auf. Sie sind typisch für einen Bruch von Verbundwerkstoffen mit starken Grenzflächen zwischen den Komponenten. Eine Abweichung vom primären Bruchweg zeigt sich an dem herausragenden Stück Cuticula, was auf eine relativ schwache Adhäsion zwischen Cortex und Cuticula hinweist.

Ganz andere Bruchflächen ergeben sich beim Reißen einer Faser in 60 °C warmem Wasser. Man findet nun eine extensive longitudinale Reißwanderung, wie sie bei einfachen Verbundwerkstoffen infolge schwacher Grenzflächen zwischen der „Matrix“ und der hauptsächlich lasttragenden Komponente auftritt. Tatsäch-

Tabelle 6: Berechnung einer Maßzahl für die Quellbarkeit von Komponenten der Wolle; die Summe der basischen und sauren Aminosäuren wird durch den Gehalt an Halbcystinresten geteilt.

Aminosäuren in Mol-%	Nichtkeratine			Keratine			
	lösliche Membran- proteine (Bradbury et al. ⁶¹ , 1968)	Zement* (Peters und Bradbury ⁶² , 1972)	Endocuticula (Bradbury und Ley ⁶³ , 1972)	cystinarne Keratine (Crewther et al. ⁴³ , 1965)	tyrosinreiche Keratine (Brunner et al. ⁶⁴ , 1971)	cystinreiche Keratine (Lindley et al. ⁶⁵ , 1971)	Exocuticula (Bradbury und Ley ⁶³ , 1972)
Arginin	6,2	6,2	5,0	7,3	5,6	6,7	4,8
Lysin	4,7	6,5	4,2	4,1	0,7	0,7	2,1
Histidin	1,7	1,7	1,1	0,7	1,0	0,9	0,5
Asparaginsäure + Asparagin	7,3	9,9	7,4	8,1	4,0	4,1	2,1
Glutaminsäure + Glutamin	10,5	11,2	10,3	14,1	3,4	6,4	8,5
Summe A	30,4	35,5	28,0	34,3	14,7	18,8	18,0
Halbcystin + Cysteinsäure B	2,2	3,1	3,1	6,8	7,4	17,9	19,9
Q = A/B	13,8	11,5	9,0	5,0	1,9	1,1	0,9

* Zement-Zellkernreste + intermakrofibrilläres Material

lich verliefen die longitudinalen Rißwege überwiegend längs der Zellmembranen und den Grenzlinien der Makrofibrillen. Es ist nach Dobb und Murray⁶⁶ klar, daß es die Nichtkeratine der Faser sind, die bei der kombinierten Einwirkung von Wasser und Wärme bevorzugt geschwächt werden.

Daß Nichtkeratine zu Schwachstellen in der Wolle werden können, haben auch Nakamura et al.⁵⁵ 1975 beim Verdrillen von Fasern in 80%iger Dichloressigsäure gefunden. Läßt man auf die verdrillte und gequollene Faser Ultraschall einwirken, so entstehen im Zellmembrankomplex des Paracortex die ersten Risse. Auch Dehnen einer verdrillten Faser in Methanol bei 60°C führte primär zu einem Aufreißen des Zellmembrankomplexes im Paracortex.

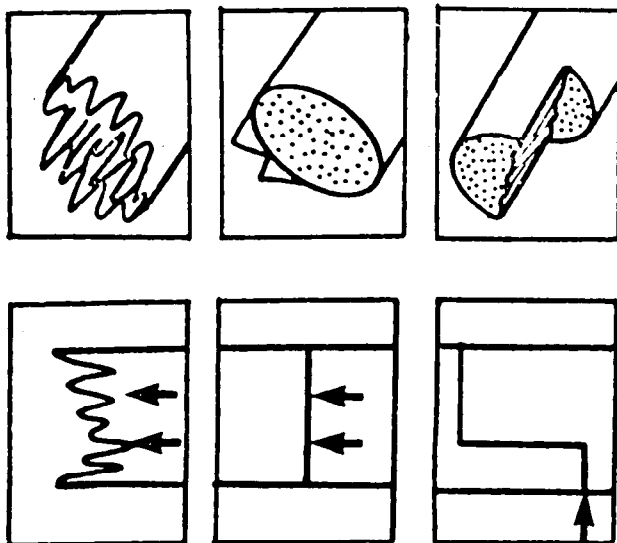


Abb. 25: Wichtigste Bruchflächen bei Kap-Mohair und Wolle beim Reißen in flüssigem Stickstoff (oben), in Luft (Mitte) und in 60°C warmem Wasser (unten) — [nach M. G. Dobb und R. Murray; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975, Vol. II, 1 (1976)]

Ein instruktives Beispiel für die Rolle der Nichtkeratine bei mechanischen Eigenschaften liefert die Morphologie der Abnutzung von Wolle in einem Teppich. Hier kommt es, wie Orwin und Thomson⁶⁷ 1975 gezeigt haben, zu folgenden Stufen der Abnutzung:

Stufe 1: Die Cuticulaschichten trennen sich im Zellmembrankomplex oder in der Endocuticula.

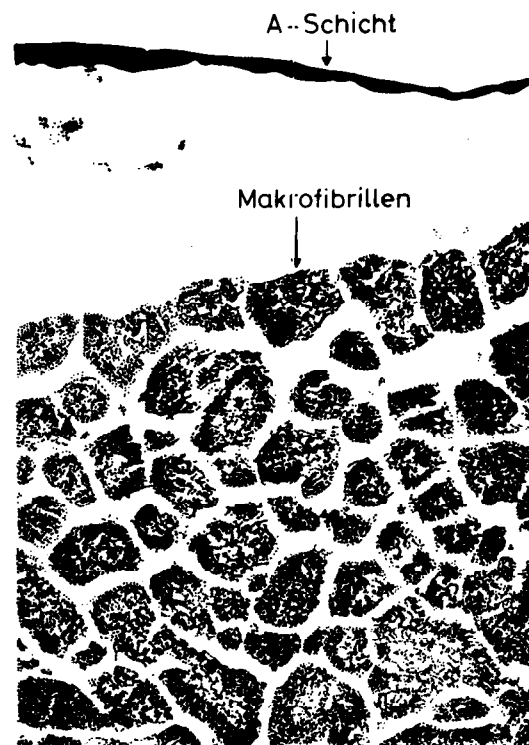


Abb. 26: Schemazeichnung nach einem elektronenmikroskopischen Querschnittsbild durch eine Wollfaser in einem Teppich: Die Exocuticula ist verschwunden, und die Makrofibrillen sind wegen des Verlustes an intermakrofibrillärer Substanz isoliert [nach D. F. G. Orwin und R. W. Thomson; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975, Vol. II, 173 (1976)]

Stufe 2: Die Endocuticula wird aufgeweitet und geht verloren.

Stufe 3: Die Exocuticula verliert Substanz.

Stufe 4: Im Cortex werden die Mikrofibrillen voneinander getrennt, der intermakrofibrilläre Zement verschwindet. Risse laufen dem Zellmembrankomplex und den intermakrofibrillären Räumen entlang. Das Mikrofibrillensystem innerhalb der Makrofibrillen bleibt zunächst noch erhalten. Die Trennung der Makrofibrillen und das Verschwinden des größten Teils der Cuticula sind in Abbildung 26 gut zu erkennen.

Die neuseeländischen Autoren finden, daß die folgenden Regionen für Abnutzung besonders anfällig sind:

- der Zellmembrankomplex und die Endocuticula in der Cuticula,
- die intermakrofibrillären Regionen im Cortex und schließlich — zu einem etwas geringeren Grade —
- der Zellmembrankomplex.

Als Novum in der Morphologie des Versagens von Wolle hat sich also bei der Aachener Wollkonferenz herausgestellt, daß neben den interzellulären Grenzflächen auch intermakrofibrilläre Räume in den Zellen Spaltflächen liefern. Die Makrofibrillen sollten daher als mechanische Einheiten, das heißt als individuelle Zellkomponenten, betrachtet werden.

6. Zur Rolle der Nichtkeratine bei textilchemischen Operationen

Es wurde bereits betont, daß die Nichtkeratine in der Endocuticula, im Zellmembrankomplex, im intermakrofibrillären Zement und in den Zellkernresten eine größere Quellkapazität besitzen als die Keratine. Daher ist es nicht verwunderlich, daß bei Einwirkungen von heißem Wasser eine Schädigung zuerst in den genannten morphologischen Komponenten auftritt. Die Isolierung der Keratinfibrillen der Cortexzellen beruht ja ebenfalls auf der selektiven Auflösung von Nichtkeratinen bei Einwirkung von Ammoniak, Säuren oder Enzymen. In unserem Institut hat Baumann⁶⁸ schon in seiner Doktorarbeit begonnen, die Rolle der Nichtkeratine bei textilchemischen Operationen zu studieren. Färbt man Wolle mit dem Reaktivfarbstoff Remazolbrillantblau, so wird — unter den Hauptfraktionen cystinreiche und cystinarme Keratine sowie unlöslicher Rückstand — die größte Farbstoffbindung in der mercaptanunlöslichen Fraktion gefunden, die zu einem großen Teil aus Nichtkeratinen besteht.

Beim Färben von Wolle entstehen lösliche Proteinabbauprodukte. Aus der Aminosäureanalyse dieser Produkte konnten Baumann und Möchel⁶⁹ in einigen Fällen die morphologische Herkunft herausarbeiten. So wurde gefunden, daß die durch einstündiges Kochen von Wolle bei pH 2 gebildete Wollgelatine den von Bradbury⁶¹ isolierten Zellmembranproteinen sehr ähnelt.

Weiters wurde gefunden, daß in der Wolle bei der relativ kurzen Färbezeit von einer Stunde ein spezifischer hydrolytischer Angriff auf schwache Peptidbindungen unter Freisetzung von Asparaginsäure stattfindet. Die Abbauprodukte aus dem Zellmembrankomplex gehen in Lösung, während die zurückbleibende Wolle kaum hydrolysiert ist, wie sich aus den

fast unveränderten Endgruppengehalten der Restwolle ergibt.

Von besonderem Interesse ist der Zusammenhang zwischen der Hydrolyse der Nichtkeratinproteine, nachgewiesen durch Substanzverlust und Freisetzung von Asparaginsäure auf der einen Seite, und der Faserschädigung.

In Abbildung 27 sind die Zusammenhänge zwischen Wollsubstanzverlust, Bildung freier Asparaginsäure und Festigkeitsverlust bei pH 2 in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer dargestellt. Nach 1 bis 5 Stunden Kochbehandlung ist der Gewichtsverlust im Vergleich zu der enorm hohen Festigkeitsabnahme relativ klein. Diese extremen Unterschiede zwischen Substanzverlust und Festigkeitsabnahme zeigen sehr deutlich, welche Funktion den nichtkeratinhaltigen Proteinen im Zellmembrankomplex zukommt.

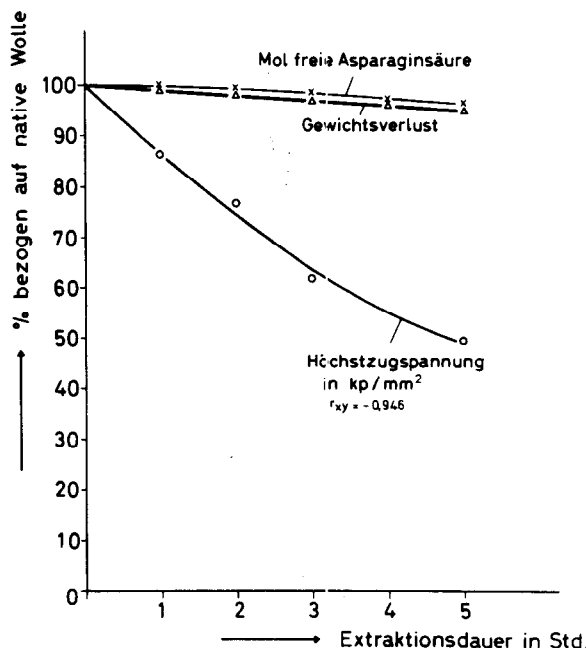


Abb. 27: Abhängigkeit des Gewichtsverlustes von Wolle, des Verlustes an freier Asparaginsäure in Mol-% und des Naßfestigkeitsverlustes von Wolle in kp/mm² von der Extraktionsdauer in h bei pH 2 und Kochtemperatur [nach H. Baumann und L. Möchel; Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975, Vol. II, 299 (1976)]

Schlußbetrachtung

Ich hoffe, durch meine Ausführungen gezeigt zu haben, daß die Fasern in den makromolekularen Wissenschaften nicht nur in ihren Gründerjahren, sondern auch heute noch eine Sonderstellung einnehmen. Wenn ich verschiedene Aspekte der Multikomponentenstruktur an Wolle herausgestellt habe, so war dies im Lichte der neuesten Forschungsergebnisse sicherlich berechtigt. Keinesfalls ist hier beabsichtigt, die Wolle als Idealfaser „hochzujubeln“ und den Chemiefasertechnologen als Vorbild zur Nachahmung in allen Punkten anzubieten. Im Gegenteil — gerade die Erforschung der löslichen Proteine im Membrankomplex hat einige der Schwachstellen der Wolle, besonders die gegen heißes Wasser oder gegen Säuren, bloß-

gestellt. Ich glaube, die direkten Nutznießer der neuen Forschungsergebnisse werden die Wollwissenschaftler sein, wenn sie bereit sind, manche der wohlvertrauten Dogmen zu revidieren.

Daß man dabei nicht so weit gehen darf, die Rolle des eigentlichen fibrillären Keratins zu vernachlässigen, sollte selbstverständlich sein. Die Wollforscher sollten sich vornehmen, von jetzt an alle Probleme gleichzeitig proteinchemisch, physikalisch, morphologisch sowie mechanisch-technologisch anzugehen. Unabhängig davon dürften aber diese Gesichtspunkte für jeden, der mit Fasern zu tun hat, zumindest aus allgemeiner naturwissenschaftlicher Sicht, von Interesse sein.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, all jenen zu danken, auf deren schöne Ergebnisse ich mich — insbesondere bei der Aachener Wollforschungskonferenz 1975 — bei der Zusammenstellung dieser Übersicht stützen konnte und deren Namen in jeder verwendeten Abbildung und Tabelle genannt wurden.

Aus unserem Institut sind besonders die Herren Professor Dr. H. Baumann, Dr. G. Blankenburg, Dr. Helmut Müller und Frau L. Möchel sowie Frau I. Schmitz zitiert worden. Den Herren Prof. Dr. H.-J. Henning, Dr. V. Rossbach, Dr. M. Spei und Dr. K. Ziegler danke ich für die Durchsicht des Manuskripts. Nicht vergessen seien die Damen und Herren, die mir bei der Herstellung des Manuskriptes und der Abbildungen in bewährter Weise geholfen haben, Herr Arns und die Damen Opreé und Croon.

Nochmals möchte ich mich beim Österreichischen Chemiefaser-Institut für die Einladung und bei Herrn Dr. Albrecht für das Thema bedanken.

Literatur:

- 1) H. Staudinger und J. Fritsch; *Helv. chim. Acta* **5**, 785 (1922)
- 2) C. W. Bunn; *Chem. Br.* **11**, 171 (1975)
- 3) P. F. Flory; *Angew. Chem.* **85**, 109 (1974)
- 4) B. Vollmert; *Polymer Chemistry*, Springer — New York 1973
- 5) W. N. Haworth; *Helv. chim. Acta* **11**, 534 (1928)
- 6) K. Freudenberg und E. Braun; *Liebigs Ann. Chem.* **460**, 288 (1928)
- 7) R. Willstätter und L. Zechmeister; *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62**, 722 (1929)
- 8) H. Staudinger und B. Ritzenthaler; *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **68**, 1225 (1935)
- 9) M. Marx-Figini und E. Penzel; *Makromol. Chem.* **87**, 307 (1965)
- 10) D. A. Clibbens und B. P. Ridge; *J. Text. Inst.* **19**, T 389 (1928)
- 11) H. F. Mark: "Polymers in Material Science"
- 12) N. Platzer; *Chem. Technol.* **6**, 56 (1976)
F. Lucas, J. T. B. Shaw und S. G. Smith; *Nature (London)* **178**, 861 (1956)
- 13) E. Schnabel; *Dissertation Heidelberg* 1956
E. Schnabel und H. Zahn; *Liebigs Ann. Chem.* **614**, 141 (1958)
- 14) L. S. Swart, F. J. Joubert und D. Parris; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975*, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 254 (1976)
- 15) L. Mandelkern: "An Introduction to Macromolecules"; Springer — New York 1972, S. 32
- 16) O. L. Sponsler und W. H. Doree; *Colloid Symp. Monogr.* **4**, 174 (1926)
- 17) J. R. Katz; *Naturwissenschaften* **13**, 410 (1925)
- 18) K. H. Meyer und H. Mark; *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **61**, 1932 (1928)
- 19) W. T. Astbury: "Fundamentals of Fibre Structure"; London 1933
- 20) R. Brill; *Naturwissenschaften* **29**, 220 (1941); *Z. Angew. Chem.* **55**, 69 (1942)
- 21) H. Nowotny und H. Zahn; *Z. Phys. Chem. (B)* **51**, 265 (1942)
- 22) M. Eigen; *Lenzinger Ber.* **38**, 17 (1975)
- 23) L. Pauling: "Les Protéines"; Herausgeber: R. Stoops, Inst. Int. de Chimie Solvay, Brüssel, S. 63
- 24) Th. Svedberg; *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67 (A)**, 117 (1934)
- 25) M. F. Perutz; *Angew. Chem.* **75**, 589 (1963)
- 26) J. C. Kendrew, R. E. Dickerson, B. E. Strandberg, R. G. Hart, D. R. Davies, D. C. Phillips und V. C. Shore; *Nature (London)* **185**, 422 (1960)
- 27) C. E. Anfinsen und H. A. Scheraga; *Adv. Prot. Chem.* **29**, 205 (1975)
- 28) K. Hermann, O. Gerngroß und W. Abitz; *Z. Phys. Chem. (B)* **10**, 371 (1930)
- 29) C. Wolpers; *Klin. Wochenschr.* **22**, 624 (1943)
- 30) F. O. Schmitt, C. E. Hall, M. A. Jakus; *J. Cell. Comp. Physiol.* **20**, 11 (1942)
- 31) A. Rich und F. H. Crick; *J. Mol. Biol.* **3**, 483 (1961)
- 32) K. Hess und H. Kiessig; *Naturwissenschaften* **31**, 171 (1943)
- 33) A. Keller; *Philos. Mag.* **2**, 1171 (1957)
- 34) L. Mandelkern; *Acc. Chem. Res.* **9**, 81 (1976)
- 35) L. S. Swart, F. J. Joubert und D. Parris; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975*, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 254 (1976)
- 36) E. Elöd und H. Zahn; *Melliand Textilber.* **25**, 361 (1944)
- 37) I. Schmitz; *Dissertation TH Aachen* 1975
I. Schmitz, H. Baumann und H. Zahn; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975*, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 313 (1976)
- 38) H. Reumuth; *Melliand Textilber.* **23 (1)**, 53 (1942)
- 39) M. Horio und T. Kondo; *Text. Res. J.* **23**, 373 (1953)
- 40) M. G. Dobb, F. R. Johnston, J. A. Nott, L. Oster, J. Sikorski und W. S. Simpson; *J. Text. Inst.* **52**, 153 (1961)
- 41) O. Heuberger und A. J. Ultee; *Lenzinger Ber.* **38**, 154 (1975)
- 42) M. Horio: "The Theory of Crimp of Textile Fibres"; *Mem. Fac. Eng., Kyoto University* **26**, 222 (1964)
- 43) W. G. Crewther, R. D. B. Fraser, F. G. Lennox und H. Lindley; *Adv. Protein Chem.* **20**, 191 (1965)
- 44) W. G. Crewther; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf., Aachen 1975*, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. I, 1 (1976)
- 45) J. H. Bradbury; *Adv. Protein Chem.* **27**, 111 (1973)
- 46) R. D. B. Fraser, T. P. MacFae und G. E. Rogers: "Keratins"; Charles C. Thomas Springfield, Illinois/USA 1972
- 47) B. Manogue, M. S. Moss und T. Elliott; *J. Soc. Dyers Colour Bradford* **70**, 502 (1954)
- 48) H. Zahn; *Melliand Textilber.* **22**, 305 (1941); **23**, 157 (1942)

- 49) M. S. C. Birbeck und E. H. Mercer; *J. Biophys. Biochem. Cytol.* **3**, 203 (1957)
- 50) H. M. Appleyard und C. M. Dymoke; *J. Text. Inst.* **45**, T 480 (1954)
- 51) L. E. Nielsen: "Mechanical Properties of Polymers and Composites"; Marcel Dekker, New York 1974
- 52) E. H. Mercer, J. L. Farrant und A. L. G. Rees; *Proc. 1. Int. Wool Text. Res. Conf.*, Australia 1955, F 120
- 53) M. Calvin; *Angew. Chem.* **86**, 111 (1974)
- 54) M. S. C. Birbeck und E. H. Mercer; *J. Biophys. Biochem. Cytol.* **3**, 215 (1957)
- 55) Y. Nakamura, T. Kanoh, T. Kondo und H. Inagaki; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf.*, Aachen 1975, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 23 (1976)
- 56) K. R. Makinson; *Text. Res. J.* **46**, 360 (1976)
- 57) G. E. Rogers; *Ann. New York Acad. Science* **83**, 378 (1959)
- 58) C. W. Hock, R. C. Ramsay und M. Harris; *J. Res. Nat. Bur. Stand.* **27**, 181 (1941)
- 59) E. Bendit und M. Feughelman; *Encyclop. of Polymer Sci. and Technol.* **8**, 1 (1968); John Wiley, New York
- 60) M. Feughelman; *Text. Res. J.* **29**, 223 (1959)
- 61) J. H. Bradbury, G. V. Chapman und N. L. R. King; in "Symposium on Fibrous Proteins" (W. G. Crewther). Butterworths, Australien, S. 368
- 62) D. E. Peters und J. H. Bradbury; *Aust. J. Biol. Sci.* **25**, 225 (1972)
- 63) J. H. Bradbury und K. F. Ley; *Aust. J. Biol. Sci.* **25**, 1235 (1972)
- 64) H. Brunner, A. Brunner und J. Gerendas; *Appl. Polymer Symp.* **18**, 55 (1971)
- 65) H. Lindley, A. Broad, A. P. Damaglou, R. L. Darskus, T. C. Elleman, J. M. Gillespie und C. H. Moore; *Appl. Polymer Symp.* **18**, 21 (1971)
- 66) M. G. Dobb und R. Murray; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf.*, Aachen 1975, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 1 (1976)
- 67) D. F. G. Orwin und R. W. Thomson; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf.*, Aachen 1975, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 173 (1976)
- 68) H. Baumann; *Dissertation TH Aachen 1971; Textilveredlung* **9**, 352 (1974)
- 69) H. Baumann und L. Möchel; *Proc. 5. Int. Wool Text. Res. Conf.*, Aachen 1975, in „Schriftenreihe Deutsches Wollforschungsinstitut an der Technischen Hochschule Aachen“, Vol. II, 299 (1976)

Die Pfropfcopolymerisation — eine der wichtigsten Methoden der gezielten Modifizierung von Chemiefasereigenschaften

Professor Dr. Sachar A. Rogovin
Moskauer Textilinstitut, Moskau/UdSSR

Der Autor zeigt die Hauptrichtungen der weiteren technisch-wissenschaftlichen Entwicklung in der Chemiefaserindustrie auf und setzt sich mit der Frage auseinander, ob in nächster Zukunft mit neuen Faserarten, die in großen Mengen produziert werden können, zu rechnen sei.

Eine der wichtigsten Möglichkeiten zur Verbesserung der Eigenschaften bereits bekannter Faserstoffe und zur Erweiterung des Sortiments der aus ihnen hergestellten Erzeugnisse ist die physikalische sowie die chemische Modifizierung dieser Faserstoffe.

Die chemische Modifizierung kann nach verschiedenen Methoden erfolgen. Die wichtigsten unter ihnen sind: die Herstellung von Faserstoffen aus Polymermischungen, die polymeranaloge Umwandlung der reaktionsfähigen Gruppen des faserbildenden Polymeren und die Pfropfcopolymerisation.

Der Verfasser beleuchtet die verschiedenen Verfahren zur Bildung von Makroradikalen sowie die einzelnen Varianten der chemischen Initiierung der Pfropfcopolymerisation. Anschließend geht er detailliert auf die chemische Modifizierung von Viskose-, Acetat-, Polyamid- und Polyacrylnitrilfaserstoffen ein. Dabei werden die bereits erzielten Ergebnisse, aber auch die Richtungen der künftigen Forschungsarbeiten ebenso wie die Perspektiven der Anwendung der Pfropfcopolymerisation zur Verbesserung der Eigenschaften verschiedener Chemiefaserstoffe bzw. zur Schaffung von Faserstoffen mit neuen technisch wertvollen Eigenschaften besprochen.

The author shows the main branches of further scientific development in the chemical fibre industry and deals with the question of whether new fibres, that can be produced in large quantities, are to be expected in the near future. One of the most important ways of improving the properties of known fibres and of extending the selection of articles produced therefrom, is the physical and chemical modification of these fibres.

Chemical modification can be carried out according to various methods. The major ones are: the production of fibres from polymer blends, the polymer-analogous conversion of reactive groups of the fibre-forming polymer and graft polymerisation.

The author illustrates the various processes for the formation of macro-radicals as well as the different ways of chemical initiation of graft polymerisation. Subsequently, he deals in detail with the chemical modification of viscose-, acetate-, polyamide- and polyacrylonitrile fibres. The results obtained, but also the approaches to future research work as well as the applications of graft polymerisation for the improvement of the properties of various chemical fibres and for the creation of new technically valuable properties are discussed.

Einleitung

Bei der Prognostizierung der weiteren Entwicklung der Chemiefaserindustrie sowie der anderen Industriezweige ist es wichtig, die Richtung des technischen Fortschritts festzulegen. Fast alle führenden Fachleute

auf dem Gebiet der Chemiefaserherstellung vertreten die Meinung, daß es nicht wahrscheinlich ist, daß in den nächsten Jahrzehnten grundsätzlich neue Kunst- bzw. Synthefasertypen für die Großproduktion entwickelt würden. Es ist jedoch kaum daran zu zweifeln, daß auch in den nächsten Jahren, genauso wie in den vergangenen Jahrzehnten, neue Chemiefasertypen mit wertvollen, in manchen Fällen vielleicht einzigartigen Eigenschaften, die diesen möglicherweise ganz neue Anwendungsgebiete erschließen können, entwickelt werden. Es genügt, auf die hitze- und temperaturbeständigen sowie auf die superfesten Synthefasern, deren Produktion im Großversuchs- bzw. im Industriemaßstab zu den größten Errungenschaften der Chemiefaserindustrie während der letzten Jahrzehnte zu zählen ist, auf die biologisch aktiven, die schwerbrennbaren oder auf die Ionenaustauscherfasern sowie auf eine Reihe anderer Fasertypen mit spezifisch wertvollen Eigenschaften¹ hinzuweisen, um die Bedeutung dieser Stoffe für den weiteren Fortschritt in verschiedenen Industriezweigen richtig einzuschätzen.

Von diesen neuen Fasertypen werden jedoch nur einige hundert, höchstens einige tausend Tonnen hergestellt, sodaß sie für die Hauptrichtung der weiteren technischen Entwicklung in der Großproduktion von Massenfaserarten nicht bestimmend sind. Der technische Fortschritt in diesem, einem der aussichtsreichsten und sich schnell entwickelnden Zweige der chemischen Industrie wird auch in Zukunft intensiv fortgesetzt werden.

Die Hauptrichtungen der weiteren Entwicklung der Chemiefaserindustrie sind breit und vielseitig. Neben der Vervollkommnung und der weiteren Automatisierung und Mechanisierung der technologischen Prozesse, der Erhöhung der Leistungsfähigkeit einzelner Aggregate, neben dem Übergang zu kontinuierlichen Prozessen und der Beseitigung von überflüssigen Vorgängen aus dem gesamten Produktionszyklus zeichnet sich deutlich eine der wichtigsten Richtungen des technischen Fortschritts ab, die in den letzten Jahren eine immer breitere Entwicklung durchmacht. Sie besteht in der Schaffung von Massenfaserarten auf der Grundlage bereits bekannter Chemiefasern, Kunst- und Synthefaserstoffe, die neue Eigenschaften besitzen und dementsprechend das Sortiment der aus ihnen herstellbaren Erzeugnisse erweitern.

Durch die Lösung dieser wichtigen Aufgabe wird die Rentabilität und die Effektivität der Produktion wesentlich gesteigert und die Menge der herzustellenden Fasern erhöht werden. Diese Aufgabe kann man auf verschiedenen Wegen lösen; der wichtigste davon besteht in der gezielten Modifizierung der Struktur bzw. der Zusammensetzung der herzustellenden Fasern.

Die Hauptmethoden zur Veränderung der Eigenschaften von Chemiefasern oder anderen Polymererzeugnissen sind bekanntlich die chemische Modifizierung bzw. die Strukturmodifizierung. Die am häufigsten angewandten Verfahren zur Strukturmodifizierung, die bereits in weitem Maße Eingang in die Praxis gefunden haben, sind die Veränderung der Makrostruktur der Fasern bzw. die Veränderung der übermolekularen Struktur, insbesondere durch Verstrecken von Fasern und Fäden in verschiedenen Stadien des technologischen Prozesses. Von diesen Methoden wird bei der Herstellung fast aller Chemiefasertypen Gebrauch gemacht.

Auch die chemische Modifizierung kann nach verschiedenen Methoden verwirklicht werden. Die größte Bedeutung gewannen unter ihnen:

- die Herstellung von Fasern aus Polymergemischen;
- die polymeranalogen Umsetzungen in den Elementargliedern der Ketten faserbildender Polymerer oder Fasern (z. B. Alkylierung von reaktionsfähige Gruppen enthaltenden Polymeren, wie Viskose-, Polyvinylalkohol- und Polyamidfasern);
- die Pfcopolymerisation, die am gebräuchlichsten ist. Dieses Verfahren kann zur gezielten Veränderung der Eigenschaften fast aller Chemiefasertypen herangezogen werden.

Da die für den Vortrag vorgesehene Zeit begrenzt ist, möchte ich die Ergebnisse nur dieser einen Modifizierungsmethode erörtern. Im Zusammenhang damit ist es interessant, die Ergebnisse und Erfahrungen der Arbeit unseres Laboratoriums zusammenzufassen und darzulegen, in dem während der letzten 10 bis 12 Jahre das Hauptgewicht zunächst auf die Ausarbeitung von Verfahren zur Modifizierung der Eigenschaften von Viskosefasern und in den letzten Jahren auch auf die anderer Chemiefasertypen gelegt wurde.

Wir hatten bereits vor einigen Jahren hier in Dornbirn Gelegenheit, verschiedene Ergebnisse von in unserem Laboratorium durchgeführten experimentellen Untersuchungen darzulegen². Es wurde damals von den im Anfangsstadium der Ausarbeitung dieses wichtigen Verfahrens erzielten Resultaten berichtet. In den letzten acht Jahren haben wir einige der bereits ausgearbeiteten Richtungen weiterverfolgt.

In der Sowjetunion wird eine Reihe modifizierter Viskosefasertypen sowie die daraus gefertigten Erzeugnisse bereits im Großversuchs- bzw. Industriemaßstab produziert. Es sind neue, effektivere und aussichtsreichere Pfcopolymerisationsmethoden entworfen und praktisch genutzt worden, deren Wesen weiter unten dargelegt werden wird, und es wurde auch die Anzahl der Fasern, auf die die Pfcopolymerisation angewendet werden kann — seien es nun Naturfasern (wie Baumwolle oder Wolle) oder Chemiefasern (wie Viskose-, Acetat-, Polyamid- oder Polyacrylnitrilfasern) —, vergrößert. Über diese Ergebnisse wird in diesem Vortrag kurz berichtet werden.

Zunächst einige Bemerkungen über die Prinzipien zur Verwirklichung der Pfcopolymerisationsreaktion.

Von den verschiedenen theoretisch möglichen Methoden der Synthese von Pfcopolymeren kann im gegenwärtigen Entwicklungsstadium der Forschungs- und Versuchsarbeiten praktisch meist nur die der Radikalpolymerisation angewandt werden. Nur nach dieser Methode gelang es, technisch und wirtschaftlich vertretbare Bedingungen für die praktische Nutzung der Pfcopolymerisation zur Herstellung von chemisch modifizierten Fasern unter Labor-, Großversuchs- bzw. Betriebsbedingungen auszuarbeiten.

An Zweckmäßigkeit und Perspektivität der Anwendung der radikalischen Copolymerisation zur gezielten Modifizierung der Chemiefasereigenschaften ist nicht zu zweifeln. Das Wesentliche des Problems läuft im gegenwärtigen Stadium der Ausarbeitung auf die Lösung der Frage hinaus, wie und in welcher Stufe des Faserherstellungsprozesses es möglich ist, diese Reaktion genügend einfach und wirtschaftlich durchzuführen.

Die Bildung von Makroradikalen, durch die die Initiierung der Pfcopolymerisation gesichert wird, muß unter annehmbaren Bedingungen und ohne bedeutenden Abbau des Ausgangspolymeren vor sich gehen.

Man kann bekanntlich zur Durchführung dieses Prozesses verschiedene Initiierungsmethoden heranziehen, nämlich

- die strahlungsangeregte Initiierung,
- die photochemisch angeregte Initiierung,
- die mechanisch-chemisch angeregte Initiierung oder
- die chemisch angeregte Initiierung.

Im gegenwärtigen Stadium der Forschungs- und Versuchsarbeiten ist die chemisch- bzw. die strahlungsangeregte Bildung von Makroradikalen am aussichtsreichsten.

Trotz der großen Zahl der in verschiedenen Ländern, darunter auch in der Sowjetunion, durchgeführten Untersuchungen über die Nutzung der strahlungsangeregten Pfcopolymerisation hat man bis heute noch keine für die Praxis völlig befriedigende Lösung gefunden. Eine von unserem Standpunkt aus annehmbare Variante zur Lösung dieser Aufgabe ist die Pfcopolymerisation, die in der Sowjetunion auf der Grundlage der im Zentralen Forschungsinstitut der Baumwollindustrie durchgeführten Arbeiten³ verwirklicht wurde. Sie besteht darin, daß man auf der Zellulosefaser durch Bestrahlen eines mit einem Monomeren imprägnierten Gewebes mit einem Strom beschleunigter Elektronen Makroradikale bildet. Bei genügend hoher Strahlungsleistung entwickeln sich dann praktisch keine Homopolymeren.

Eignung und Anwendungsmöglichkeit dieser Methode für die großtechnische Produktion von durch strahlungsangeregte Pfcopolymerisation modifizierten Zellulosegeweben müssen noch mit Hilfe einer im Februar 1976 in Betrieb genommenen Pilotanlage, die eine ausreichend hohe Leistung aufweist, bestätigt werden. Die in dieser Anlage benutzten Apparaturen eignen sich jedoch nicht dazu, dieses Pfcopolymerisationsverfahren auf Fasern — insbesondere während ihrer Erspinnung bzw. Veredlung — anzuwenden. In nächster Zukunft wird daher die chemische Initiierung der Pfcopolymerisation die wichtigste Methode bleiben. Dieses Prinzip haben wir unter Labor-, Großversuchs- und Betriebsbedingungen für die Herstellung chemisch modifizierter Fasern weitgehend genutzt.

Die Pfcopolymerisation kann bei einzelnen Chemiefasertypen in verschiedenen technologischen Prozeßstufen stattfinden, und zwar:

- a) auf das faserbildende Polymere,
- b) in der Spinnlösung des Polymeren,
- c) während des Verspinnens der Spinnlösung oder während des Veredelns der frisch ersponnenen Fasern, oder
- d) auf die fertige Faser bzw. auf die Fertigerzeugnisse (Gewebe, Gewirke).

Die Möglichkeit bzw. die Zweckmäßigkeit der Anwendung der einzelnen Methoden wird stets durch die Eigenart des technologischen Herstellungsverfahrens der jeweiligen Chemiefasertypen sowie durch die apparative Ausstattung oder durch das Vorhandensein von reaktionsfähigen funktionellen Gruppen (die befähigt sind, eine der Komponenten des Redoxsystems

im Makromolekül der faserbildenden Polymeren zu bilden), durch den Charakter der zum Aufpfropfen verwendeten Monomeren, aber auch durch jene Eigenschaften bestimmt, die die modifizierten Fasern aufzuweisen haben. Die Varianten b) und c) sind besonders aussichtsreich und gut für die Praxis geeignet. Bei ihrer Anwendung braucht man keine speziellen Betriebsabteilungen für das Pfropfen einzurichten, weil diese Behandlung auch in einer der vorhandenen technologischen Faserherstellungs- bzw. Veredelungsstufen durchgeführt werden kann.

Ein ganz bestimmtes Interesse kommt der unmittelbaren Aufpfropfung auf das Ausgangspolymere zu (Variante a). In diesem Fall ist das Pfropfcopolymer, ebenso wie in der Variante b), an der Bildung der übermolekularen Struktur beteiligt und für die Erhöhung des Komplexes mechanischer Fasereigenschaften verantwortlich.

Die Anwendung dieser Variante wird jedoch dadurch wesentlich erschwert, daß das Pfropfcopolymer (gepfropfte Zelluloseester ausgenommen) in der Regel in den für das gegebene Ausgangspolymere üblichen Lösungsmitteln nicht löslich oder unschmelzbar ist, wodurch dessen Verarbeitung zu Fasern unmöglich gemacht wird. Wie weiter unten gezeigt wird, kann man diese Variante nur in einzelnen, ganz bestimmten Fällen anwenden, die technisch-wirtschaftliche Zweckmäßigkeit ihrer Verwirklichung ist jedoch recht zweifelhaft.

Bis zuletzt hatte das Aufpfropfen auf die fertige Faser oder auf das fertige Erzeugnis (Variante d) die größte praktische Bedeutung. Diese Variante ist jedoch in den meisten Fällen, in denen die Pfropfung im gesamten Faservolumen erfolgen und nicht nur auf die Oberfläche der Faser oder des Gewebes lokalisiert bleiben soll, am wenigsten effektiv und führt in der Regel zu gepfropften Materialien, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihrer Eigenschaften nicht gleichmäßig genug sind, sodaß bestimmte Artikelsortimente aus ihnen nur sehr schwer hergestellt werden können. Offensichtlich zieht man bei der erweiterten Anwendung der Pfropfcopolymerisationsmethode zur chemischen Modifizierung von Fasern die Varianten b) und c) in immer höherem Maße heran, wodurch eine stär-

kere Erhöhung der technisch-wirtschaftlichen Effektivität dieser Methode gesichert wird. Einige Anwendungsbeispiele dieser Variante werden unten angeführt werden.

Wie bereits gezeigt wurde, muß man für jeden Chemiefasertyp die Methoden der Pfropfcopolymerthese, die sowohl unter Labor- als auch unter Großversuchs- und Betriebsbedingungen angewendet werden können, nach verschiedenen Schemata verwirklichen. Betrachten wir kurz jene, die während der letzten Jahre überwiegend in unserem Laboratorium ausgearbeitet wurden.

I. Die Anwendung der Pfropfcopolymerisation zur gezielten Veränderung der Viskosefasereigenschaften

Diese Methode ist im einzelnen besonders für Viskosestapelfasern ausgearbeitet und wird bei uns zur Herstellung von modifizierten Viskosefasern und -geweben unter Großversuchs- und Betriebsbedingungen immer mehr herangezogen.

Wir hatten bereits Gelegenheit, über die Herstellung einiger solcher Fasertypen bei vorangegangenen Symposien hier in Dornbirn zu berichten⁴. Deshalb will ich mich nur allgemein auf die Darlegung von Angaben über die Produktion solcher Fasern in der Sowjetunion beschränken (Tab. 1).

Zwar werden die in dieser Übersicht angeführten Typen modifizierter Viskosefasern und -gewebe vorläufig noch durch Aufpfropfen auf die fertige Faser oder auf das fertige Gewebe produziert, doch haben wir in den letzten Jahren auch Herstellungsmethoden nach den anderen bereits erwähnten aussichtsreicheren Varianten ausgearbeitet.

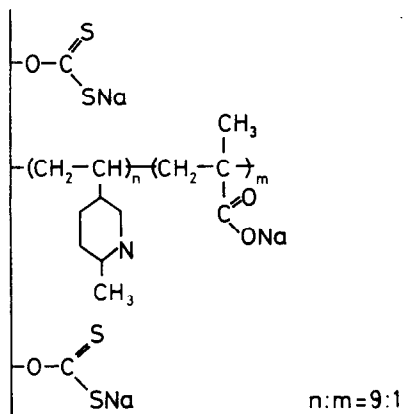
a) Das Aufpfropfen auf das faserbildende Polymere (Zellstoff oder Zellulosexanthogenat)

Wie bereits gesagt, sind alle Zellulosepfropfcopolymeren und die meisten ihrer Derivate in Lösungsmitteln, die üblicherweise zur Herstellung von Spinnlösungen dienen, unlöslich, wodurch ihre praktische Verwendung unmöglich gemacht wird. Das in unserem Laboratorium ausgearbeitete Um-

Tabelle 1: Die Haupttypen der durch Pfropfen modifizierten zellulosischen (Baumwoll- und Viskose-)Fasern und Gewebe, die unter Großversuchs- und Produktionsbedingungen hergestellt werden

Zusammensetzung	Pfropfbedingungen	Anwendungsgebiete	Produktionsmaßstab	Literaturhinweis
1. Zellulosepfropfcopolymeres (Viskosestapelfaser mit Polyacrylnitril = „Mtilon“)	auf fertige Fasern	Teppichindustrie, einige Massenbedarfsartikel	Industrie- produktion	5
2. Zellulosepfropfcopolymeres (Viskosestapelfaser mit verschiedenen Vinylpolymeren)	auf fertige Fasern	verschiedene Ionenaustauscher, schwerbrennbare Fasern und Gewebe	Großversuchs- produktion	6, 7
3. Pfropfcopolymere aus Natur- oder Kunstfasern und einem fluorhaltigen Monomeren	auf fertige Fasern	öl- und wasserabweisende Stoffe (Schutzbekleidung)	Industrie- produktion	8
4. Zellulosepfropfcopolymeres mit Acrylsäurekalziumsalz	auf fertige Gewebe	blutstillende Gewebe	Industrie- produktion	9
5. Pfropfcopolymere mit verschiedenen Monomeren, die ein angelagertes bakterizides Reagens enthalten	auf fertige Gewebe	bakterizide Gewebe und nichtgewebte Stoffe für verschiedene Zwecke	Großversuchs- u. Industrie- produktion	10

wandlungsschema zeigt jedoch, wie diese Schwierigkeiten zu überwinden sind¹¹ (Formel 1):



Wie man aus diesem Formelschema sieht, führte das Aufpfropfen zweier verschiedener Typen von ionogene Gruppen aufweisenden Monomeren, von denen das eine — die Polymethacrylsäure — die Löslichkeit in Alkalilauge verursacht, dazu, daß sich dieses Pfcropfcopolymere in schwacher Alkalilauge löste und sich durch Mischen dieser Lösung mit Zellulosexanthogenat nach dem üblichen Viskoseverfahren Fasern erspinnen ließen.

Diese Fasern, die die Eigenschaften eines Polyampholyts aufweisen und demnach auch Ionenaustauscher sind, sind durch Säurefarbstoffe anfärbbar. Ihre Verwendung zur Herstellung eines bestimmten Artikelsortiments, insbesondere in Mischung mit Wolle, ist sehr interessant. Die Anwendung dieser Variante ist jedoch von einem wesentlichen Nachteil behaftet, der darin besteht, daß das Pfcropfen des Zellstoffes oder des Zellulosexanthogenats in einer speziellen Behandlungsstufe erfolgen muß.

b) *Das Aufpfropfen in der Spinnlösung des Polymeren*

Das Pfcropfen unmittelbar in der Spinnlösung, wie dies bei Spinnlösungen anderer faserbildender Polymerer geschieht, scheint mit gelöstem Zellulosexanthogenat, in dem auch noch verschiedene schwefelhaltige Verbindungen (Thiocarbonate) vorhanden sind, nach dem Schema der radikalischen Polymerisation nicht möglich zu sein.

c) *Das Aufpfropfen während des Verspinnens der Spinnlösung oder während des Veredelns der frisch erspinnenen Fasern*

Sehr verlockend und aussichtsreich ist das Aufpfropfen verschiedener Vinylmonomere auf frisch erspinnene unbedeutende Mengen von Dithiocarbonatgruppen enthaltende Fasern unmittelbar nach derenerspinnen oder während der Nachbehandlung. Diese Dithiocarbonatgruppen wirken gleichsam als aktive Komponente des Redoxsystems und ermöglichen eine rasche Pfcropfcopolymerisation nach dem kontinuierlichen Verfahren. Die ersten Versuche wurden in dieser Richtung von den Firmen Scott Paper Co. und Chemiefaser Lenzing AG¹² sowie von Dimov und Pavlov¹³ bei der Ausarbeitung einer Methode zum Aufpfropfen von Polyacrylnitril auf Viskosestapelfasern durchgeführt.

Der Nachteil der Pfcropfmethode nach Dimov und Pavlov, die die Dithiocarbonatgruppen als Komponente des Redoxsystems verwendeten, bestand in der Homopolymerbildung sowie in einer selbst bei verhältnismäßig hohen Temperaturen (50—60 °C) zu niedrigen Aufpfropfgeschwindigkeit, wodurch die Durchführung des Prozesses in einer nicht ausreichend abgedichteten Apparatur erschwert war. Durch die in unserem Laboratorium in den letzten Jahren ausgearbeitete Pfcropfung frisch erspinnener Fasern unter Verwendung eines Redoxsystems anderer Zusammensetzung¹⁴ konnte dieser Nachteil jedoch beseitigt werden.

Die Pfcropfung wird nach dieser Methode innerhalb 30 Sekunden bei 20 °C ausgeführt. Dabei bildet sich kein Homopolymeres. Wir halten diese Methode, die in der nächsten Zeit in einer Pilotanlage erprobt wird, für eine der aussichtsreichsten. Durch ihre erfolgreiche Verwirklichung wird eine bedeutende Erhöhung der Produktion chemisch modifizierter Viskosestapelfasern vom Typ „Mtilon“ sichergestellt werden.

d) *Das Aufpfropfen auf die fertige Faser bzw. auf die Fertigprodukte (Gewebe, Gewirke)*

Trotzdem erfolgt das Aufpfropfen von Vinylmonomeren auf fertige Viskosestapelfasern bis heute noch stets nach dem diskontinuierlichen bzw. — in nächster Zeit — nach dem halbkontinuierlichen Verfahren.

Man hat in der Sowjetunion in den letzten Jahren außer der „Mtilon B“-Faser, über deren Herstellungsprinzip und Zusammensetzung schon früher berichtet wurde⁴, noch zwei neue Typen modifizierter Fasern entwickelt, nämlich die „Mtilon C“- und die „Cewalan“-Faser, die man durch Pfcropfen von Viskosefasern erhält.

Die „Mtilon C“-Faser ist ein Pfcropfcopolymeres der Zellulose mit Polystyrol. Zu ihren Vorzügen zählen:

- die im Vergleich zu gewöhnlichen Viskosefasern niedrigeren Herstellungskosten, da man zum Pfcropfen das zu den billigsten Monomeren zählende Styrol verwenden kann, sowie
- die Säurefestigkeit und das säureabweisende Verhalten der aus diesen Fasern hergestellten Materialien.

Dank dieser wertvollen Eigenschaften ist es möglich, die „Mtilon C“-Faser entweder allein oder vor allem in Kombination mit Polyesterfasern zur Herstellung hygienischer Schutzkleidung für Arbeiter in Betrieben, in denen man mit mäßig konzentrierten Mineralsäuren zu tun hat, zu verwenden.

Diese Faser spielt auch für die Herstellung eines bestimmten Sortiments von Massenbedarfsartikeln (insbesondere von Obertrikotagen) eine wesentliche Rolle. Die Grundvoraussetzung für die Produktion dieser Faser im Großversuchs- oder im Industriemaßstab ist die Sicherstellung einer totalen (100-prozentigen) Monomerumwandlung bei der Pfcropfung. Wird diese Voraussetzung nicht erfüllt, ist das Abwasserreinigungsproblem bei der Produktion von „Mtilon C“ äußerst schwierig. Diese Aufgabe haben wir in letzter Zeit erfolgreich gelöst.

Der dritte Vorzug, den ich nicht unerwähnt lassen möchte, liegt in der Verringerung der Menge an-

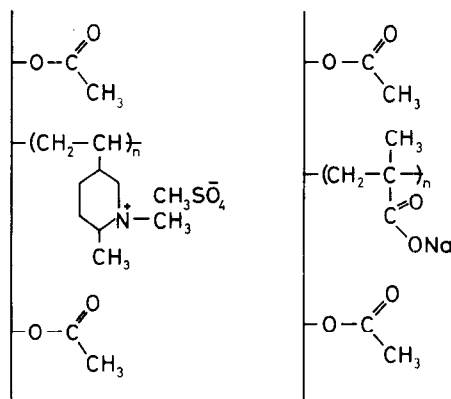
fallender schädlicher Abgase und Abwässer. Denn man darf nicht übersehen, daß man für die Herstellung von 1 t gepfropfter Fasern nur 700 kg Viskosefasern benötigt; die restlichen 300 kg sind Synthesematerial.

Die Faser „Cewalan“, die in den letzten Jahren in unserem Laboratorium entwickelt wurde und gegenwärtig auf einer Pilotanlage erprobt wird, stellt ein Ppropfcopolymeres der Zellulose (Viskosestapelfasern) mit zwei Vinylmonomeren dar. Eines dieser Vinylmonomeren besitzt eine flexible Kette.

Der wesentliche Vorteil der so modifizierten Faser besteht in der stark verbesserten Verarbeitbarkeit, dank der es möglich ist, bedeutend feinere Garne und somit ein neues Sortiment von Erzeugnissen aus diesen Fasermaterialien und Garnen herzustellen.

II. Die Anwendung der Ppropfcopolymerisation zur Modifizierung der Eigenschaften von Acetatfasern

Einer der Nachteile der Acetatfasern und der daraus gefertigten Erzeugnisse ist bekanntlich ihre elektrostatische Aufladbarkeit sowie ihre geringe Abriebfestigkeit. Wie die in unserem Laboratorium durchgeführten Prüfungen gezeigt haben, können beide Nachteile durch Aufpfropfen von hydrophilen ionogenen Polymeren, insbesondere von quaternärem Polymethylvinylpyridinsalz oder von Polymethacrylsäurenatriumsalz¹⁶, auf Acetylzellulose bzw. auf Acetatfasern zu einem wesentlichen Teil beseitigt werden (Formel 2):



Das Aufpfropfen der oben genannten, aber auch anderer Monomere auf die Acetylzellulose kann nach zwei Varianten erfolgen:

1. durch Aufpfropfen einiger Monomere auf Acetatzellulose, durch die die Löslichkeit der sekundären Acetatzellulose in Aceton aufrechterhalten bleibt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wurden auf die Acetylzellulose zwei Monomere (Methacrylsäure und Vinylacetat)¹⁷ aufgefropft. Die Lösung des Ppropfcopolymeren wurde mit der Acetylzelluloselösung vermischt und das Lösungsgemisch nach dem üblichen Verfahren zu Fasern versponnen. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, daß man die Ppropfung und das darauffolgende Waschen und Trocknen in einer speziellen Apparatur als zusätzlichen Verfahrensschritt vornehmen muß.

2. Diese Variante, nach der die Ppropfung unmittelbar in der Spinnlösung durchgeführt wird, ist aussichtsreicher und wirtschaftlicher. Zum ersten Mal wurde diese Variante bei der Anwendung der Ppropfcopolymerisationsmethode zur chemischen Modifizierung von Acetatfasern verwirklicht.

Wird einem Teil der acetonischen Acetylzellulose-spinnlösung die notwendige Menge des Monomeren zugesetzt, das in Gegenwart der Redoxsystemkomponenten an sekundäre Acetylzellulose aufgefropft wird, so bildet sich unter bestimmten Bedingungen eine dünne Suspension des Ppropfcopolymeren im Wasser/Aceton-Gemisch. Diese Suspension wird in einem bestimmten Verhältnis der Spinnlösung der Acetylzellulose zugesetzt. Die Filtration und das Verspinnen der Lösung gehen normal vor sich.

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Angaben¹⁸ über die Eigenschaften der Fasern angeführt, die aus dem Gemisch der Acetylzellulose mit dem Ppropfcopolymeren der Acetylzellulose mit Methacrylsäurenatriumsalz erhalten wurden. Diese Ppropfungsmethode hat ziemlich gute Aussichten und kann in Zukunft eine breite Anwendung finden.

III. Die Anwendung der Ppropfcopolymerisation zur Modifizierung der Eigenschaften von Polyamidfasern

Um die Eigenschaften der Polyamidfasern zu verbessern und ihnen neue, technisch wertvolle Charakteri-

Tabelle 2: Charakteristika von mit dem Acetylzellulose-Methacrylsäure-Ppropfcopolymeren modifizierten Acetatfasern

Zusammensetzung des Ppropfcopolymeren (%)		Zusammensetzung der erhaltenen Faser (%)		Eigenschaften der Faser			
Acetylzellulose	Methacrylsäurenatriumsalz (Poly-MAS-Na)	Acetylzellulose	Ppropfcopolymeres von Acetylzellulose und Poly-MAS-Na	Festigkeit (p/tex)	Dehnung (%)	spezifischer volumetrischer elektrischer Widerstand (Ohm/cm)	Abriebfestigkeit (Zyklenzahl)
—	—	100	—	10,9	23,0	1,30 · 10 ¹²	1360
40	60	96,5	3,5	10,6	22,0	8,30 · 10 ¹⁰	3080
50	50	96,5	3,5	10,0	21,1	2,30 · 10 ¹⁰	3090
50	50	95,7	4,3	9,2	21,0	1,50 · 10 ¹⁰	3360
50	50	94,5	5,5	9,0	20,0	2,80 · 10 ⁹	3670

- 7) Z. A. Rogovin, M. A. Tjuganova und T. J. Koshanowa; USA 3,391.096 (1969); DT 1,289.024 (1969); JA 744.440 (1973)
- 8) L. S. Sletkina, T. M. Alexandrowa, Z. A. Rogovin, J. A. Tscherbukow; Vysokomol. Soed. A13, 11 2592 (1971)
- 9) A. D. Wirnik, Z. A. Rogovin, T. T. Daurowa, I. G. Chodakow, M. A. Penenshik; Tekstilnaja Prom. 3, 67 (1969)
- 10) M. A. Penenshik, L. N. Gluschenko, W. M. Gorjatschew, A. D. Wirnik, Z. A. Rogovin und T. W. Scheglowa; Tekstilnaja Prom. 5, 56 (1972)
- 11) B. P. Morin, V. A. Wilkow, Z. A. Rogovin; Faserforsch. u. Textiltechn. 24, 77—82 (1973)
- 12) USA 3,357.933 (1967); USA 3,359.224 (1967); USA 3,457.198 (1969); USA 3,565.257 (1970); USA 3,509.249 (1970)
- 13) K. Dimov, P. Pavlov; J. Polym. Sci. A1 (7) 2775—2792 (1969)
- 14) B. P. Morin, G. I. Stantschenko, V. I. Samojlov, Z. A. Rogovin; Faserforsch. u. Textiltechn. 26 (8) 382—387 (1975); V. I. Samojlov, B. P. Morin, G. I. Stantschenko und Z. A. Rogovin; Chim. Volokna 1, 41 (1976)
- 15) A. W. Kutschmenko, B. P. Morin, A. P. Pereldik und W. I. Schantyr; Chim. Volokna 2, 64 (1973)
- 16) O. I. Smoljakow, B. P. Morin, Z. A. Rogovin, M. D. Linjaewa und A. P. Pereldik; Chim. Volokna 4, 47 (1975)
- 17) M. E. Papikjan, P. A. Tschchojan, G. Strishakowa und W. E. Loshkin; Chim. Volokna 4, 71—72 (1972)
- 18) O. I. Smoljakow, B. P. Morin, Z. A. Rogovin, M. D. Linjaewa und A. P. Pereldik; Chim. Volokna 4, 47 (1975)
- 19) B. A. Muchin, J. D. Andritschenko, G. A. Gabrieljan T. V. Druzina, S. M. Mezikovskij, P. P. Sceglow; Faserforsch. u. Textiltechn. 26 (9), 421 (1975)
- 20) B. A. Muchin, J. D. Andritschenko, G. A. Gabrieljan, T. V. Druzina, S. M. Mezikovskij, P. P. Sceglow; Faserforsch. u. Textiltechn. 26 (9), 421 (1975); SU 330.772 (Urheberschein)
- 21) A. I. Tschernuchina, G. A. Gabrieljan, Z. A. Rogovin; Vysokomol. Soed. 16B (1) 817 (1974)

Diskussion

Pabst: Wie hoch ist der Anteil an Polyoxypropylen in dieser Acrylfaser?

Rogovin: 5 bis 10 %.

Rigger: Um wieviel Prozent etwa werden die Herstellungskosten gegenüber der Normalfaser erhöht, wenn man auch alle Nebenkosten, wie zum Beispiel die Abwasserreinigung, einbezieht?

Rogovin: Das hängt vom verwendeten Monomeren ab. Im Großbetrieb fällt bei der Herstellung von Mtilonfasern mit Acrylnitril kein Abwasser an, da wir nach einem Kreisprozeß arbeiten. Die Herstellung von Mtilon ist natürlich teurer als die von gewöhnlicher Viskosefaser, da in der Sowjetunion das Acrylnitrilmonomere teurer ist als Zellwolle (Zellwolle kostet ungefähr 1 Rubel und das Acrylmonomere 1,20 Rubel per kg, also um 20 % mehr). Berücksichtigt man noch die Verarbeitung, so steigt der Preis insgesamt um ungefähr 40 % gegenüber dem für gewöhnliche Viskosefasern. Da Mtilonfasern in der Teppichindustrie an Stelle von Wolle verwendet werden, spielt diese Preiserhöhung keine große Rolle. Nur die mit Styrol gepfropften Fasern sind billiger als die gewöhnlichen Viskosefasern.

Marxmeier: Sie sagten, daß Sie auch an Polyester Pfropfversuche gemacht haben. Welche Ergebnisse erhielten Sie dabei?

Was spricht gegen die Strahleninitiiierung? Sind das mehr ökonomische oder mehr technische Gesichtspunkte?

Rogovin: Über die Modifizierung von Polyester haben wir erst in den letzten Monaten zu arbeiten begonnen. Es ging

darum, unschmelzbare und schwer brennbare Polyesterfasern herzustellen, was uns bis jetzt nur im Labormaßstab gelang. Dabei haben wir gefunden, daß man bei einem Polyester-Molekül mit aromatischen Ringen viel weniger Phosphor oder Halogen einführen muß als bei linearen aliphatischen Polyamiden. Auch ist es viel schwieriger, entsprechende Makroradikale, die sich zum Aufpfropfen eignen, für Polyester zu schaffen als für Polyamid, aber es geht. Im nächsten Jahr hoffen wir, diese Methode bis zur Pilotanlage erweitert zu haben.

Meine kritischen Äußerungen zur Strahlungsinitiiierung will ich gerne erklären: Man hat für die strahlungsinitiierte Pfropfung zwei Möglichkeiten:

1. die Ausgangsfaser wird bestrahlt und dann wird gepfropft, oder
2. das Gemisch aus Faser und Monomeren wird gemeinsam bestrahlt.

Letzteres hat den Nachteil, daß man eine große Menge von Homopolymeren erhält. Die Bestrahlungsmethode — mit Ausnahme der Methode mit schnellen Elektronen — ist ziemlich kompliziert, weil man zum Schutz der Arbeiter spezielle Anlagen benötigt. Bei der chemischen Methode sind keine Spezialvorrichtungen nötig, man kann mit gewöhnlichen Apparaturen arbeiten.

In Taschkent wird im Laboratorium von Professor Usmanov seit mehr als 10 Jahren versucht, diese Frage zu beantworten.

Ich habe diese Probleme in Frankreich mit Professor Schapiro und Professor Magat diskutiert, die — glaube ich — als erste nach dieser Methode Papier und verschiedene Fasern gepfropft haben, aber auch mit Professor Mark über den Stand der Bestrahlungsmethode in den USA. Diese Meinung ist weltweit, und es soll bisher nur eine Fabrik diese Strahlungsmethoden benutzen.

Ein Vergleich der chemischen Methode mit der Strahlungsmethode hat gezeigt, daß letztere für den Großbetrieb derzeit nicht geeignet ist; vielleicht kann man das fertige Gewebe bestrahlen — das weiß ich nicht.

Dawczynsky: Sie haben im letzten Dia gezeigt, daß die textilphysikalischen Kennwerte teilweise besser wurden, teils gleich geblieben sind. Können Sie zum färberischen Aufziehvermögen, zum textilen Griff dieser Faser bzw. dieses Gewebes und zum Weißgrad Aussagen machen? Haben sich diese drei Parameter verschlechtert, oder sind sie gleich gut geblieben? Es ist anzunehmen, daß gerade diese Parameter eine negative Tendenz zeigen werden.

Rogovin: Polyacrylnitrilfasern haben freie Isocyanatgruppen, sodaß die Farbstoffe eine chemische Verbindung mit den sehr reaktionsfähigen Isocyanatgruppen bilden. Es ist so, als ob man Zellulose mit sogenannten aktiven Farbstoffen färbte. Die Färberei von Polyacrylnitrilfasern mit gewöhnlichen Farbstoffen ist auch befriedigend. Man hat aber auch die Möglichkeit, die Anfärbbarkeit durch Verwendung verschiedener Farbstoffklassen zu erhöhen. Diese Farbstoffe besitzen aktive Gruppen, die mit der freien Isocyanatgruppe im Acrylnitril chemisch reagieren.

Rakowski: Haben Sie die physiologischen Eigenschaften von Fasern aus Pfropfpolymeren, aus Polyamid bzw. aus hydrophilen Monomeren miteinander verglichen? Wie weit ist der Feuchttransport verbessert? Verschiedenen Quellen ist zu entnehmen, daß die hohen Pfropfgrade keine verbesserten physiologischen Eigenschaften bewirken.

Rogovin: Selbstverständlich können neue Fasern nur dann in den Markt eingeführt werden, wenn die Beschlüsse der medizinischen Organisationen hierzu vorliegen. Beispielsweise erteilt uns das Gesundheitsministerium die Erlaubnis, modifizierte Acetatfasern für Damenunterwäsche zu verwenden.

Der Feuchttransport und die aufgenommene Wassermenge sind nicht dasselbe. In der Sowjetunion produziert man im Versuchsanlagenmaßstab sogenannte Chelonfasern, die Kanäle haben, in denen das Wasser kondensiert und transportiert wird. Nur wenn hydrophile Gruppen im Molekül vorhanden sind, wird der Feuchttransport selbstverständlich verbessert — und die hygienischen Eigenschaften ebenfalls.

Schlack: Ist es Ihnen gelungen, auf Nylon 6 Acrolein aufzupolymerisieren? Ist das ohne wesentliche Verfärbung der Fasern möglich?

Rogovin: Sie haben recht, diese Methode ist nur vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus interessant. Acrolein zu pfpfen, ist schwierig, denn es besitzt einen sehr unangenehmen Geruch und eignet sich daher nicht für den Großbetrieb. Das Acrolein bewirkt eine Vergilbung der Faser. Ich habe nur auf prinzipielle Möglichkeiten hingewiesen. Die hier aufgezeigte Methode empfehle ich nicht für die praktische Anwendung — es war nur eine rein theoretische Beweismöglichkeit für die Reaktionsfähigkeit einer Gruppe im Polyamidmolekül mit Acrolein.

van der Meer: Ich habe Ihrem Vortrag entnommen, daß man schmelzgesponnene Synthesfasern nur im fertigen Gewebe bzw. Gewirke pfpfen kann. Ist das deshalb, weil Pfpfpolymere hinterher nicht mehr gestreckt oder fixiert werden können?

Rogovin: Wir haben immer gestreckte Polyamidfäden gepfpft — aber das ist nicht der beste Weg. Vielleicht kann man prinzipiell auch auf das Ausgangspolyamid pfpfen, doch haben wir nie ein passendes Reagens gefunden, das selbst erhalten bleibt, ohne die Schmelzbarkeit von gewöhnlichem Polyamid zu verändern. Derzeit versuchen wir zum Beispiel, Polyamidstapelfasern vor oder nach der Streckung kontinuierlich zu pfpfen. Bis heute haben wir nur fertige, geschnittene Polyamidstapelfasern verwendet.

Krässig: Ich möchte eine Bemerkung korrigieren, die Prof. Rogovin in seinem Vortrag machte. Wir sind in Lenzing über die Pfpfmodifikation vom technischen Standpunkt aus immer noch begeistert. Der Beschluß, unsere Anstrengungen auf diesem Gebiet etwas zu reduzieren, resultiert eher aus verarbeitungstechnischen und ökonomischen Problemen. Wir haben bei unseren Arbeiten im Maßstab einer größeren Pilotanlage eine der Mtilon-Faser sehr ähnliche modifizierte Viskosefaser im höheren Titerbereich hergestellt.

Wir waren mit der Verarbeitbarkeit dieser Faser und mit ihren Eigenschaften beim Erspinnen von Garnen niedrigerer Garnnummern durchaus zufrieden. Teppiche daraus wurden sehr eingehend im Vergleich zu gleichkonstruierten Viskosefaserteppichen geprüft. Leider mußten wir dabei feststellen, daß sich die Erniedrigung der titerbezogenen Reißfestigkeit — trotz gleichbleibender Absolutfestigkeit dieser Fasern — im Abriebverhalten negativ auswirkt. Diese Teppiche waren in ihren Gebrauchseigenschaften nicht besser als normale Viskosefaserteppiche.

Daraus leitete sich für uns die Schlußfolgerung ab, daß man mit einer derartigen Faser — zumindest auf unserem Markt — keine Chance hat. Hinzu kommt noch, daß eine solche Faser durch Modifikation mit Acrylnitril etwas teurer ist als normale Viskosefasern.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei einigen weiteren Alternativen der Pfpfmodifikation, wo wir die Pfpfung immer noch als eine reale Möglichkeit ansehen.

Rogovin: Dr. Krässig ist begeistert und will die Sache fortsetzen — ich bin einverstanden, denn ich glaube, daß dies eine der zukunftsträchtigsten Methoden ist, um neue Eigenschaften bei normalen Fasern einzuführen und sie zu verbessern.

Wir haben nie reine Mtilon-Teppiche hergestellt. Die größten Vorteile dieser Faser für die Teppichindustrie sind das wollähnliche Aussehen, die verbesserte Lichtbeständigkeit und die verbesserte Fäulnisbeständigkeit. Wir machen solche Teppiche immer aus Gemischen dieser Faser mit Polyamidfasern, die gute Abriebeigenschaften haben.

Teppiche aus gemischten Fasern sind antistatisch, besitzen bei mindestens 50 % Polyamidfasergehalt einen sehr guten Abriebwiderstand, und man kann sie mit Farbstoffen für Zellulose, für Polyacrylnitril und einer Menge verschiedener anderer Farbstoffe färben.

Die gefärbte Faser ist farbintensiv und so interessant, daß man in den nächsten Jahren statt 1000 t 7000 t allein für die Teppichindustrie erzeugen wird.

Albrecht: Ich bin etwas überrascht über Ihre Feststellung, die Abriebfestigkeit betreffend. Wir haben selbst Teppiche dieser Art gemacht und eine Abriebfestigkeit in der Größenordnung jener von Acrylnitril festgestellt.

Aber — und jetzt kommt der Pferdefuß — die Seele haben wir der Faser nicht austreiben können, das heißt, das Feuchtigkeitsverhalten war praktisch so wie bei Zellulose. Die Abriebfestigkeit war bei entsprechend dicht eingestellten Teppichen wirklich auf dem Niveau von Acrylnitril. Der Generaltrend, der im Teppichsektor eigentlich die Viskose ausgeschaltet hat, hat uns davon abgehalten, diese Entwicklung weiter zu betreiben.

Krässig: Die Feststellung unbedingender „Abriebfestigkeit“ allein war vielleicht nicht genügend, ich hätte auch noch die gleichfalls ungenügende Druckerholung der Teppiche aus solchen mit Acrylnitril gepfpften Fasern nennen sollen.

Die Rolle der Farbstoff- und Chemikalienproduzenten als Partner der Faser- und Textilindustrie

Dr. Dr. h. c. Louis von Planta
Präsident und Delegierter des Verwaltungsrates der
CIBA-GEIGY AG, Basel

Nach dem Krieg lag die wirtschaftspolitische Zielsetzung in der Schaffung großer Märkte. Die hierfür gebildeten Organisationen haben sich vorerst bewährt, waren aber der raschen Entwicklung und der sich daraus ergebenden Rezession nicht immer gewachsen. Als Hauptprobleme stellen sich heute Schwierigkeiten mit den Zahlungsbilanzen und der Nord-Süd-Dialog. Im Vergleich zu den Wirtschaftsblöcken Comecon und USA fehlt in Westeuropa eine einheitliche politische und wirtschaftliche Willensbildung. Im Vordergrund des Interesses der Industrie steht deshalb die Internationalisierung des Waren- und Zahlungsausgleiches unter Einbezug der Entwicklungsländer. Dies soll von den Regierungen durch Ausgleich der Zahlungsbilanzen und Kontrolle der Inflation gefördert und nicht durch Sozialisierung behindert werden.

Das Bekenntnis zur freien Wirtschaft verlangt Leistungen im Sinne von Innovationen in breitester Form. Dabei ist partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Textil-, Chemiefaser-, Textilmaschinen- und chemischer Industrie unerlässlich. Hiefür gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Hindernd wirken sich staatliche Erlässe, wie Kartellrecht, Fusionskontrolle etc., aus. Wirtschaftliche Selbständigkeit ist ein Teil der politischen Freiheit. Sie verlangt eigenständige Leistungen ohne staatliche Unterstützung.

After the war the economic aim was to develop new markets. The organisations built up for this purpose were, initially, satisfactory but could not keep step with the rapid development and subsequent depression. Major problems today are the balance of payments and the relationship between the developed and the developing countries. In comparison to the economic might of the Comecon and the USA, Western Europe lacks an homogenous political and economic policy. Industry's major interest is an internationalisation of the balance of both trade and payments together with the developing countries. This objective should be promoted by the governments concerned through the adjustment of the balance of payments and the control of inflation, and should not be hindered by socialism.

The acknowledgement of a free economy requires achievements in the sense of innovation in the widest meaning of the term. Co-operation between the textile, man-made fibre, textile machinery and chemical industries is imperative. A wide variety of possibilities exists. State interference such as anti-cartel laws and the control of mergers are a hindrance. Commercial freedom is an integral part of political freedom. It requires individual accomplishment without state assistance.

Es ist für mich eine große Ehre, an dieser internationalen Chemiefasertagung einige Worte an Sie richten zu dürfen. Ich empfinde dies umso mehr, als ich mich als Schweizer in Ihrem Kreise doch etwas als Außen-seiter fühlen muß. Auf dem Gebiete der Chemiefaserezeugung, aber auch als Absatzmarkt gehört die Schweiz sicherlich zu den unbedeutenderen Ländern, und auch als kleines neutrales Land kann die Schweiz

in der weltweiten politischen und wirtschaftspolitischen Auseinandersetzung keinen entscheidenden Einfluß ausüben. Aber gerade wegen der Kleinheit unseres Landes und der starken internationalen Verflechtung unserer Wirtschaft erleben wir die weltwirtschaftlichen Entwicklungen vielleicht intensiver als andere, und wir sind auch gezwungen, uns mit den grundsätzlichen wirtschaftspolitischen Aspekten und den längerwirkenden Trends vermehrt auseinanderzusetzen.

Da ich selber auch nicht aus der Chemiefaserindustrie stamme, jedoch aus einem Wirtschaftszweig, der in engen Beziehungen zur Chemiefaserindustrie steht, habe ich versucht, mir für die heutige Tagung ein Thema zu stellen, das diese enge Verbindung dokumentiert, und ich habe den Titel gewählt:

„Die Rolle der Farbstoff- und Chemikalienproduzenten als Partner der Faser- und Textilindustrie“.

Diese Partnerschaft besteht im heutigen Zeitpunkt unbestritten auf den Gebieten der technischen und kommerziellen Zusammenarbeit, die notgedrungenemaßen sehr intensiv sein muß. Wenn wir aber über Partnerschaft reden, so sollten wir uns nicht auf die Zusammenarbeit als solche beschränken, wir müssen vielmehr unsere Gedanken in den breiten Zusammenhang unserer Weltwirtschaftsordnung stellen; und wir müssen uns insbesondere überlegen, welche längerfristigen Ziele wir für eine künftige Weltwirtschaftsordnung anstreben wollen und welches die maßgeblichen Entwicklungen sind, mit denen wir uns in Zukunft werden auseinandersetzen müssen, denn auch unsere Partnerschaft muß auf eine gemeinsame Zielsetzung ausgerichtet sein.

Eine geistige Auseinandersetzung mit den weltwirtschaftlichen Problemen ist für den einzelnen Unternehmer gerade in der heutigen unsicheren Zeit mehr als eine Sandkastenübung, denn in der Festlegung unserer Investitions- und Forschungspolitik müssen wir den allgemeinen Entwicklungen Rechnung tragen. Wenn ich dies heute zu tun versuche, so muß ich mich, schon der begrenzten Zeit wegen, auf wenige Aspekte beschränken, und Sie müssen akzeptieren, daß meine Überlegungen durch die Tatsache, daß ich Schweizer bin und die Verantwortung für ein schweizerisches international tätiges Unternehmen trage, geprägt sind. Doch glaube ich, daß die Überlegungen, mit gewissen nuancenmäßigen Abweichungen, für alle Industriellen, die sich als Ziel die Aufrechterhaltung unserer freien Marktwirtschaft stellen, ihre Gültigkeit haben. Insbesondere glaube ich, daß sich unser Gastgeberland Österreich unter vielen Aspekten in einer mit der Schweiz vergleichbaren Situation befindet.

Die Wirtschaftsgeschichte der westlichen Welt in den 25 Jahren nach Kriegsende war gekennzeichnet durch einen ungeahnten Aufschwung in allen industrialisierten Nationen. Die Exponenten von Wirtschaft und Staat lebten in einer Wachstums-euphorie, in der man die Grenzen der eigenen Möglichkeiten nicht mehr klar zu sehen vermochte. Die weltpolitische Zielsetzung lag in der Schaffung großer Märkte mit freiem, weltweitem Waren- und Zahlungsverkehr. Die entsprechenden Instrumente wurden geschaffen, und die Anfangserfolge waren bedeutend. Schon unmittelbar nach dem Krieg wurde in Brettonwoods die Grund-

lage für unser Währungssystem gelegt. Im Jahre 1947 wurde das GATT in Kraft gesetzt, innerhalb dem bis zum Jahre 1964 fünf Zollsenkungsrunden durchgeführt wurden. Die im Jahre 1948 gegründete OECE wurde im Jahre 1960 zur OECD umgewandelt. Von dieser Institution wurde der Liberalisierungskodex erlassen und in ihrem Rahmen die Europäische Zahlungsunion gegründet. Im Jahre 1957 erfolgte die Unterzeichnung des EWG-Vertrages in Rom, und als Gegengewicht wurde im Jahre 1959 der EFTA-Vertrag ratifiziert. In der Folge wurden auch Querverbindungen zwischen einzelnen EFTA-Ländern und der EWG durch Assoziationsverträge hergestellt.

Der Aufbau dieses internationalen Instrumentariums war eine großartige Leistung, und sie hat zur Ausweitung des Welthandels entscheidend beigetragen. Wohl gab es im Rahmen dieses Entwicklungsprozesses periodische Rückschläge, doch konnten diese immer wieder durch Fortschritte kompensiert werden. Allerdings haben wir alle in dieser Aufbauphase zu wenig darauf geachtet, auf welch schwachen Füßen dieses umfassende wirtschaftliche System stand und wie wenig die politische Entwicklung der wirtschaftlichen gefolgt ist. So hat es denn nur weniger Geschehnisse bedurft, um den erzielten Fortschritt wiederum in Frage zu stellen.

Die Wirtschaftsexpansion war in den einzelnen Ländern durch eine Inflation unterschiedlichen Ausmaßes begleitet, und das starre Währungssystem konnte dieser nicht Rechnung tragen. Dadurch entstanden Verzerrungen und innere Spannungen. Durch die expansive Außenpolitik der Vereinigten Staaten und insbesondere durch den Vietnamkonflikt hat die amerikanische Währung eine entscheidende Schwächung erfahren, und schließlich wurde unsere Wirtschaftsordnung durch die Ölkrise und die schlagartige, massive Erhöhung der Ölpreise vor eine neue Bewährungsprobe gestellt. Gleichzeitig traten aber auch die zu selbständigen Staaten gewordenen früheren Kolonialländer als neue Partner auf, die an die industrialisierte Welt ihre Forderungen stellten und die Begleichung der Rechnung für ihre behauptete frühere wirtschaftliche Ausnützung verlangten.

All diese Entwicklungen haben die industrialisierte Welt in eine Wirtschaftsrezession geführt, gefolgt von Arbeitslosigkeit und sozialen Spannungen. Wenn auch seit einigen Monaten Anzeichen für eine gewisse Verbesserung der Konjunkturlage aufgetreten sind, so dürfen wir uns dadurch nicht täuschen lassen, denn die Ursachen der Krise sind noch nicht beseitigt. Wir bezahlen heute in den Industrieländern den Preis für ein zu rasches und teilweise strukturell falsches Wachstum.

Wenn wir die wirtschaftliche Entwicklung mit ihren vielschichtigen Aspekten betrachten, so zeigen sich in der Problematik gewisse Schwergewichte, von deren Lösung unsere wirtschaftliche Zukunft wesentlich beeinflusst werden wird. Dabei bestehen naturgemäß unter diesen Grundproblemen starke Wechselwirkungen. Wir haben einerseits das Problem der Zahlungsbilanzen und andererseits das Verhältnis der industrialisierten Welt zu den Entwicklungsländern, das sich im Nord-Süd-Dialog niederschlägt.

Wir wissen, daß heute, mit Ausnahme der OPEC-Länder und einer kleinen Zahl westlicher industriali-

sierter Länder, alle Nationen zum Teil hohe Zahlungsbilanzdefizite aufweisen. Diese Situation trägt die große Gefahr restriktiver Maßnahmen auf dem Waren- und Zahlungsgebiet in sich und damit eines Rückschrittes vom Multilateralismus zum Bilateralismus. Die Zahlungsbilanzsituation steht in engem Zusammenhang mit dem Problem der Inflation und diese wiederum mit der Weltwährungsordnung. Solange weltweit die Probleme der Zahlungsbilanzen und der Inflation nicht unter Kontrolle gebracht werden können, und solange keine neue und dauerhafte neue Währungsordnung geschaffen ist, werden die nach dem Krieg gesteckten Ziele auf Schaffung eines freien, umfassenden Weltmarktes nicht realisiert werden können.

Die andere Problematik, die heute in ihren Auswirkungen noch vielfach unterschätzt wird, liegt in der Lösung des Verhältnisses der industrialisierten Welt zu den Entwicklungsländern. Hier geht es grundsätzlich um eine Neuverteilung des Reichtums unserer Welt. Im Interesse der Wahrung des Friedens wird diese Zielsetzung von den Politikern, und zwar auch denjenigen der industrialisierten Länder, weitgehend unterstützt. Diese Neuverteilung des Reichtums wird aber zur Folge haben, daß wir alle zugunsten der Entwicklungsländer ärmer werden müssen. Dabei wird es kaum darum gehen, in den Industrieländern den erreichten Stand abzubauen, hingegen wird das künftige Wachstum in stärkerem Ausmaß auf die Entwicklungsländer verlagert werden, dies umso mehr, als der zur Verteilung gelangende Kuchen, wenn man Inflation verhindern will, nicht beliebig vergrößert werden kann.

Wir stehen somit heute vor zwei grundsätzlichen Trends:

- auf der einen Seite zeichnet sich aus den wirtschaftlichen Gegebenheiten heraus wiederum eine Entwicklung vom Multilateralismus zum Bilateralismus ab, und
- auf der anderen Seite stehen wir vor der Problematik der Neuverteilung des Reichtums.

In dieser Situation ist es für uns Industrielle wichtig, auf Grund einer Standortbestimmung zu Konklusionen zu kommen. Wir müssen uns selber klar werden, was wir mittel- und langfristige wollen, und diesen Willen müssen wir unseren Regierungen vermitteln, die ja Träger der Verantwortung für die politischen Auseinandersetzungen sind. Diese Scharnierung zwischen Wirtschaft und Politik scheint mir außerordentlich wichtig, denn wir können immer wieder feststellen, daß politische Behörden im internationalen Konzert Auffassungen vertreten, die mit den Zielsetzungen der Wirtschaft der Länder nicht oder zu wenig koordiniert sind.

Gestatten Sie mir nun, daß ich versuche, eine mögliche Stellungnahme der Wirtschaft zu diesen beiden Problemkreisen zu skizzieren.

Das Hauptproblem, das meines Erachtens im Vordergrund steht, konzentriert sich auf die Frage, ob wir auf die Zukunft hin, trotz der momentanen Schwierigkeiten und der entgegenlaufenden Entwicklungen, an unserem früheren Konzept der Schaffung eines weltweiten Marktes mit freiem Waren- und Zahlungsverkehr festhalten, oder ob wir resigniert auf ein Konzept der Bildung von mehr oder weniger autarken

und in sich geschlossenen Wirtschaftsblöcken einschwenken wollen.

Betrachten wir die weltwirtschaftliche Lage, so müssen wir leider feststellen, daß heute bereits im Rahmen der industrialisierten Welt eine Blockbildung im Gange ist. Dabei lasse ich jetzt bewußt die OPEC-Staaten außer Betracht. Wir stehen in Europa zwischen COMECON und USA, beides Wirtschaftsblöcke, die über einen großen Rohstoffreichtum und für den Absatz ihrer Produkte über einen ausgedehnten Markt verfügen. Der Trend zum Isolationismus innerhalb dieser Blöcke ist heute zweifellos vorhanden. Beide verfügen über den Vorteil, daß sie einer einheitlichen politischen Willensbildung unterliegen.

Stellen wir diesen Blöcken Westeuropa gegenüber, so finden wir eine Gruppierung von Nationen ohne einheitliche politische oder auch wirtschaftspolitische Willensbildung. Es ist der Europäischen Gemeinschaft bis heute nicht gelungen, aus ihren Mitgliedstaaten eine Einheit zu bilden, die ein Gegengewicht zu den beiden genannten Blöcken bilden könnte. Was die Rohstoffvorkommen betrifft, ist Westeuropa relativ arm und importabhängig. Dies hat aber wiederum zur Folge, daß Westeuropa auf den Export seiner Produkte in viel stärkerem Ausmaß angewiesen ist als die beiden übrigen Blöcke. Der Gedanke einer westeuropäischen Autarkie ist heute nicht mehr denkbar, und eine Regionalisierung der Wirtschaft müßte sich schließlich einmal gegen die Industrieländer Westeuropas auswirken.

Wir haben somit ein echtes Interesse, an der Idee der Internationalisierung des Waren- und Zahlungsaus-tausches festzuhalten und uns dafür einzusetzen, wobei wir in diese Internationalisierung auch die Entwicklungsländer miteinbeziehen sollten. Selbstverständnis müssen wir für dieses Ziel einen Preis bezahlen, der uns, kurzfristig betrachtet, als unangenehm erscheinen mag. Dieser Preis liegt vornehmlich darin- daß wir auch unsere eigenen Märkte für die Konkurrenz aus andern Gebieten offenhalten und daß wir auf nationale Devisenbewirtschaftung verzichten und Schwankungen auf den Devisenmärkten in Kauf nehmen müssen. Wenn dies auch kurz- und mittelfristig gewisse schmerzhaftige Strukturereinigungen auf unserer Seite zur Folge haben wird, so glaube ich doch, daß auf längere Frist hinaus diese Politik im Interesse der westeuropäischen Wirtschaft liegen wird, denn sie wird zu einer echten Stärkung derselben beitragen.

Auch was das Verhältnis zu den Entwicklungsländern betrifft, glaube ich, daß wir dieses in einem konstruktiven Sinne angehen müssen. Wenn wir eine Lösung finden, die den Entwicklungsländern für ihre Rohstoffe und Erzeugnisse ihrer Landwirtschaft angemessene und auch stabilere Preise bietet, so werden wir wirtschaftliche Fehlentwicklungen in diesen Gebieten verhindern können. Dabei müssen wir uns aber klar sein, daß höhere Rohstoffpreise eine Schmälerung der Gewinnmargen in den industrialisierten Ländern zur Folge haben wird, aber gerade hierin liegt unser Beitrag zur Neuverteilung des Reichtums der Welt. Ebenso werden wir unsere Märkte für die Industrieprodukte der Entwicklungsländer öffnen müssen.

Ich weiß, daß auf den verschiedensten Gebieten immer wieder die Forderung nach Schutzmaßnahmen gegen

Einfuhren aus Billigpreisländern gestellt wird. Grundsätzlich sollten derartige Forderungen abgelehnt werden, denn sie beinhalten eine gefährliche Strukturpolitik, die zuletzt auf eine Konservierung überalteter Strukturen in unseren Ländern hinauslaufen wird und damit nur ein Hinausschieben früher oder später doch notwendig werdender Strukturanpassungen zur Folge haben. Im übrigen haben wir in den letzten Jahren mehrfach erlebt, wie rasch das Lohnniveau in den Billigpreisländern ansteigt, sobald die Industrialisierung einen gewissen Standard erreicht hat. Daß im Sinne von Übergangsmaßnahmen gewisse Schutzvorschriften notwendig werden können, möchte ich nicht bestreiten, aber nur deshalb, um in den einzelnen Ländern Zeit zu gewinnen, notwendige Strukturanpassungen und die Lösung der damit verbundenen sozialen Probleme durchführen zu können.

Wenn wir uns aber als Endziel die Schaffung weltweiter Märkte gesetzt haben, so verlangt dies umgekehrt von den westlichen Industrienationen die Führung einer eigenen aktiven Politik. Diese muß einerseits von den Regierungen der Nationen sowie von den europäischen multinationalen Institutionen und andererseits von jedem Unternehmen selbst betrieben werden.

Die Regierungen haben dabei die Verantwortung für die wirtschaftliche Infrastruktur. Sie müssen dafür sorgen, daß die Zahlungsbilanzen ausgeglichen werden und die Inflation in den einzelnen Ländern unter Kontrolle gebracht wird, denn dies ist die wichtigste Voraussetzung zur Schaffung einer neuen, stabilen Währungsordnung. Sie müssen aber im weiteren darauf bedacht sein, daß dem einzelnen Unternehmen der notwendige freie Spielraum für seine eigene Entwicklung belassen bleibt. Dies gilt insbesondere für die Gebiete der Fiskal- und Sozialgesetzgebung. Unsere Unternehmen können nur überleben, wenn sie einen finanziellen Ertrag erwirtschaften. Dabei denke ich weniger an denjenigen Teil des Ertrags, der an die Geldgeber ausgeschüttet wird, sondern vielmehr an diejenigen Mittel, die jedes einzelne Unternehmen für die Finanzierung seiner Investitionen und seiner Forschung benötigt. Je größer der Anteil des Gesamtertrags ist, der unter irgendeinem Titel dem Staat abgeliefert werden muß, desto enger wird der Spielraum des einzelnen Unternehmens zur Entwicklung der Initiative derjenigen Menschen, die hinter den Unternehmen stehen und die die Träger des Unternehmens sind. Je stärker die Eingriffe des Staates werden, desto mehr wird die Grenze der Verantwortlichkeiten zwischen Staat und Wirtschaft verwischt und desto mehr gehen wir einer Sozialisierung oder Syndikatisierung unserer Wirtschaft entgegen.

Gerade im Hinblick auf die Westeuropa inhärenten strukturellen Probleme und Nachteile im Vergleich zu den oben erwähnten starken Wirtschaftsblöcken können wir uns keine Sozialisierung leisten, denn die Stärke der westeuropäischen Wirtschaft liegt, wie dies die Vergangenheit bewiesen hat, nicht zuletzt in der Stärke der für die Wirtschaft verantwortlichen Persönlichkeiten. Diese brauchen aber zu ihrer Entfaltung einen breiten, freien Spielraum mit einer klaren Abgrenzung ihrer Verantwortung gegenüber dem Staat. Wenn ich mich somit gegen eine Sozialisierung unserer Wirtschaft zur Wehr setze, so stehen für mich nicht politische oder dogmatische Überlegungen im Vorder-

grund, sondern es geht mir darum, die bestmögliche Ausgangslage für das Überleben unserer Wirtschaft in der heutigen weltweiten Auseinandersetzung sicherzustellen.

Wo liegt nun der Beitrag, der von den einzelnen Unternehmen geleistet werden muß?

Es gehört zu den selbstverständlichen Aufgaben jedes Unternehmers, dauernd auf Verbesserung seiner Rentabilität hinzuwirken. Er muß ständig seine Organisation überwachen und diese den veränderten Verhältnissen anpassen. Das Schwergewicht der Tätigkeit des Unternehmers muß aber auf dem Gebiete der Innovation im weitesten Sinne liegen. Ich möchte dabei diesen Begriff nicht auf Innovation auf den Gebieten der Forschung und Produktentwicklung beschränken, sondern die breiten Gebiete der Produktion und auch des Marketings miteinbeziehen.

Unsere Zukunftschance liegt darin, daß wir bessere Produkte schaffen, daß wir diese zu günstigeren Bedingungen herstellen können und daß wir über Marketingorganisationen verfügen, die den Abnehmern echte Vorteile bringen. Das bedeutet aber auch, daß wir auf die Herstellung von Produkten verzichten, die ebensogut und billiger in Entwicklungsländern hergestellt werden können. Wenn uns dies gelingt, sollte es uns auch in Zukunft möglich sein, die Auseinandersetzung mit unseren Konkurrenten zu bestehen.

Ich glaube, daß die Voraussetzung hierzu in Westeuropa eine gute ist: Wir verfügen über gute Schulen und Universitäten, und wir haben Kenntnisse, die sich über Generationen hin entwickelt haben. Wir müssen nur stets darauf bedacht sein, in den einzelnen Ländern ein gutes soziales Klima zu schaffen, das es uns gestattet soll, den Ruf von Zuverlässigkeit zu erhalten.

Diese allgemeinen Überlegungen haben in genereller Beziehung für alle Industriezweige Gültigkeit, wobei naturgemäß von Branche zu Branche nuancenmäßig Unterschiedlichkeiten vorliegen.

Ich komme aber damit zu meinem eigentlichen Thema:

Was ist die Rolle der Farbstoff- und Chemikalienproduzenten als Partner der Faser- und Textilindustrie im Hinblick auf unser Ziel, das Überleben dieses volkswirtschaftlich wichtigen Industriezweiges sicherzustellen?

Die Textilindustrie, als ältester Industriezweig, ist heute, wie wir alle wissen, mit vielfältigen Problemen konfrontiert, die ihren Ursprung teils in ihrer traditionellen Struktur und in ihrem Produktsortiment, teils aber in vorhandenen Überkapazitäten und vor allem auch in einer neuen Arbeitsaufteilung innerhalb der weltweiten Produktions- und Konsumländer haben. Man hört immer wieder Stimmen, die mit einer gewissen Resignation feststellen, die Textilindustrie habe keinen Platz mehr innerhalb der Industrienationen und sei zur Abwanderung in Länder mit tiefem Lohnniveau verurteilt. Persönlich bin ich der Auffassung, daß derartige Schlußfolgerungen in ihrer Generalisierung unrichtig sind.

Wir wissen, daß als Folge der sich rasch vermehrenden Weltbevölkerung der gesamte Textilbedarf zweifellos zunehmen wird. Wir wissen auch, daß aus ernährungstechnischen Gründen der Erhöhung der

Produktion der Naturfasern Grenzen gesetzt sind. Die Bedarfsücke muß folglich durch die Chemiefaserindustrie gedeckt werden, die somit weltweit eine Wachstumsindustrie bleiben wird. Die Tätigkeit der Textilfaserindustrie als einer chemischen Industrie ist allerdings ebenfalls Einschränkungen unterworfen. Im Vordergrund stehen die Beschränkungen zum Schutze der Gesellschaft. Ich denke hier an die neuen Vorschriften auf dem Gebiete der Ökologie im Sinne der Reinhaltung von Boden, Wasser und Luft, und im Sinne der Toxikologie, die in neuen Giftgesetzen niedergelegt sind, an das Gebiet der Hygiene, zum Beispiel Verbot von freiem Formaldehyd in Textilien. Ich denke auch an Sicherheitsvorschriften, beispielsweise auf dem Gebiet der Entflammbarkeit. Die Bedeutung dieser einschränkenden Vorschriften ist heute schon in den Industrienationen groß, sie wird jedoch Schritt für Schritt auf alle Produzentländer übergreifen.

Das Problem, das sich uns stellt, liegt vor allem darin, Mittel und Wege zu suchen, den westeuropäischen Industrienationen einen angemessenen Teil der Textilproduktion zu erhalten.

Und wir müssen dieses Ziel aus verschiedenen Gründen erreichen:

- Eine gesunde Textilindustrie hat nun einmal ihren angestammten Platz in unserer Volkswirtschaft.
- Sie ist auch in soziologischer Hinsicht von wesentlicher Bedeutung, denn sie teilt sich auf in eine große Zahl mittlerer Betriebe, die, über das ganze Land verteilt, für eine geographisch ausgeglichene Beschäftigung unserer Bevölkerung sorgen und eine sozial nicht erwünschte zu starke Konzentration auf wenige Industriezentren verhindern.

Bei der Erreichung des erwähnten Zieles ist die Textilindustrie mit den gleichen Problemen konfrontiert wie alle übrigen Industriezweige. Diese liegen vor allem darin, daß die einfachen Produktionsverfahren mehr und mehr in die Entwicklungsländer verlagert werden, in denen der größte Konsumzuwachs liegt, wobei die dort produzierten Waren wiederum exportiert und auf den industrialisierten Märkten abgesetzt werden. Diese Entwicklung ist eine natürliche und — weltweit betrachtet — im Grunde genommen auch eine vernünftige. Sie hilft den Entwicklungsländern, ihr Überschuldungsproblem zu lösen. Daran haben wir, längerfristig gesehen, als Industrienationen ein sehr großes Interesse, denn gerade die Entwicklungsländer sind die künftigen Absatzmärkte für die qualitativ hochstehenden Produkte aus den westlichen Industriestaaten.

Auch die Textilindustrie muß deshalb versuchen, die sich ihr stellenden Probleme möglichst aus eigener Kraft zu lösen, und diese Lösung kann nur darin liegen, daß sie sich durch vermehrte Innovation wiederum einen Vorsprung verschafft, der ihr Überleben sicherstellt.

Ich möchte an dieser Stelle nicht über die spezifischen Strukturprobleme der klassischen Textilindustrie sprechen. Diese sind zweifellos in den meisten Ländern vorhanden, und sie sind eng verbunden mit der traditionellen Entwicklung der Industrie. Ich möchte mich hier vielmehr auf das uns besonders interessierende Gebiet der Chemiefaserveredlung beschränken.

Hier besteht schon seit langem eine enge Zusammenarbeit zwischen der Textilindustrie als letzter verarbeitender Stufe, der Faserindustrie als Produzentin der textilen Rohstoffe, der Maschinenindustrie als Lieferantin von Apparaten und Einrichtungen und schließlich der chemischen Industrie als Hersteller von Textilfarbstoffen, von Textilchemikalien für die eigentliche Textilindustrie sowie von Pigmenten und Additiven für die Chemiefaserindustrie, wobei zu erwähnen ist, daß auch die Rohmaterialien für die Synthesefaserproduktion aus der chemischen Industrie stammen.

Beispiele der engen Zusammenarbeit unter diesen vier Gruppen aus der Vergangenheit ließen sich in großer Zahl anführen. Ich erinnere hier nur an die Entwicklung der Polyesterfaser, die in den Laboratorien der Calico Printers Association Ltd. in Manchester, das heißt einer Textilindustrie, erarbeitet und in der Folge zur Herstellung von der chemischen Industrie übernommen worden ist. Ähnliches gilt für die Acetatfaser, die in Zusammenarbeit zwischen Textilindustrie und Chemie entwickelt worden ist.

Stark waren auch die Impulse, die von der Industrie der Textilveredlungsmaschinenhersteller gekommen sind. Ich denke, um ein Beispiel aus neuester Zeit zu nennen, an den Rotationsfilmdruck und die Düsenfärbemaschinen. Die Beispiele aus der Vergangenheit zeigen die mannigfaltigen Wechselwirkungen und die gegenseitige Befruchtung unter den vier genannten Industriegruppen.

Im Hinblick auf die von mir erwähnten technischen Probleme, mit denen unsere Industrie in Zukunft konfrontiert sein wird, drängt sich eine Intensivierung dieser Zusammenarbeit auf, insbesondere, wenn wir die Endzielsetzung, nämlich die Schaffung eines innovatorischen Vorsprungs dieser Industrien, im Auge behalten. Über die Formen dieser möglichen Zusammenarbeit möchte ich mich im einzelnen nicht äußern. Schon heute kennen wir die verschiedensten Strukturen. So gibt es nahezu voll integrierte Unternehmen, die die chemischen Grundstoffe, Fasern, Farbstoffe und Textilhilfsmittel herstellen. Es gibt aber auch Chemiefaserunternehmen, die sich nur auf den Faserteil beschränken, wie es auch chemische Unternehmen gibt, die lediglich Farbstoffe, Additive und Textilhilfsstoffe herstellen. Es gibt ein Zusammenarbeiten in der Forschung, "joint ventures" zwischen Partnern verschiedener Gruppen, und es gibt den einfachen Erfahrungsaustausch. An dieser Vielfalt der Möglichkeiten der Zusammenarbeit sollten wir nichts ändern. Dies vor allem auch darum nicht, weil ja der gesamte Ablauf der textilen Fertigung, an der die vier erwähnten Partnergruppen beteiligt sind, von den gleichen, uns von der Umwelt gesetzten Parametern gesteuert wird. Keine der beteiligten vier Industrien kann je in der Lage sein, mit Erfolg unabhängige Aktionen allein durchzuführen. Auch aus dieser Situation heraus wird die Zusammenarbeit zur Notwendigkeit.

Zu Bedenken Anlaß geben allerdings gewisse staatliche Tendenzen, die sich einer solchen Zusammenarbeit hindernd in den Weg stellen. Ich denke hier

vor allem an die immer schärfer werdenden Vorschriften auf den Gebieten des Kartellrechts, der Fusionskontrolle usw. Es ist meines Erachtens ein großer Irrtum, wenn wir glauben, durch Übernahme von Gesetzgebungsvorschriften aus den USA den europäischen Konsumenten einen Dienst zu leisten. Die amerikanischen Antitrustvorschriften sind ausgehend von den spezifisch amerikanischen Verhältnissen zu verstehen, und sie stehen in engem Zusammenhang mit dem großen amerikanischen Markt. In Europa verfügen wir über keinen einheitlichen Markt, und unsere Wirtschaft hat sich historisch anders entwickelt.

Die Ausgangslage für eine Gesetzgebung zum Schutze der Konsumenten ist hier somit eine ganz andere. Wir befinden uns in Europa oft in der schizophrenen Situation, daß wir durch gesetzliche Vorschriften zur Durchführung wirtschaftlich vernünftiger Maßnahmen im Interesse des Überlebens der Unternehmen und damit auch der Erhaltung der Arbeitsplätze gehindert werden, und umgekehrt werden wir von den gleichen gesetzgebenden Behörden gezwungen, Arbeitsplätze aufrechtzuerhalten. Wir befinden uns damit in einem Circulus vitiosus, der die Aufrechterhaltung der Rentabilität unserer Industrie erschwert und der als Endlösung die Übernahme der Industriebetriebe durch den Staat gezwungenermaßen beinhaltet. Solche Entwicklungen sehen wir heute schon in verschiedenen westeuropäischen Ländern. Daß aber die Aufgabe der wirtschaftlichen Freiheit auch die Aufgabe der politischen Freiheit zur Folge hat, wird heute noch weiterherum übersehen.

In diesem Sinne ist auch die von mir vertretene Firma CIBA-GEIGY AG, in Zusammenarbeit mit den übrigen Industriegruppen, an der Erhaltung einer leistungsfähigen Textilindustrie, insbesondere auch in den Industrieländern, interessiert. Besondere Bedeutung messen wir in diesem Rahmen auch der österreichischen und der schweizerischen Textilindustrie bei, denn diese zeichnen sich durch die Produktion von Spezialitäten in kleinerer und mittleren Betrieben aus. Dieser gesunde industrielle Mittelstand wird in unseren Ländern aus politischen Erwägungen von bleibender Bedeutung sein. Dieser gesunde Mittelstand, der ja unmittelbar von Unternehmerpersönlichkeiten getragen wird, sollte auch gute Voraussetzungen für die Schaffung und Aufrechterhaltung einer Atmosphäre bieten, die eine persönliche Entfaltung und damit auch eine ständige Innovation gestattet.

Wenn wir uns somit für die Aufrechterhaltung der wirtschaftlichen Selbständigkeit unserer Unternehmen einsetzen, so kämpfen wir gleichzeitig auch für die Aufrechterhaltung unserer politischen Freiheit. Wir haben eine gute Chance, in unserer Industrie diesen Kampf zu gewinnen, wenn wir weniger nach staatlicher Unterstützung rufen, sondern uns vermehrt auf unsere eigenen Kräfte besinnen und diese durch eine Zusammenarbeit unter freien Unternehmen noch verstärken.

Bekleidungs- und Heimtextilien mit mehreren Garnkomponenten — Möglichkeiten und Probleme der Mischverarbeitung verschiedenartiger Garne

Dr. Wolfgang Geßner, Frankfurt-Höchst

Es gibt eine Vielzahl von Garneigenschaften, die bei der Herstellung von Textilien sinnvoll ausgenutzt und kombiniert werden können. Unterschiede, zum Beispiel hinsichtlich Faserrohstoff, Färbbarkeit, Schrumpfung oder Garnkonstruktion, lassen sich zum Erzielen bestimmter Warenbilder und Effekte verwenden. Die Kombination verschiedenartiger Garne kann durch Zwirnen bzw. Verwirbeln oder erst bei der Herstellung der textilen Flächengebilde erfolgen. Das Ziel der Mischverarbeitung ist neben dem angestrebten Warenausfall häufig die Verbesserung der Laufeigenschaften.

Anhand von Beispielen werden die vielfältigen Möglichkeiten bei der Mischverarbeitung verschiedenartiger Garne erläutert, und es wird auf die Möglichkeit zur Behebung dabei auftretender Probleme hingewiesen.

There are numerous yarn properties which can be reasonably applied and combined in the production of textile fabrics. Differences for instance in fiber raw material, dyeability, shrinkage and yarn construction can serve to achieve specific appearances and effects on fabrics. The combination of the various yarns can be obtained by twisting, entangling or even during fabric production. Besides the desired fabric character improved running properties are often the objective of blending various yarns.

In the paper the possibilities of blending various yarns will be demonstrated by numerous examples and measures to overcome arising problems are dealt with.

Einleitung

Der größte Teil der im Bekleidungs- und Heimtextilienbereich angebotenen Artikel besteht jeweils aus nur einem Garn, das heißt, in Kette und Schuß bzw. in allen Fadensystemen des textilen Flächengebildes wird ein Garn mit gleichen Eigenschaften verwendet. Im Gegensatz dazu stehen die Textilien, die aus zwei oder mehreren unterschiedlichen Garnen gefertigt werden. Die Möglichkeiten, textile Web- und Maschenwaren durch den Einsatz solcher Garne mit unterschiedlichen Eigenschaften zu variieren, sind vielfältig. Am bekanntesten dürften die stückfarbigen gemusterten Artikel sein, die aus Garnen unterschiedlicher Anfärbbarkeit bestehen.

In vielen Fällen lassen sich durch Kombination von Garnen mit speziellen Eigenschaften nicht nur besondere Artikel, sondern auch verbesserte Laufeigenschaften erzielen, rationellere Fertigungsverfahren einsetzen oder preisgünstigere Artikel herstellen.

Zusammenhang zwischen Garn- und Wareneigenschaften

Betrachten wir zunächst die Garneigenschaften, die zur Erzielung bestimmter Musterungen oder Wareneffekte verwendet werden können. In Tabelle 1 sind

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Garnen und Textilien

Garneigenschaften	Einfluß auf Wareneigenschaft
Garnrohstoff (Polyester, Acryl, Polyamid, Wolle, Baumwolle)	Griff, Aussehen, technologische Eigenschaften
Garnart (Filament, glatt, Filament, texturiert, Spinnfasergarne verschiedener Verfahren)	Aussehen, Griff, Volumen, technologische Eigenschaften, Struktur
Garnfeinheit	Warengewicht, Griff, Aussehen
Garndrehung	Aussehen, Griff, Volumen, technologische Eigenschaften
Färbung bzw. färberisches Verhalten	Aussehen
Glanz, Mattierung	Aussehen
Schrumpfverhalten	Aussehen, Struktur, Griff, technologische Eigenschaften
Elastische Dehnung	Elastizität
Leitfähigkeit	Elektrostatisches Verhalten

Merkmale von Garnen und Beispiele für damit zusammenhängende Wareneigenschaften einander gegenübergestellt. Diese Aufstellung, die noch erweitert werden könnte, läßt erkennen, wie vielfältig die Möglichkeiten der Warengestaltung durch Einsatz unterschiedlicher Garne sind.

Die Kombination unterschiedlicher Garne

Zur gemeinsamen Verarbeitung unterschiedlicher Garne in textilen Flächengebilden gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Grundsätzlich kann man unterscheiden zwischen der Kombination solcher Garne vor der Herstellung des textilen Flächengebildes durch Zwirnen, Fachen oder Verwirbeln und dem Zusammenführen der Garne während des Herstellungsprozesses beim Weben, Stricken oder Wirken. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, in eine separat angefertigte Grundware Garne einzuarbeiten, wie es beim Tuften und Sticken üblich ist (Tab. 2).

Tabelle 2: Verfahren zur Kombination unterschiedlicher Garne

Zeitpunkt der Kombination	Verfahren
1. Vor der Herstellung des textilen Flächengebildes	Fachen, Zwirnen, Verwirbeln
2. Während der Herstellung des textilen Flächengebildes	<p>a) Systemverarbeitung Die unterschiedlichen Garne werden in verschiedenen Fadensystemen (z. B. Kette und Schuß) verarbeitet.</p> <p>b) Stellungsverarbeitung Die unterschiedlichen Garne werden innerhalb eines Fadensystems gemischt verarbeitet.</p>
3. Nach der Herstellung einer Grundware	Einarbeiten in die Grundware, z. B. durch Tuften oder Sticken

Die Kombination zweier Garne (durch Zwirnen ist im Vergleich zum Fachen oder Verwirbeln kostenaufwendiger, der Zusammenhalt beider Komponenten wird dadurch jedoch besonders intensiv und die Lage der einzelnen Komponenten zueinander durch die gleichmäßige Drehung je Langeneinheit genau definiert. Je nach Drehungsdichte ergibt sich ein langflämmiger Zwirn oder ein hartgedrehter Mouliné. Durch Fachen zusammengeführte Garne haben nur eine geringe und unregelmäßige gemeinsame Drehung, die sich beim Überkopfabziehen ergibt. Gefachte Garne mit verschiedenfarbigen Komponenten haben wegen der Neigung zur Bildierung im Flachengebilde nur begrenzte Einsatzmöglichkeiten.

Eine Zwischenstellung im Zusammenhalt des Garnverbandes nehmen die verwirbelten Garne ein. Im Filamentbereich ist innerhalb weniger Jahre das Zwirnen der Garne in großem Umfang durch das kostengünstigere Verwirbeln ersetzt worden. Als Beispiel für eine Verwirbelungsdiise sei die schematische Abbildung aus einer Offenlegungsschrift¹ angegeben (Abb. 1). Bei einfachen Multifilamenten hat das Verwirbeln nur den Zweck, die einzelnen Kapillare in gewissen Abständen so miteinander zu verschlingen, daß auch ohne einen Zwirnprozeß ein genügender Garnzusammenhalt für die Weiterverarbeitung erzielt wird. Das Verwirbeln läßt sich jedoch auch gut zum Zusammenfügen mehrerer Filamentgarnkomponenten benutzen, die sich zum Beispiel in bezug auf Färbung oder farberisches Verhalten unterscheiden.

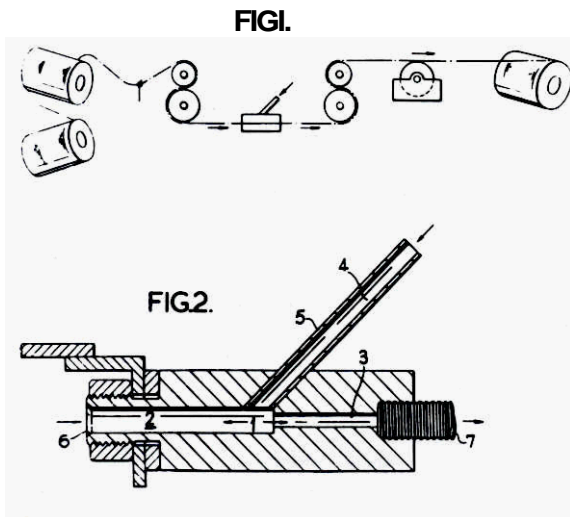


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Verwirbelungseinrichtung nach Offenlegungsschrift DT 1660178¹
 5 — Rohr zur Zufuhr des Verwirbelungsgases
 6 — Garneintritt
 7 — Garnaustritt

Um mit solchen Garnen ein gleichmäßiges Warenbild zu erzielen, sind verschiedene Voraussetzungen zu erfüllen:

- Die Verwirbelungsdichte, das heißt der mittlere Abstand der Verwirbelungspunkte, muß gleich sein.
- Weiterhin darf der Zusammenhalt der einzelnen Komponenten bzw. deren Auflösungsgrad nicht schwanken; das hatte nämlich zur Folge, daß das

Garn wechselnd Zwirn- bzw. Melangecharakter aufweist.

- Die verwirbelten Stellen müssen außerdem so fest zusammenhalten, daß sie sich durch die bei der Verarbeitung auftretende Zugbeanspruchung des Fadens nicht auflösen.
- Die Zahl der Verwirbelungspunkte je Langeneinheit muß ausreichend groß sein, damit der optische Eindruck des verwirbelten Garns nicht zu stark durch die dem Garn beim Überkopfabzug von der Spule erteilte Drehung verändert wird.

Berücksichtigt man, daß — abgesehen von der richtigen Beschaffenheit des Vorlagematerials — die geforderten Garneigenschaften hauptsächlich durch die Arbeitsweise der Verwirbelungsdiise bestimmt werden, so läßt sich der Schwierigkeitsgrad dieses Verarbeitungsprozesses abschätzen.

Nach dieser Übersicht über die verschiedenen Verfahren zur gemeinsamen Verarbeitung unterschiedlicher Garne in einem textilen Flachengebilde sollen aus der Vielzahl der Möglichkeiten Anwendungsbeispiele vorgestellt werden. Bei der Auswahl wurden solche Beispiele bevorzugt, die eine größere Marktbedeutung haben oder technisch interessant sind und sich auch bildlich darstellen lassen.

Beispiele für die Anwendung unterschiedlicher Garne in der Textilherstellung

1. Textilien aus Garnen mit unterschiedlichem Faser-material

Bei der Entwicklung von Textilien mit Garnen aus unterschiedlichen Fasermaterialien werden deren spezifische Eigenschaften, wie Griff, Festigkeit, Dehnung, Schrumpfverhalten, chemische Beständigkeit, und nicht zuletzt auch der Faser- bzw. Garnpreis berücksichtigt. Typisch für diese Artikelgruppe sind Textilien mit unterschiedlicher Ober- und Unterseite, wobei durch entsprechende Bindung erreicht wird, daß jeweils eine Garnart ganz oder überwiegend auf einer

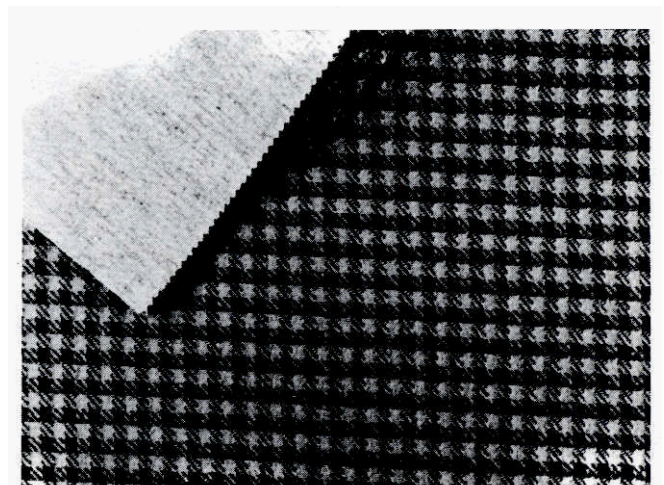


Abb. 2: Rundgestrickter Mantelstoff — „Doppelware“; Warenoberseite — Polyester-Texturgarn, Warenunterseite — Acryl-Kammgarn

Warenseite in Erscheinung tritt. Als Beispiel sei eine rundgestrickte *Doppelware* vorgestellt, deren Oberseite texturiertes Polyester Garn und die Unterseite Acrylkammgarn enthält (Abb. 2).

Wenn eine Anbindung der Ober- an die Unterware nicht möglich ist, ohne das Warenbild zu stören, wie beispielsweise bei manchen schweren Mantelstoffen mit angewebtem Futter, wird ein zusätzliches Fadensystem in Form einer Bindekette oder eines Binde-schusses vorgesehen. Für Bindegarne werden in der Regel preisgünstige Zellulosefasergarne verwendet. Diese werden bindungsmäßig so angeordnet, daß sie an der Warenoberfläche nicht sichtbar sind. Wesentlich für die Konstruktion textiler Flachengebilde aus Garnen mit unterschiedlichem Fasermaterial ist das Schrumpfverhalten der eingesetzten Garne. Um Boldererscheinungen und Spannfäden zu vermeiden, darf der bei Ausriistung, Gebrauch und Reinigung verursachte Schrumpf der verschiedenartigen Garne nur in geringem Maße differieren.

Eine weitere Artikelgruppe, in der Garne aus unterschiedlichem Rohstoff eingesetzt werden, sind die sogenannten Ausbrenner. Die Artikel bestehen im Regelfall aus Polyesterfasern einerseits und Baumwoll- bzw. Viskosefasern andererseits. Die Zellulosefaser wird nach vorgegebener Musterung durch eine Behandlung mit Aluminiumchlorid „ausgebrannt“. Das in Abbildung 3 dargestellte Gewebe besteht in der Kette aus Polyesterfasergarn und Baumwollgarn, 1 : 1 versetzt, und im Schuß nur aus Polyesterfasergarn. Für Wirkware wird häufig die Materialkombination Polyesterfilament und Polyester/Baumwollgarn verwendet.

Zum Ausbrennen der Wolle aus den weniger gebrauchlichen, aber ähnlich konstruierten Polyester/Wollartikeln wird ein alkalisches Medium, und zwar im Regelfall Ätznatron, eingesetzt.

2. Textilien aus Garnen unterschiedlicher Herstellungsart und Feinheit

Neben dem eingesetzten Fasermaterial beeinflusst am stärksten das Garnherstellverfahren den Ausfall eines

Garns und damit auch der Fertigware. Es liegt daher nahe, die dadurch bewirkten Unterschiede im Garncharakter bei der Artikelentwicklung auszunutzen. Doch nicht nur der Garncharakter, sondern auch die spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Garnarten, wie zum Beispiel hervorragende Gleichmäßigkeit sowie die Laufeigenschaften der Filamentgarne und der textile Griff oder die Variationsmöglichkeiten beim Fasergarn, sind zu berücksichtigen.

Die Vorzüge beider Garnarten werden bei Mischartikeln aus texturiertem Polyesterfilament und Stapelfasergarnen ausgenutzt. Sie haben durch den Einsatz des texturierten Filaments ein sehr gleichmäßiges Warenbild und vom Fasergarn her den angenehmen textilen Griff. Je nachdem, ob der seidige oder der Fasergarncharakter stärker betont werden soll, wird die Warenbindung so ausgerichtet, daß die eine oder die andere Garnkomponente auf der Warenoberfläche überwiegt. Zusätzlich läßt sich der gewünschte Effekt durch die Garnfeinheiten der beiden Mischungspartner steuern. Eine Strickware in der beschriebenen Materialkombination wurde bereits gezeigt.

Auch im Webereisektor haben Mischqualitäten Bedeutung gewonnen, und zwar in der Kombination texturierte Kette und Fasergarnschuß^{2,3}. Neben dem ansprechenden Warenausfall sind für den Erfolg dieser Artikel zwei Gründe zu nennen:

1. die guten Laufeigenschaften der texturierten Kettgarne,
2. ihr günstiger Preis, verglichen mit Fasergarnen entsprechender Feinheit.

Die Vorteile, die sich hinsichtlich besserer Laufeigenschaften aus dem Einsatz texturierter Garne ergeben, lassen sich abschätzen, wenn man die in der Seiden- und Baumwollweberei üblichen Störungen miteinander vergleicht. Die Zahl der durch Kett- und Schußfadenbrüche oder durch andere Störungen verursachten Webmaschinenstillstände ist in der auf Polyesterfilamente ausgerichteten Weberei um ein Vielfaches geringer als in der Baumwollweberei. Auch unter dem Blickwinkel der Garnkosten betrachtet, ist der Einsatz texturierter Polyestergarne in den letzten Jahren in-

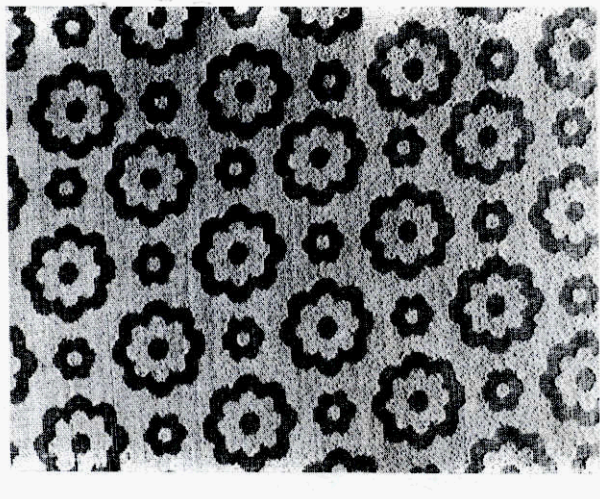


Abb. 3: Ceweber Blusenstoff — „Ausbrenner“
Kette: Polyesterfasergarn/Baumwollgarn,
Einzug 1:1
Schuß: Polyesterfasergarn

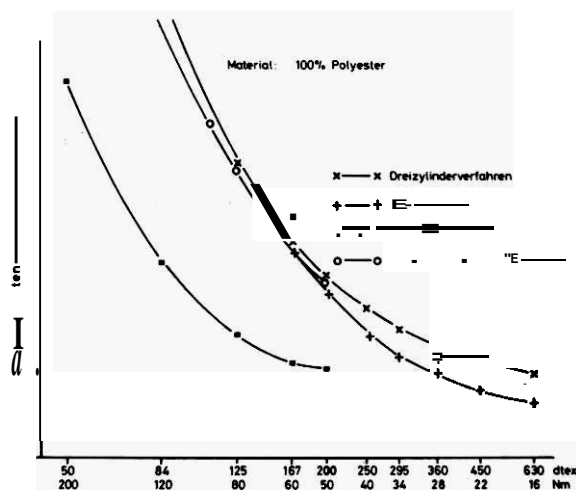


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Fertigungskosten und Garnfeinheit für verschiedene Garnherstellungsverfahren

interessanter geworden, und zwar gilt das in umso stärkerem Maße, je feiner die Game sind.

Zur Erhaltung dieser Aussage seien die Fertigungskosten verschiedener Polyesterspinnfasergarne und texturierter Polyestergame ab Spinnspule bzw. ab Flocke qualitativ einander gegenübergestellt (Abb. 4).

Berücksichtigt man, daß der Spinnspulenpreis zumindest der größeren Titer den der Stapelfaser kaum überschreiten dürfte, so läßt sich auch der Verlauf der entsprechenden Kurven für die Herstellungskosten, das heißt Fertigungs- und Materialkosten, abschätzen. Demnach liegen nicht nur die ungedrehten Schußgarne, sondern auch die gedrehten, für Ketteneinsatz üblichen Texturgame im betrachteten Bereich kostengünstiger als die Stapelfasergarne.

Entscheidend für die Auswahl der Game ist schließlich der Warenausfall, der wesentlich vom Garncharakter bestimmt wird. In diesem Zusammenhang ist auf die verschiedenen Entwicklungen von Filamentgarnen mit „Fasergarnoptik“ und auf die Bemühung um eine kostengünstige chemiefasergerechte Verspinnung von Fasergarnen zu verweisen.

Aus technischer Sicht interessant sind neuere Gewebeentwicklungen, bei denen in dem einen Fadensystem Ringgame, in dem anderen OE-Game eingesetzt werden. Die Gründe für die gemeinsame Verarbeitung sind verschiedenartig. Die niedrigen Herstellkosten des OE-Garns und seine guten Laufeigenschaften in der Kette spielen ebenso eine Rolle wie der Wunsch, durch Einsatz des Ringgarns in einem Fadensystem den Warenausfall eines bisher vollständig aus Ringgarn hergestellten Artikels weitgehend zu erhalten.

Als weiteres Beispiel für Artikel aus unterschiedlich hergestellten Garnen, sind Maschenwaren aus feinem Monofil in Kombination mit texturiertem oder Fasergarn zu nennen (Abb. 5).

Der Hauptgrund für die Verwendung des Monofil in Maschenware ist im allgemeinen das Bestreben, möglichst leichte Artikel zu entwickeln. Bei Maschenware läßt sich diese Forderung aufgrund der anderen Bindungsverhältnisse nicht so leicht realisieren wie im Webwarebereich, sodaß der Einsatz feiner Game hierfür die einfachste Lösung darstellt.

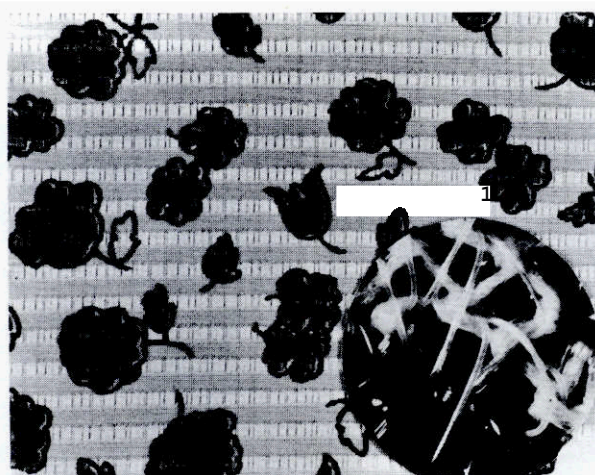
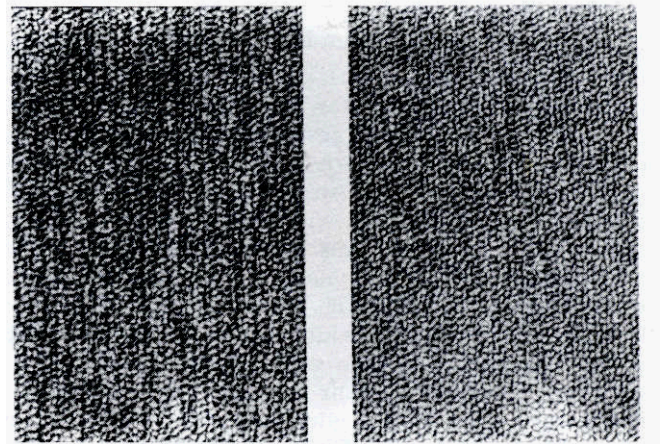


Abb. 5: Bedruckte Kettwirkware am Polyester-Texturgarn und Polyester-Monofil



a) b)

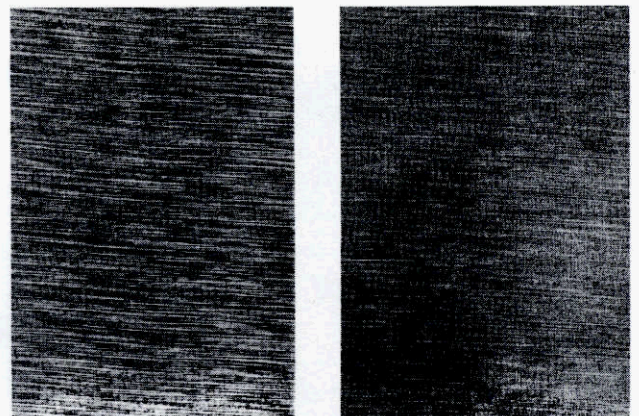
Abb. 6: Tufting-Schlingenware mit verwirbeltem Zweikomponenten-Polyamidgarn

- a) lange Flamme — geringe Durchmischung
- b) kurze Flamme — starke Durchmischung

Schließlich sei noch auf die Artikelgruppe der Polwaren hingewiesen, in der die gemeinsame Verarbeitung von Garnen unterschiedlicher Herstellungsart und Feinheit, nämlich von Grund und Polgarn, den Regelfall bildet.

3 Textilien aus Garnen unterschiedlicher Färbbarkeit

Aus der Vielzahl der möglichen Beispiele für Textilien aus Garnen unterschiedlicher Färbbarkeit sei hier nur auf solche stückfarbige gemusterte Artikel eingegangen, die aus bzw. mit verwirbelten Garnen hergestellt sind. Abbildung 6 zeigt einen Teppich, dessen Polmaterial aus texturierten Polyamidfilamenten besteht. Die Einzelkomponenten des Filaments, im vorliegenden Fall je zur Hälfte sauer bzw. basisch anfärbend, werden nach dem Texturieren miteinander verwirbelt. Die aus solchen Garnen hergestellten Artikel haben nach dem Färben ein geflammtes Warenbild. Die Flammenlänge läßt sich in gewissem Umfang variieren, wie das Beispiel zeigt. Auch der Durchmischungsgrad der unterschiedlich anfärbenden Kom-



a) b)

Abb. 7: Gewebter Kleiderstoff aus Zweikomponenten-Polyester-Texturgarn

- a) lange Flamme — geringe Durchmischung
- b) kurze Flamme — starke Durchmischung

ponenten kann, wie bereits erwähnt, bei der Garnherstellung in einem weiten Bereich variiert werden.

Die hier beschriebenen Effekte sind nicht auf die Anwendung im Teppichsektor beschränkt, wie das folgende Beispiel von zwei gewebten Kleiderstoffen aus texturiertem Polyestergarn zeigt (Abb. 7). Gewebegewicht, Garnarter und Anzahl der **Einzelkapillaren** stimmen in beiden Fällen überein. Jedes Garn besteht je zur Hälfte aus einer dispers und einer basisch farbigen Komponente. Das unterschiedliche Warenbild wird also nur durch die Variation des Durchmischungsgrades beider Komponenten bewirkt. Sowohl für das Feingarn als auch für das Teppichgarn gilt, daß die Gefahr von Bilderungen in der Fertigware umso größer wird, je länger die Fasern und je geringer der Durchmischungsgrad sind.

4. Textilien aus Garnen mit unterschiedlichem Glanz

Das Aussehen eines Textils wird neben der Färbung entscheidend durch den Glanz des eingesetzten Fasermaterials bestimmt. Für den Dessinateur, der den Glanz als Element der Musterung verwenden will, bieten sich in besonderer Weise Garne aus Chemiefasern an. Ihr Glanz läßt sich durch den Zusatz von Mattierungsmitteln zum Rohstoff in weitem Bereich variieren. Durch Ausbildung spezieller Faserprofile sind verstärkte Glanz- bzw. Glitzereffekte zu erzielen. Nicht zuletzt wird der Glanz auch durch die Kräuselung der Faser bzw. des Filaments bestimmt. Es gilt dabei, je stärker die Kräuselung, desto geringer der Glanz.

Abbildung 8 zeigt eine stückfarbige Rundstrickware, die im dunkleren glänzenden Teil nicht mattiertes, glattes Polyesterfilament mit Fünfsternprofil enthält, während der hellere, matte Teil aus texturiertem Polyesterfilament mit Mattierung und Rundprofil besteht. Der hellere Farbeindruck des texturierten Garns ergibt sich hier in erster Linie durch die Wärmeeinwirkung beim Texturierungsprozeß.

Die Mattierung synthetischer Fasern verursacht neben der Verminderung des Glanzes einen dunkleren Farbeindruck. Dieser Effekt ist bei Aufsicht auf den Faserquerschnitt, wie beispielsweise auf eine **geschnittene** Polware, ausgeprägter als bei normaler Längsansicht,

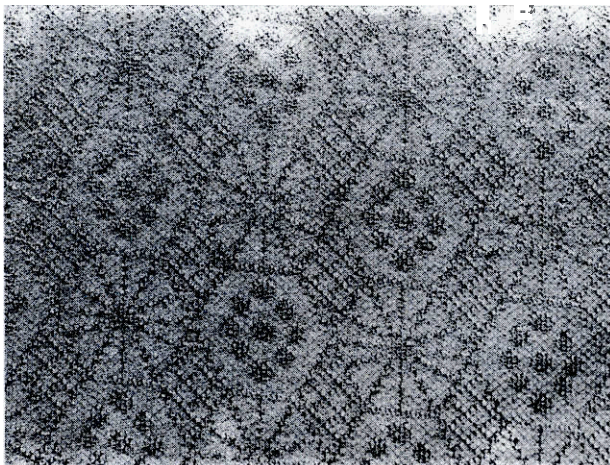


Abb 8 Polyester-Doppeljersey mit Matt/Glanzeffekten

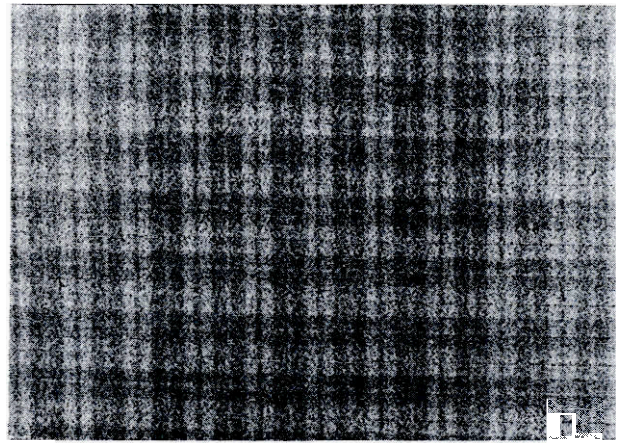


Abb. 9: Polyester-Kettwirkvelours mit Matt/Glanzeffekten

wie beispielsweise auf ein Flachgewebe. Abbildung 9 zeigt einen Wirkvelours aus Polyesterfilament, dessen Musterung durch den Einsatz von glänzenden und tiefmatten Garnen erreicht worden ist. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß der Hell/Dunkeleffekt von der Farbtiefe abhängig ist. Der Kontrast zwischen glänzenden und matten Garnen ist bei hellen und sehr dunklen Farbtönen schwächer wahrnehmbar als bei mittleren.

5. Textilien aus Garnen mit unterschiedlichem Schrumpf

Eine weitere Möglichkeit der Musterung und Artikelentwicklung bietet der **Faser-** bzw. Garnschrumpf. Auch diese Eigenschaft kann in besonderem Maße bei Chemiefasern variiert werden. Weite Verbreitung haben insbesondere Schrumpffasern aus Acryl und Polyester gefunden. Fast alle Fasern zeigen bei Einwirkung von heißer Luft oder heißem Wasser einen gewissen Schrumpf, der aber normalerweise nur wenige Prozent ausmacht. Für die im folgenden beschriebenen Anwendungsbeispiele werden jedoch Fasern bzw. Garne benötigt, die **einen Koch-** bzw. Heißluftschumpf von etwa 20 bis 40% aufweisen. Werden Garne aus solchen Hochschrumpffasern zum Beispiel in Polware zusammen mit normalschrumpfenden Garnen verarbeitet, so erhält man nach dem Schrumpfen ein Warenbild, wie es der mehrchorig gewebte Doppelplüschteppich der Abbildung 10 zeigt.



Abb. 10: Doppelplüsch-Webteppich mit normal- und hochschrumpfenden Acryl-Polgarnen

In diesem Fall werden spinngefärbte Acryl-Hochschrumpffasern mit einem Heißluftschumpf von 40 % eingesetzt. Das Schrumpfen erfolgte bei der Rückenappretur des Teppichs.

In der Gebrauchsmusteranmeldung Nr. 1955548⁴ werden Teppichgarne mit Mouliné- bzw. Jaspéeffekt beschrieben, deren eine Komponente aus normal- und die andere aus hochschrumpfenden Fasern besteht. Der Schumpf der zu Schlingenware verarbeiteten Garne wird beim Latexieren ausgelöst. Die schrumpfende Garnkomponente bewirkt eine Verdichtung des Pols und führt zu einer strukturierten Warenoberfläche. Tuftingteppiche, die aus Acrylgarnen in der vorstehend beschriebenen Weise hergestellt werden, haben weite Verbreitung gefunden.

Auch im Dekosektor sind Entwicklungen bekannt, die auf Hochschrumpf- und Normalfasern basieren. Die HS-Faser wird dabei zu einem feinen, die ausgeschrumpfte Faser zu einem groben Garn versponnen. Der aus beiden Komponenten hergestellte Zwirn wird im Strang geschrumpft. Das resultierende Garn hat einen ausgeprägten Ondé-Charakter. Ein ähnliches Garn entsprechender Zusammensetzung läßt sich auch als Jaspé herstellen.

Ein Anwendungsbeispiel aus der Seidenweberei zeigt die Abbildung 11. Es handelt sich dabei um Borkenkrepp aus Polyesterfilament. Er besteht im Schuß aus Texturgarn und enthält in der Kette zwei verschiedene Filamentgarne, die unter Thermofixierbedingungen bei 195 °C eine Schrumpfdifferenz von rund 20 % aufweisen. Beide Kettgarntypen werden mustermäßig versetzt geschärt.

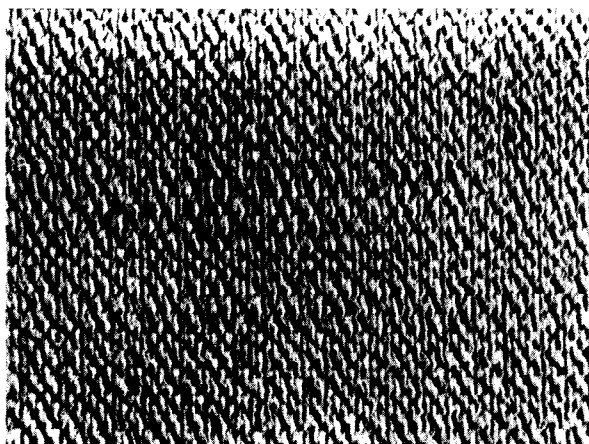


Abb. 11: Gewebter Borkenkrepp aus normal- und hochschrumpfendem Polyesterfilament

6. Textile Artikel mit elektrisch leitenden Garnen

Für bestimmte textile Artikel ist eine niedrige elektrostatische Aufladung vorgeschrieben bzw. anzustreben. Dauerhafter und wirkungsvoller als durch eine Ausrüstung läßt sich eine solche geringe Aufladung durch leitfähige Garne erreichen. Beispiele für Artikel, die durch Einfügen leitfähiger Garne antistatisch gemacht werden, sind Sitzbezüge in Flugzeugen, spezielle Berufsbekleidung und insbesondere textile Bodenbeläge. Hier sollen nur durch Einsatz leitender Garne

antistatisch gemachte Teppiche näher untersucht werden. Teppiche, die nur einzelne leitende Kapillare enthalten bzw. insgesamt aus wenig zur Aufladung neigendem Fasermaterial hergestellt sind, bleiben außer Betracht.

Als leitfähige Garne, die mit normalem Teppichgarn zusammen verarbeitet werden, sind Polyamidspinnfasergarne im Nummernbereich Nm 40 bis Nm 60 mit einer Stahlfaserbeimischung von 2 bis 12 % im Gebrauch. Sie werden vor allem in Schlingenware eingesetzt, die im Pol texturiertes Polyamidgarn enthält. Je nach Metallfaseranteil des Fasergarns und Tuftingteilung wird jeder 2. bis 12. Teppichfaden mit einem leitenden Garn kombiniert. Abbildung 12 zeigt die Aufladung einer Polyamid-Feintuftingschlingenware in Abhängigkeit von der Anzahl der leitfähigen Garne und ihrem Stahlfasergehalt. Die geprüfte Ware hat normale Rückenbeschichtung. Ein leitender Vorstrich kann eine zusätzliche Verminderung der Aufladung bringen.

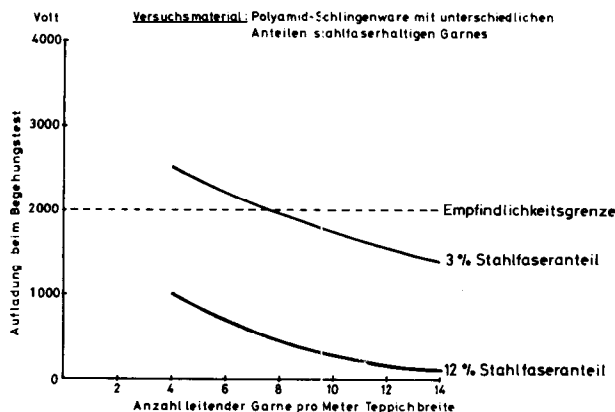


Abb. 12: Elektrostatische Aufladung von Polyamidteppichen mit unterschiedlichen Anteilen leitfähigen Garns

Mit dem Beseitigen bzw. Reduzieren der Aufladung ist die Entwicklung antistatischer Bodenbeläge mit leitfähigen Garnen oft noch nicht abgeschlossen. Häufig stellt sich das Problem, eine Störung des Warenbildes durch das stahlfaserhaltige Garn auszuscheiden, und zwar insbesondere bei hellfarbigen Artikeln. Dort kann sich das helle Grau des Fasergarns störend abheben. Abhilfe ist in diesem Fall am leichtesten durch Einsatz eines Garns mit geringerem Stahlfaseranteil zu erreichen. Das erfordert jedoch, wie Abbildung 12 zeigt, eine dichtere Einfeldstellung der leitenden Garne.

Zusammenfassung

Ein großer Teil der im Markt angebotenen Bekleidungs- und Heimtextilien sind Mischartikel, die aus zwei oder mehreren unterschiedlichen Garnen angefertigt werden. Zweck der Mischverarbeitung ist es, die Vorteile der einzelnen Komponenten zur Geltung zu bringen und ihre Nachteile möglichst zu überdecken. Als Vorteile kommen dabei nicht nur Materialeigenschaften, sondern auch Verarbeitungseigenschaften in Betracht. Eine Auswahl bekannter und neuerer

Beispiele für Garnkombinationen wurde vorgestellt. Wenn bei der Entwicklung von Mischartikeln auch viele Kombinationen nicht zu brauchbaren Lösungen führen, gibt es doch bei der Vielzahl der Parameter fast unerschöpfliche Möglichkeiten. Insbesondere die Chemiefasern, die als „Fasern nach Maß“ hergestellt werden können, sind hier bevorzugt einzusetzen.

Literatur:

- 1) Offenlegungsschrift DT 1660 176, Anmeldung 18. 3. 1967
- 2) F. Maag, Chemiefasern 21, 359—366 (1971)
- 3) H. Beck, Chemiefasern 21, 127—131 (1971)
- 4) Gebrauchsmusteranmeldung Nr. 1995548, Anmeldung 21. 3. 1968

Diskussion

Herzog: Herzlichen Dank für Ihren Vortrag, der so viele Anregungen enthalten hat, wie beispielsweise die Verwirbelung, die Kombination texturierter Kettgarne mit Stapelfasergarnen im Schuß, insbesondere die Verwendung von Monofilfäden in Geweben und Gewirken, die mich persönlich sehr interessiert hat, sodaß ich mir vorstellen kann, daß einige Fragen zu diesem Problemkreis noch offen sind.

Schubert: Ich hätte noch gerne etwas Genaueres über die Verwirbelung erfahren. Ist das eine Art Fadenschwingung, bei der der Faden in den Luftstrom hineinschwingt und wieder herausgeblasen wird? Und wie bekommt man diese diskontinuierlichen Punkte?

Gefner: Ja, das ist sicherlich ein Schwingvorgang. Dazu sind die verschiedensten Theorien entwickelt worden, vor allem in Patentschriften. Ich persönlich bin der Meinung, daß hier auch noch Möglichkeiten bestehen, die erst empirisch erforscht werden müssen. Wenn Sie sich für Einzelheiten interessieren, dann würde ich Ihnen dafür die einschlägigen Patentschriften empfehlen.

Schubert: Wie kann man die Dichte verändern, das heißt, welche Dichte braucht man, um verwirbelte texturierte Garne anstelle von gedrehten Garnen in der Kette einzusetzen zu können?

Gefner: Selbstverständlich kann man auch texturierte Garne, die irgendwann im Verlauf des Herstellungsprozesses durch Verwirbeln verfestigt wurden, in der Kette einsetzen.

Schubert: Und welche Verwirbelungsdichte braucht man bei Einsatz dieser Garne in der Kette?

Gefner: Das hängt stark vom Einsatzgebiet ab. Eine wesentliche Voraussetzung für den Verwirbelungsgrad ist

weiterhin der Zusammenhalt der Verwirbelungspunkte während der Verarbeitung. Dies ist ein wesentliches Kriterium: Die Verwirbelungspunkte springen auf, wenn Sie eine größere Spannung an den Faden legen. Die Verwirbelung muß also imstande sein, die Spannung zu überstehen. Verwirbeln Sie aber andererseits zu intensiv, dann können sich die Verwirbelungspunkte im fertigen Warenbild abheben, sodaß hier ein Mittelweg zwischen guter Verarbeitbarkeit und einwandfreiem optischen Eindruck der Fertigware gefunden werden muß.

Schubert: Wie ist die Größenordnung der Abstände der Verwirbelungspunkte? Ist es ein Abstand von ungefähr 1 cm oder von 10 cm?

Gefner: Diese Punkte sind grundsätzlich nicht in gleichmäßigen Abständen, sondern über das Garn statistisch verteilt. Sie können daher nur von einem mittleren Abstand sprechen, der je nach Verwendungszweck der Garne verschieden sein wird.

Schubert: Sagen wir beispielsweise bei Teppichgarnen?

Gefner: Bei Teppichgarnen könnte er in der Größenordnung von 10 bis 20 cm liegen; bei einem glatten, nicht texturierten Filament mit feinem Titer ist dieser Abstand wesentlich kleiner. Die Abstände hängen auch stark vom Garntiter ab, aber auch davon, ob texturiert wird oder nicht.

Herzog: Meiner Meinung nach ist die Verwirbelung so, wie sie bei texturierten, beispielsweise bei stauchkammertexturierten Teppichgarnen heute bereits Eingang in die Praxis gefunden hat, bei allen anderen Filamenten noch im status nascendi, das heißt, sie muß noch gründlich erprobt werden. Sicherlich spielt aber auch die Art der Texturierung — ob gesettet und wie weit gesettet, aber auch welche Kapillargeometrien vorliegen usw. — eine große Rolle, sodaß noch viel Entwicklungsarbeit auf diesem Gebiet zu leisten ist.

Gefner: Dieser ganze Verarbeitungsprozeß erfordert sehr viel durch praktische Arbeit gewonnene Erfahrung, da die Verhältnisse von Garn zu Garn, aber auch von Vorlagematerial zu Vorlagematerial verschieden sind und damit sehr unterschiedliche Ergebnisse erhalten werden. Mit dem Prozeß ist ein ganz erhebliches Know-how verbunden, sodaß es nicht zu empfehlen ist, daß jeder ohne eingehende Versuche mit der Verarbeitung in dieser Art beginnt.

Herzog: Nun, da sind wir ja wieder dort, wo wir hingehören.

Topf: Wo würden Sie die Grenzen zwischen glänzendem, halbmattem und tiefmattem Material ziehen? Können Sie sich da festlegen?

Gefner: Für die Effekte, die hier beschrieben wurden, würde ich sie bis zu einem TiO_2 -Gehalt von 0,01 als glänzend, bei einem TiO_2 -Gehalt von 0,2 bis 0,4 als halbmatt und bei höheren TiO_2 -Gehalten als matt angeben.

Topf: Im zweiten Teil haben Sie von Stahlfaserbeimischungen gesprochen und Zahlen in der Größenordnung von 2 bis 12% erwähnt. Aus der Literatur und aus eigenen Arbeiten erscheinen mir diese Angaben um Zehnerpotenzen zu hoch. Ich erinnere mich, bei einem Vortrag, den ich anlässlich einer Intercarpet gehalten habe, Angaben in der Größenordnung von 0,2 bis 0,5/0,6% gemacht zu haben. Wieso kommen Sie heute zu diesen erheblich größeren Zahlen, und worauf würden Sie das zurückführen?

Gefner: Das sind zwei Paar verschiedene Stiefel, von denen wir hier reden.

Worüber Sie sprechen und worüber Sie sicher auch referiert haben, sind Stapelfasergarne, die als Polgarne eingesetzt werden. Die gesamte Ware besteht beispielsweise aus einem Garn, Nm 3/2fach, in das Sie Ihre 0,25% Stahlfasern eingearbeitet haben.

Mein Beispiel bezieht sich auf leitende Garne sehr feiner Nummer, das heißt auf Spinnfasergarne, die 2 bis 10% Metallfasern enthalten und die an die groben Polgarne angezwirnt oder mitverwirbelt werden. Der Metallfaseranteil in der Teppichoberfläche kommt dann in die Größenordnung, die auch Sie gerade erwähnt haben, also 0,2%.

Topf: Sie beladen also sozusagen nur einzelne Fäden mit Stahlfaserbeimischungen?

Geßner: Ja, ja, Sie kombinieren das grobe Polgarn mit dem feinen, stahlfaserbeladenen Spinnfasergarn. Dies ist der Unterschied, und der Vorteil davon ist der, daß Sie von normalen Garnen ausgehen bzw. die Polgarnherstellung normal ablaufen lassen können und erst im letzten Augenblick durch Zwirnen oder Verwirbeln dieses metallfaserhaltige Garn beifügen.

Topf: Glauben Sie, daß man auf diesem Wege auch Uni-Waren herstellen kann? Oder streifen diese?

Geßner: Ich glaube, Herr Professor Herzog, dazu hätten Sie wohl auch eine Bemerkung. — Es ist ein Problem, das ich schon angedeutet habe. Entweder haben Sie keine Probleme mit der Aufladung, oder Sie müssen relativ viel Garn mit einem niedrigen Metallfaseranteil einsetzen, sodaß auch bei hellen Farben keine Gefahr für Streifigkeit besteht.

Es gibt aber in der Zwischenzeit elegantere Lösungen aus dem Chemiefaserbereich, doch gehört das nicht ganz zu diesem Themenkreis. Es gibt ja auch leitende Filamente, die in das Polgarn gepackt werden können und die dann nicht unbedingt gesehen werden müssen.

Topf: Ich befürchte nur, daß man Zuhörer, die noch nicht so tief in diese Materie eingedrungen sind, etwas in die Irre führt, wenn man nun auch anfängt, Stahlfasern zu verarbeiten, wo es doch heute schon andere Möglichkeiten gibt.

Herzog: Ich glaube, daß zu diesem Thema heute nachmittag noch ein Vortrag gehalten wird, sodaß wir die Möglichkeiten der Antistatik daran anschließend diskutieren sollten.

Mautsch: Mir ist bekannt, daß Verwirbelung nur bei Garnen aus einer Faserart möglich ist. Aus Ihren letzten Worten hätte ich aber entnommen, daß man hier auch Garn verschiedener Qualität miteinander verwirbeln kann. Sind dazu in der Praxis schon Erfahrungen vorhanden? Ich meine, besteht die Möglichkeit, daß man Polyester mit Polyamid oder Acryl mit anderen Fäden verwirbeln kann?

Geßner: Ja, das ist grundsätzlich möglich. Es sind auf dem Markt schon Garne zu finden, bei denen beispielsweise ein grobes texturiertes Polyamidteppichgarn mit einem feinen metallhaltigen Spinnfasergarn der Nm 50 verwirbelt wurde.

Keller: Gibt es Einsatzmöglichkeiten für OE-Garne, die eine Verbesserung hinsichtlich des Aussehens oder in bezug auf die Trageigenschaften von Oberbekleidungsartikeln mit sich bringen?

Geßner: Eine Möglichkeit, um den Vorzug von OE-Garnen in einer Ware wirkungsvoll auszunützen, ist beispielsweise der Einsatz von OE-Garnen mit einem harschen Griff in lappige Waren aus Ringgarnen, die dadurch etwas kerniger werden.

Keller: Können Sie Artikel nennen, die durch diese Gestaltungsmöglichkeit an Wert gewonnen haben?

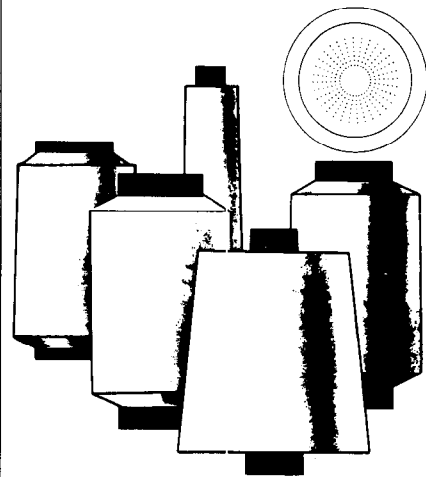
Geßner: Zum Beispiel kenne ich einige Jersey-Artikel, sowohl Single- als auch Doppel-Jersey, die — aus Ringgarnen hergestellt — etwas lappig ausfielen, aber durch den Einsatz von OE-Garnen mehr Stand erhielten.

Allerdings sehe ich die Vorteile der OE-Garne darin, daß sie wirtschaftliche Verbesserungen bringen und nicht unbedingt qualitative Verbesserungen der Endprodukte.

KRONOS Titandioxid-Pigmente zur Mattierung von Chemiefasern



KRONOS TITAN-GMBH
Postfach 100720
D-5090 Leverkusen 1
Telefon: 02172/3561
Telex: 08510823



Effektgarne — Neueste Entwicklungen in der Herstellung und Anwendungsmöglichkeiten

Malu Braschler

Braschler & Cie., Textilmaschinen, Zürich

Die erfolgreiche Entwicklung der Effektgarne — vorwiegend Flammengarne — kann auf folgende Gründe zurückgeführt werden:

- auf die steigenden modischen Einflüsse, die sich heute auf allen Verarbeitungsstufen bemerkbar machen,
- auf die einfache und kostengünstige Umstellung auf Effektgarnproduktion sowie
- auf den raschen "return on investment" auf allen umgebauten und adaptierten Maschinentypen.

Die große Vielfalt der heute hergestellten Flammengarne reicht von der einfachen, unifarbene Grundflamme über Zuführflammen bis zum vielfarbigen Effektwirns aus verschiedenartigsten Materialien.

Für den Garnproduzenten ergeben sich mit dem Braschler-Effektgarnprogramm folgende Vorteile:

- die notwendigen Zusatzgeräte (Steuerung und Übertragungsgetriebe) können individuell auf praktisch alle Maschinentypen adaptiert werden, und zwar
 - ohne Spindelverluste,
 - mit ganz geringer Herabsetzung der Spinnengeschwindigkeit bei optimaler Sicherheit der Produktion, die von einem elektronischen Steuergerät überwacht wird.

The success of the effect yarns — mainly slub yarns — was motivated by

- the influence of fashion perceptible today in all processing stages,
- the economical and simple conversion of existing machinery for effect yarn production, and
- the quick return on investment on all converted and adapted types of machinery.

The many varieties of effect yarns produced today range from the simple one-colour ground slubs to the injected slubs and to the many-coloured effect-twists containing different materials.

For the yarn manufacturer Braschler effect yarn units mean the following advantages:

- the necessary supplementary devices (steer box and gear box) can be adapted individually onto all known ringspinning frames,
 - not a single spindle lost,
 - with minimum reduction of the spinning speed, with maximum safety in production through electronic steer box.

Effektgarne — insbesondere Flammengarne — haben in den letzten Jahren aus verschiedenen Gründen an Bedeutung gewonnen. Als drei der wichtigsten möchte ich nennen:

1. Die den Effektgarnen inherenten *modischen Aspekte* erlauben es dem Garnspinner, einen guten Deckungsbeitrag sowie eine interessante Rentabilität zu erzielen.
2. Verstärkt wird diese erfreuliche wirtschaftliche Tatsache durch einen raschen *return on investment*, denn Effektgarnanlagen lassen sich mit geringen Investitionen auf bestehenden Ringspinn- und Rotorspinnmaschinen wie auch auf Streichgarnkrempeleinrichtungen, und zwar mit individuell auf die verschiedenen Maschinentypen abstimmbaren Steuer- und Getriebegeräten.
3. Die *große Vielfalt* der heute technisch möglichen Effektgarnvarianten — sowohl mit Natur- als auch mit Kunstfasern — erlaubt es, auf die unterschiedlichsten Kundenwünsche einzugehen.

Gestatten Sie mir, die genannten drei Erfolgsgründe anhand von ausgewähltem Bildmaterial aus laufenden Produktionen an folgenden Beispielen kurz zu illustrieren:

- am Beispiel Teppiche (Abb. 1—3)
- am Beispiel Kleiderstoffe (Abb. 4—6) und
- am Beispiel Vorhangstoffe (Abb. 7—9).

Gezeigt wird jeweils das Garn, das fertige Textil sowie die Maschine, auf der es hergestellt wurde.

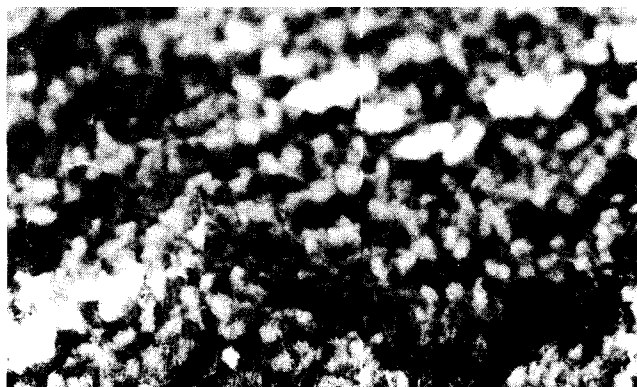


Abb. 1: Modische Effektgarnstrukturen aus Evlan (Teppich)

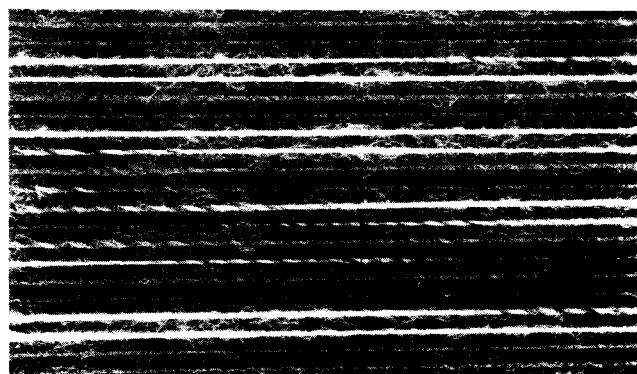


Abb. 2: Gellammtes Teppichgarn (Garnspiegel)

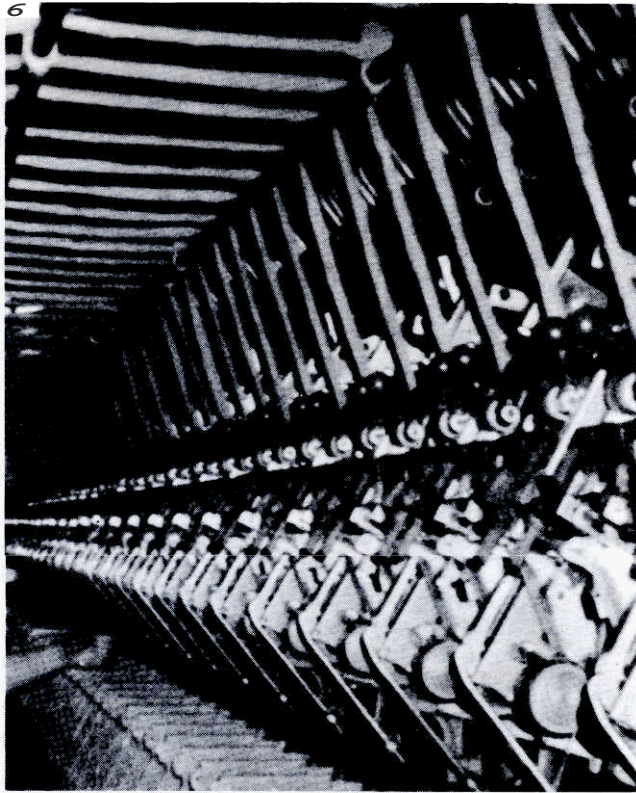


Abb. 3: Bracol-Anlage auf der Ringspinnmaschine „Mackie“ zur Herstellung von Teppichgarnen

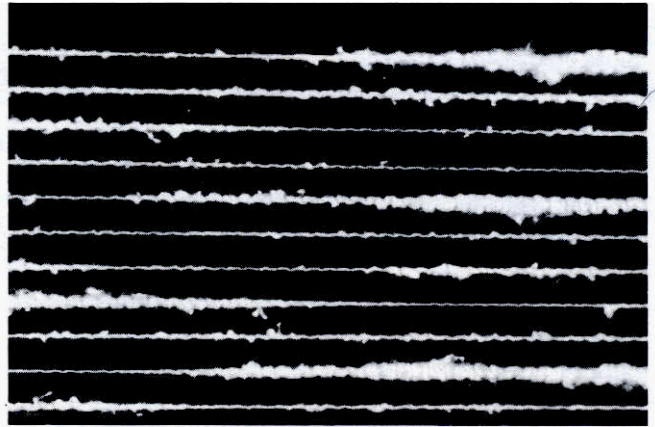


Abb. 5. Grundflammengarn für Kleiderstoffe (Garnspiegel)

Damit sind jedoch die Anwendungsmöglichkeiten keineswegs erschöpft.

Als weitere **wichte** ich noch nennen:

- Möbel- und Dekorstoffe,
- Antiksamt,
- Strickgarne,
- Wirk- und Raschelware.

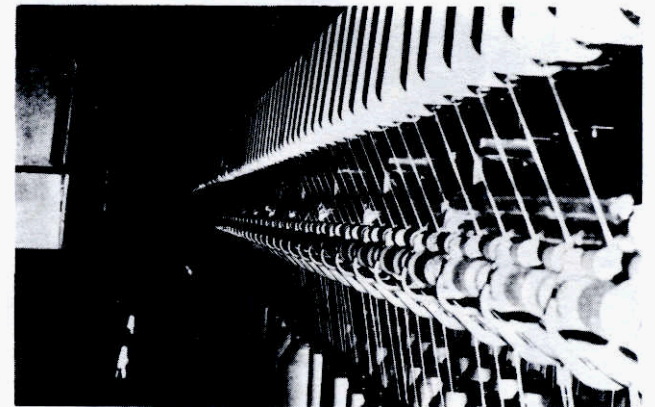


Abb. 6: Ringspinnmaschine Rieter G4 zur Herstellung von Grundflammengarn



Abb. 4: Damenkostüm mit Grundflammengarn aus 80% Viskose, 12% Seide und 8% Baumwolle

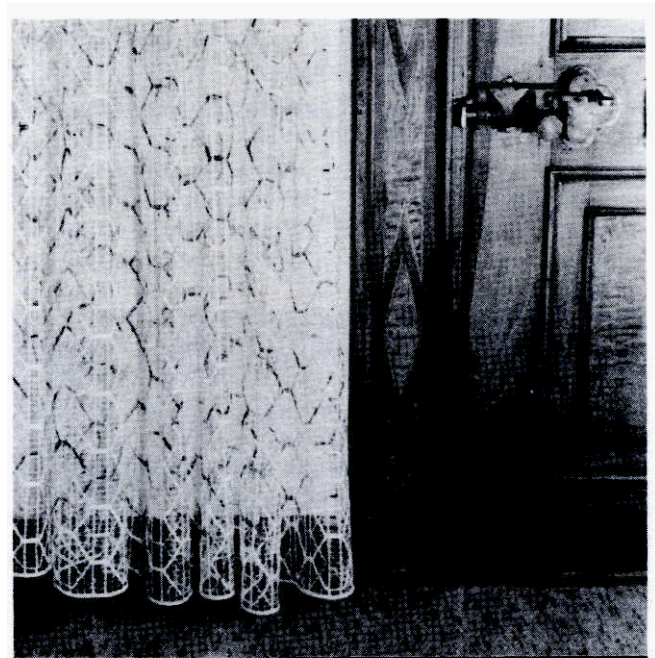


Abb. 7: Gardine aus Schwedentüll bzw. im „Häkel-Look“, aus Acryl

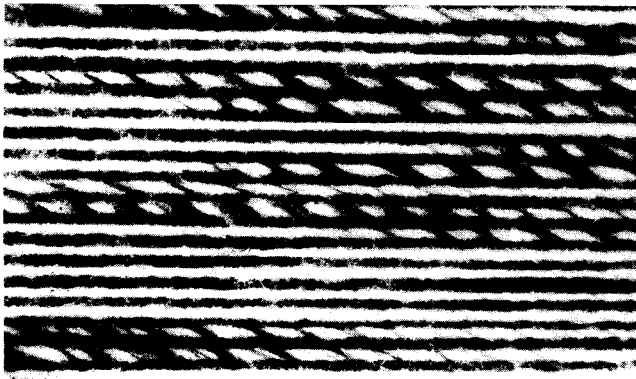


Abb. 8: Geflammtes Gardinengarn (Garnspiegel)

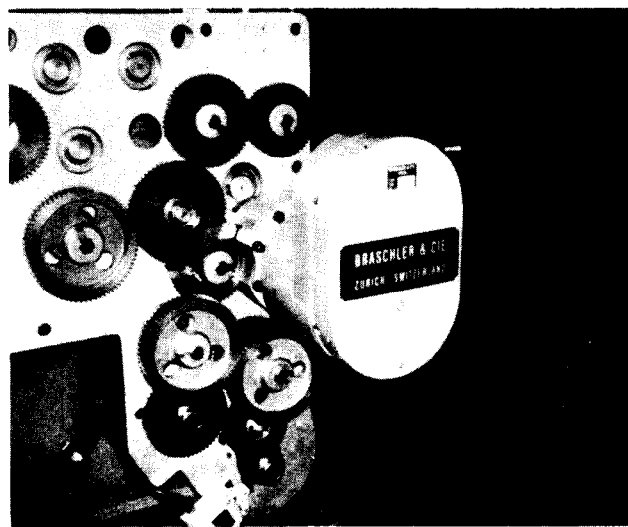


Abb. 9: Bracolcard-Anlage auf Streichgarnkrempel zur Herstellung von Gardinengarn

Einige Marksteine aus der relativ jungen Entwicklungsgeschichte der Effektgarnen

Der Grundstein wurde mit **einfarbigen Grundflammen** auf Ringspinnmaschinen gelegt (Abb. 10).

Mit Braschler-Steuer- und -Getriebeegeräten war es von Anfang an möglich, die *Flammenlängen* und *-intervalle* je nach Stapel zu variieren. Das gleiche

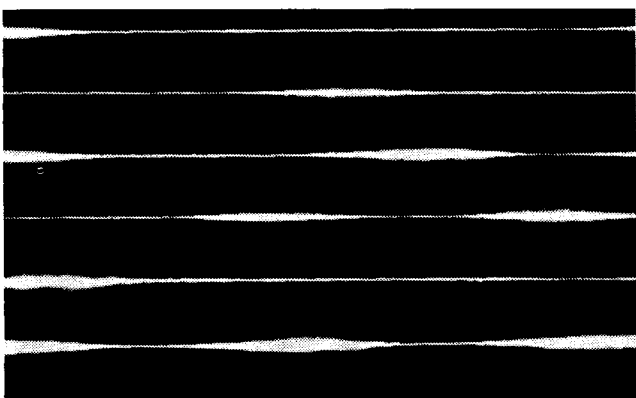


Abb. 10: Einfarbige Grundflammen

gilt für die **Flammenstärken**, die in den Bereichen von 1 : 1,8 bis 1 : 7,3 beliebig regulierbar sind.

Daraus ergibt sich bereits eine nach oben kaum beschränkte Anzahl von Effektmöglichkeiten; sie werden noch gesteigert durch die variablen Rapportlängen zwischen 170 und 2720 Metern.

Um die wirtschaftlichen Vorteile der Rotorspinnmaschinen zu nutzen, wurden später auch für diesen Maschinentyp Grundflammenanlagen entwickelt; ebenso für Streichgarnkrempel.

Entscheidender war aber die von modischen Wünschen geprägte **Entwicklung farblicher Effekte**:

- in einer ersten Phase durch Zuführen von andersfarbigen Flammen auf Grundgarn, später durch
- Kombinationen von Grund- und Zuführflammen,
- fließende Farbübergänge bei absolut egalem Titer (dies ist unsere patentierte Entwicklung, die wir BRACOL[®] nennen),
- als Erweiterung zu BRACOL[®] das sogenannte BRACOL IM. Dieser Garntyp ermöglicht veränderliche Mischverhältnisse.

Gestatten Sie mir, dies zusammenfassend in Abbildung 11 zu präsentieren.

Diese fünf Effektgarnmöglichkeiten sind praktisch auf alle Halbkammgarn-Ringspinnmaschinentypen adaptierbar. Der heutige Stand der Effektgarnherstellung erlaubt es, jeden Farb- und/oder Strukturwunsch in jedem beliebigen Material, in allen Nummernbereichen, mit Effektzwirnen sogar vier- und mehrfarbig, zu erfüllen.

Maschinentechnische Aspekte für die Effektgarnproduktion

Obwohl es technisch durchaus möglich wäre, ausschließlich auf die Effektgarnherstellung ausgelegte Spinnmaschinen zu bauen, wäre dies aus wirtschaftlicher Sicht ein reichlich problematisches Unterfangen.

Rationeller, investitions günstiger und damit lohnender ist der **Einbau von Zusatzgeräten** in serienmäßig hergestellte Spinnmaschinen. Im Prinzip braucht man nur zwei Zusatzgeräte:

1. eine Steuerung (Abb. 12) und
2. ein Übertragungsgetriebe (Abb. 13).

Bei Flammengarnzusatzaggregaten unserer Produktion erfolgt die **Steuerung** durch elektronisches Abtasten des programmierten Steuerbandes. Dieses ist einem Telexband ähnlich und kann auf 3 bis 5 Kanälen individuell gelocht werden. Die empfangenen Impulse werden durch transistorisierte Schalteinheiten verstärkt und an die **Übertragungsgetriebe** weitergeleitet. Die elektromechanischen Getriebeeinheiten setzen die empfangenen Steuerungsimpulse um und übertragen sie auf das Streckwerk.

Folgende Faktoren sind dabei von ausschlaggebender Bedeutung:

- Die normale Spinnengeschwindigkeit muß möglichst beibehalten werden können, sowie
- eine absolute Synchronisation und vollautomatische Überwachung der Effektgarnproduktion müssen gewährleistet sein.

Grundflammen, einfarbig



Die kürzest mögliche Flammenlänge wird bestimmt durch die Stapellänge des zu verarbeitenden Materials.

Zugeführte Flammen, 2-farbig



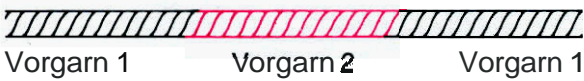
Zufuhrflammen mit gleichem oder andersartigem Material.
In Länge, Intervall und Dicke beliebig steuerbar; deshalb unbegrenzte Variationen möglich.

Grund- und Zufuhrflammen kombiniert



Grund- und Zufuhrflammen beliebig variierbar: in Länge, Intervall und Dicke.

Spin-space Game, 2-farbig System Bracol®



Die preisgünstige Alternative zu *space-dyeing. Fließende Farbübergänge, präzise wiederholbar, kein Bildern. Absolut egalier Titer möglich.

Bracolim®-Garne, 2-farbig

Beide Farbkomponenten können wahlweise mit 11%, 17% oder 24% zugeführt werden. Die andere Farbkomponente ergänzt auf 100%; zur absolut egalen Garnnummer. Mit perfekten, «nahtlosen» Uebergängen.

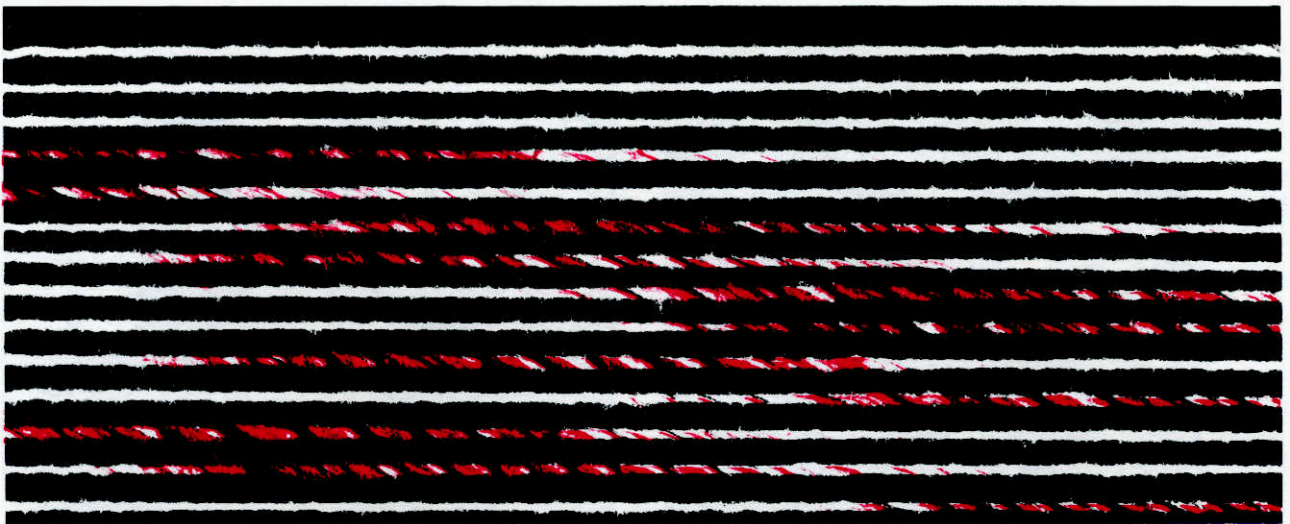


Abb. 11: Verschiedene Effektgarnmöglichkeiten

Die maschinell notwendigen Adaptionen richten sich in erster Linie nach dem Maschinentyp (Abb. 14–16).

Mitbestimmend ist in jedem Falle auch das angestrebte Effektgarnprogramm;

Während zum Beispiel bei Ringspinnmaschinen die Flammeneffekte durch Beschleunigung der Hinterzylinder erzielt werden, geschieht dies bei Krempeln durch Auflage speziell vorbereiteter Luntten.

Von der einfachen Grundflamme bis zum anspruchsvollen Mehrfarbeneffektgarn können heute alle modischen Wünsche in kostenmäßig durchaus vernünftigem Rahmen realisiert werden. Auch auf Rotor-

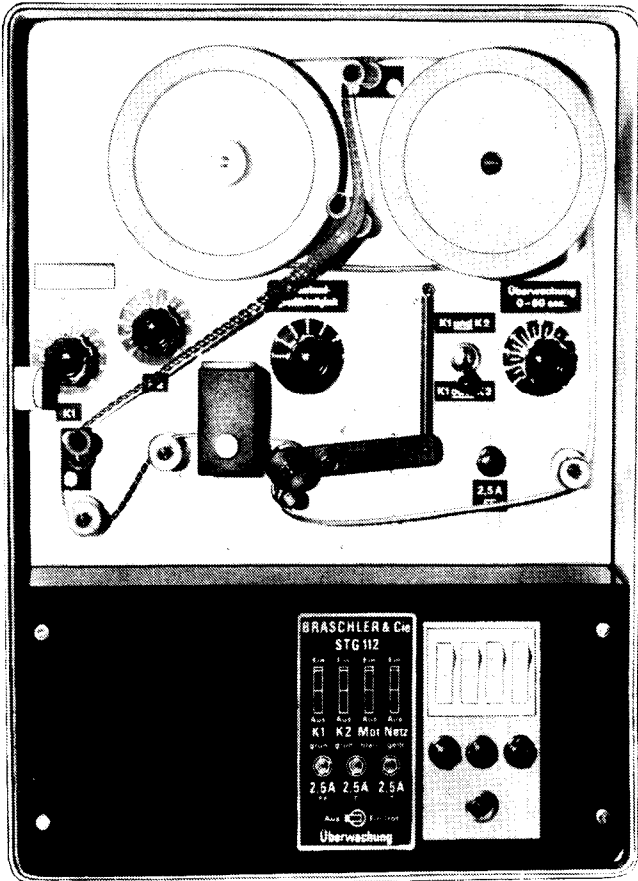


Abb. 12: Steuerung zur Herstellung von Flammengarn

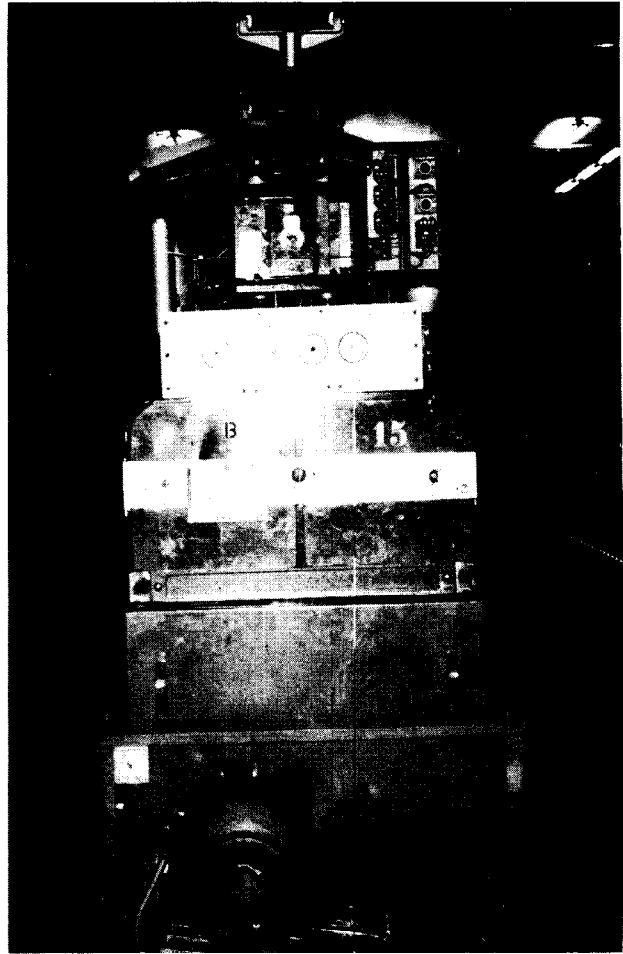


Abb. 14: Effektgarnanlage auf Ringspinnmaschine Ingolstadt

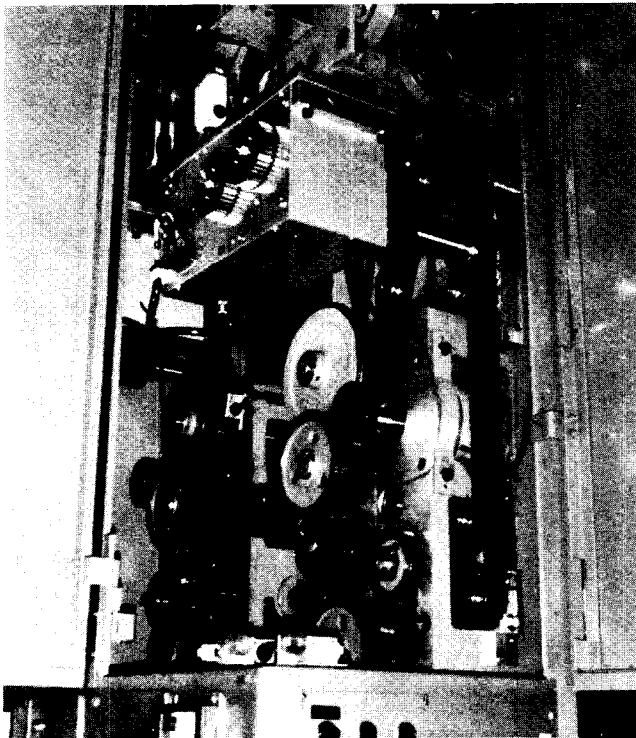


Abb. 13: Übertragungsgetriebe zur Herstellung von Flammengarn

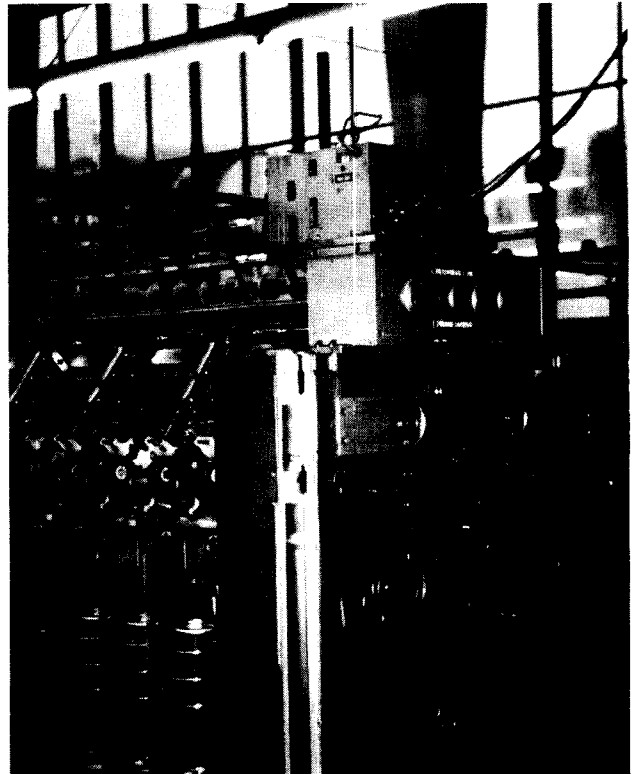
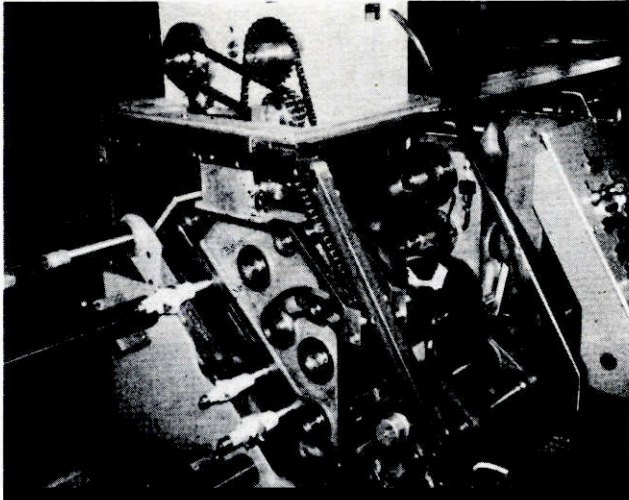


Abb. 15: Effektgarnanlage auf Ringspinnmaschine Roberts



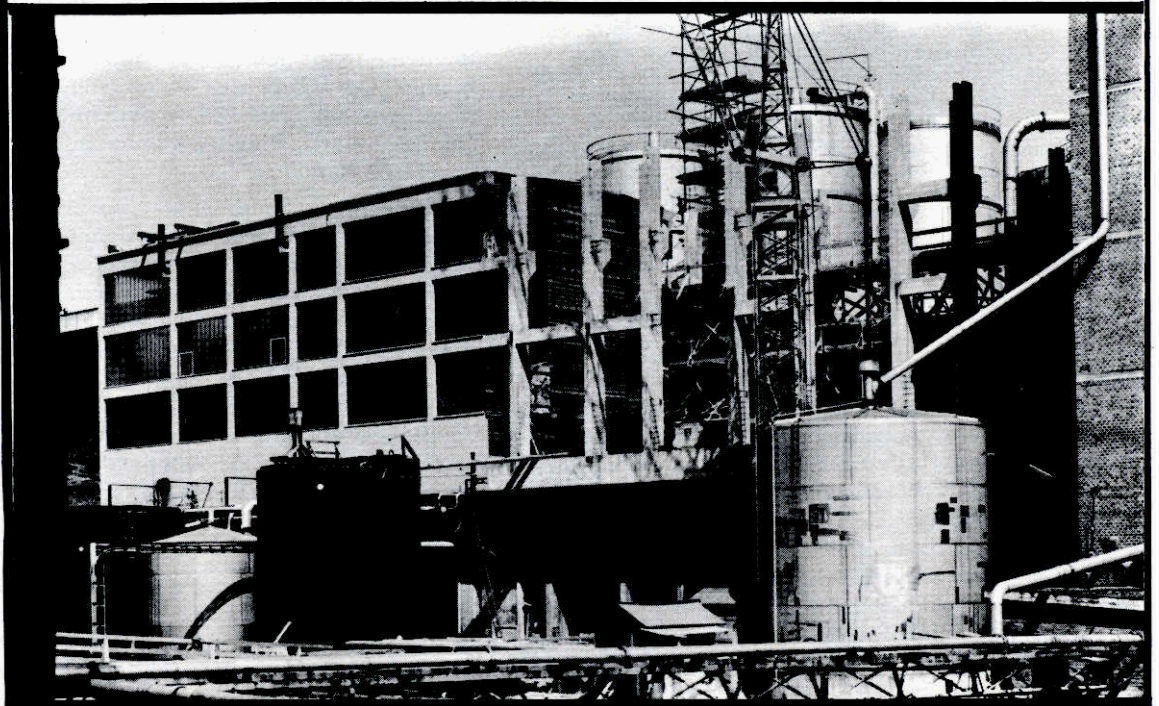
spinnmaschinen kommen die diesem Maschinentyp eigenen Vorteile wirtschaftlicher Art bei der Effektgarnproduktion voll zum Tragen.

Mit der Effektgarnherstellung hat jeder Garnspinner ein Instrument in der Hand, sich bereits auf seiner Stufe modisch zu orientieren, ohne gleich hohe Summen investieren zu müssen. Zudem eröffnen sich mit Effektgarnen ganz andere Rentabilitätsperspektiven als mit gewöhnlichen Standardgarnen.

Und als letzte erfreuliche Feststellung: Die Garnverarbeiter machen in immer wachsendem Maße mit, denn unser Markt lebt ja von der wechselnden Vielfalt.

Abb. 16: Effektgarnanlage auf Ringspinnmaschine Spinnbau RFG

MAYREDER



INGENIEURE MAYREDER, KRAUS & CO.
 Baugesellschaft m.b.H.
 4021 Linz, Sophiengutstraße 20

CHEMIEFASER LENZING AG.
 Bauvorhaben Rauma Repola, Filtergebäude
 Bauausführung in A R G E

Haben Polymermischungen eine Bedeutung für den Chemiefasermarkt?

Dr. Béla von Falkai
Bayer AG, Dormagen

Aus polymerer Matrix und disperser Phase bestehende Polymermischungen wurden definiert. Nach Behandlung der Theorie der Mischphasenbildung, aus der hervorging, daß homogene Polymermischungen nur die Ausnahme, die heterogenen die Regel sind, werden die verschiedenen Verfahren, die zur Herstellung von polymeren Mischsystemen führen, besprochen. Die wichtigsten Methoden zur Charakterisierung der Verträglichkeit in festem Zustand sowie der Einfluß von Herstellungsbedingungen auf die Morphologie wurden erklärt.

Während das System Polymeres/niedermolekulare Substanz schon zum Stand der Technik gehört, werden bei den Polymerblends, die als Entwicklungen neuerer Art zu betrachten sind, verschiedene verträgliche, teilverträgliche und nicht verträgliche Mischsysteme besprochen.

Schließlich wird auf den bereits erzielten Markterfolg von Textilien, die aus polymeren Mehrphasensystemen hergestellt sind, hingewiesen und eine Prognose weiterer Marktchancen gegeben.

Mixing polymers consisting of a polymer matrix and disperse phase are defined. After dealing with the theory of mixed phase formation, from which it was evident that homogeneous polymer mixtures are the exception and heterogeneous polymer mixtures the rule, the different processes leading to the production of polymer mixed systems are discussed. The most important methods for characterising the compatibility in the solid state and the influence of the manufacturing conditions on the morphology are explained.

Whereas the system of polymer/low-molecular weight substance can already be regarded as commonly known, in the case of polymer blends, there are various compatible, partly compatible and incompatible mixing systems that can be considered developments of a new kind.

In conclusion, mention is made of the market success already achieved by textiles manufactured from polymer multiphase systems and a forecast is given on the further market prospects.

Einleitung

Eine aktuelle Aufgabenstellung der modernen Chemiefaserindustrie wird sich immer dem unaufhaltsam fortentwickelnden technischen Fortschritt anpassen müssen und wird versuchen, den stets wechselnden Wünschen der Verbraucher nachzukommen. Allgemein ist man heute der Ansicht, daß Massenfaserstoffe auf Basis grundsätzlich neuer Primärstrukturen, also neuer Monomere, in absehbarer Zeit nicht zu erwarten sind, weil zwingende Gründe dafür fehlen. Um spezielle Eigenschaftsabweichungen oder auch modische Effekte zu erzielen, wird vielmehr die Betrachtung der Sekundärstruktur in den Vordergrund gerückt, das heißt, daß die Morphologie entweder durch Verfahrensvarianten oder durch Einbau geringer Mengen Comonomere bzw. durch Polymermischungen beeinflusst wird. Deshalb wird vorrangig an der Modifizierung der Grundtypen gearbeitet. Nicht nur polymerchemische, sondern auch physikalische

und verfahrenstechnische Probleme sind zu lösen, wobei keiner dieser drei Richtungen eine Favoritenrolle zugesprochen wird.

Im Rahmen dieses Referates sollen Entwicklungsmöglichkeiten und -tendenzen des Chemiefasermarktes analysiert werden im Hinblick auf die Frage, ob es zweckmäßig ist, Polymermischungen zur Faserherstellung anzuwenden. Das Übersichtsreferat gliedert sich in zwei große Abschnitte: im ersten überwiegen wissenschaftliche Betrachtungen, im zweiten werden charakteristische Beispiele vorgestellt.

Die Kombination bekannter Polymerer zur Herstellung von Chemiewerkstoffen ist seit Jahren in der Praxis eingeführt und gewinnt zunehmende Bedeutung. Die Gründe, die zur Verwendung von Polymermischungen für die Herstellung von Kunststoffen führten, können sinngemäß auch auf die Chemiefaserproduktion übertragen werden. Es sind vor allem zwei Gesichtspunkte ausschlaggebend:

- Erstens zeigen Polymermischungen den Ausgangsmaterialien gegenüber in vielen Fällen verbesserte, zum Teil überraschend neue technologische Eigenschaften.
- Zweitens lassen sich Faserrohstoffe durch „Verschneiden“ teurer Polymerer mit preisgünstigeren verbilligen.

1. Definition der Polymermischungen

Die Mischung verschiedener Substanzen wird als **h o m o g e n** (verträglich) bezeichnet, wenn die Partner ineinander löslich sind, und **h e t e r o g e n** (unverträglich), wenn sie ineinander unlöslich sind. Wie später noch ausgeführt, bilden bei den Hochpolymeren die verträglichen Mischungen die Ausnahme, während die unverträglichen die Regel sind. Zwischen diesen beiden Idealfällen gibt es außerdem zahlreiche Übergänge. *Der Grad der Unverträglichkeit* ist demnach eine entscheidende Größe und spielt bei der Verwendbarkeit einer Polymermischung in der Praxis eine wichtige Rolle.

Polymermischungen sind also meistens Zwei- oder Mehrphasensysteme, die aus einer polymeren Matrix und einer zweiten dispersen Phase bestehen. Die zweite Phase kann entweder eine **a n o r g a n i s c h e** oder eine **o r g a n i s c h e** niedermolekulare Substanz oder ebenfalls ein Polymeres sein. Die Systeme Polymeres/Polymeres werden allgemein als Polymerblends bezeichnet. In den Polymermischungen kann die Zusammensetzung breit variieren, beide Partner können jedoch auch gleichberechtigt im Verhältnis 1:1 nebeneinander vorliegen.

Der außerdem benutzte Begriff „*Polymerlegierungen*“ wurde dem Metallbereich entlehnt. Dort versteht man darunter ein Gemenge von Metallen, die in geschmolzenem Zustand praktisch uneingeschränkt ineinander löslich sind und nach der Abkühlung häufig sogar homogene Mischkristalle bilden. Der Ausdruck „*Legierung*“ sagt also nichts aus über das Vorliegen einer Mischphase oder eines Mehrphasensystems, sodaß Polymermischungen ebenfalls als Polymerlegierungen bezeichnet werden können.

Die textilen Eigenschaften einer Chemiefaser, die aus einer Polymermischung hergestellt wurde, hängen nicht

nur von den technologischen Eigenschaften der beteiligten Polymeren und von der Intensität des Mischungsprozesses ab, sondern — ähnlich wie bei den teilkristallinen Homopolymeren, soweit sie nach den Gesetzen des Zwei-Phasenmodells beschrieben werden können — auch stark vom morphologischen Aufbau der Phasen, das heißt von der Größe, der Größenverteilung, der Form, dem Verteilungszustand und von der Wechselwirkung der einzelnen Komponenten untereinander sowie von den Spinn-, Streck- und Nachbehandlungsbedingungen. Während zu Beginn der Entwicklung mehr die rein empirischen bzw. technologischen Aspekte für die Auswahl der Mischungspartner im Vordergrund standen, ging man später daran, die Polymeren nach dem Grad ihrer gegenseitigen Verträglichkeit auszusuchen bzw. zu sortieren und auch die theoretischen Grundlagen dafür zu erarbeiten.

2. Theorie der Mischphasenbildung

Wie schon gesagt, sind die Polymermischungen für gewöhnlich unverträglich. Es erscheint von Interesse, die Ursachen dieses Verhaltens aufzufinden und zu deuten.

Im allgemeinen charakterisiert man für theoretische Betrachtungen die Zusammensetzung einer Lösung durch ihren Molenbruch, das ist der Molanteil des betrachteten Stoffes an der Gesamtheit der Mole in der betreffenden Lösung. Der Molenbruch x_1 des Lösungsmittels ist also durch den Ausdruck

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

definiert, worin n_1 die Anzahl Mole Lösungsmittel, n_2 die Anzahl Mole des Gelösten bedeutet. Analog ist der Molenbruch des gelösten Stoffes

$$x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

Zwei Molekülsorten (1 und 2) lassen sich zu einer echten Lösung — sei sie flüssig oder fest — nur dann vereinigen, wenn bei dieser molekularen Durchmischung wenigstens im Prinzip Arbeit gewonnen werden kann. Der Betrag an maximal gewinnbarer Nutzarbeit ergibt sich bekanntlich rechnerisch als die Änderung der thermodynamischen Funktion G , meist freie Enthalpie genannt, zu

$$\Delta G_M = \Delta H_M - T \Delta S_M \tag{1}$$

Hierin bedeutet ΔH_M die Mischungswärme, ΔS_M die Mischungsentropie und T die absolute Temperatur.

Wenn eine Lösung aus den Ausgangsstoffen ohne weiteres Zutun entsteht, dann muß also ΔG_M einen negativen Zahlenwert ergeben, denn alle vom System abgegebenen Energiebeträge, also auch die gewinnbare Arbeit, kennzeichnet man durch ein negatives Vorzeichen. Wenn ΔH_M (die Mischungswärme) einen negativen Zahlenwert hat, wird ΔG_M negativ, denn beim Löseprozeß nimmt ja die Entropie zu, die Entropieänderung ist positiv.

Die Entropie ist nach Boltzmann ein Maß für den Grad der molekularen Unordnung. Lösungen, das heißt Mischungen von zwei oder mehr Molekülsorten, haben einen geringeren molekularen Ordnungsgrad als in reinem Zustand, ihre Entropie ist demgemäß größer.

Bei niedermolekularen verdünnten Lösungen ist normalerweise die Lösungsentropie eine einfache Funktion der Molenbrüche:

$$\Delta S_M = -R \left[n_1 \ln x_1 + n_2 \ln x_2 \right] \tag{2}$$

wo R die Gaskonstante bedeutet.

Die Molenbrüche sind stets < 1 , somit ihre Logarithmen negativ, und damit ist $-\Delta S_M$ positiv, entsprechend dem vorher Gesagten.

Beim Auflösen eines kettenförmigen Hochpolymeren in einem niedermolekularen Lösungsmittel erhält man nach Flory und Huggins¹ für die betreffende Mischungsentropie

$$\Delta S_M = -R \left[n_1 \ln \Phi_1 + n_2 \ln \Phi_2 \right] \tag{3}$$

also einen formal ganz ähnlichen Ausdruck, wie im Falle der niedermolekularen Lösungen.

Man nennt Φ_1 und Φ_2 die „Grundmolenbrüche“ oder auch die Volumenbrüche². Es ist

$$\Phi_1 = \frac{n_1}{n_1 + Pn_2} \quad \Phi_2 = \frac{n_2 P}{n_1 + Pn_2} \tag{4 a. b}$$

P bedeutet den Polymerisationsgrad des gelösten Hochpolymeren, somit Pn_2 die Zahl der in der Lösung vorhandenen Grundmoleküle dieses Hochpolymeren.

Weil häufig der Polymerisationsgrad P

$$P \sim \frac{\text{Molvolumen } v_2 \text{ des Makromoleküls}}{\text{Molvolumen } v_1 \text{ des Mikromoleküls}}$$

(Mikromolekül = Molekül des niedermolekularen Lösungsmittels)

gesetzt werden darf, folgt auch:

$$\Phi_1 = \frac{n_1 v_1}{v_1 n_1 + \frac{v_2}{v_1} n_2 v_1} = \frac{n_1 v_1}{V} \tag{5 a}$$

und analog

$$\Phi_2 = \frac{n_2 v_2}{V} \tag{5 b}$$

wobei V das Gesamtvolumen des Systems bedeutet.

Verweilen wir noch einen Augenblick bei der Flory-Hugginschen Theorie der Lösungen von Makromolekülen in mikromolekularen Lösungsmitteln: Wir können nämlich von hier aus einen orientierenden Blick auf die kompliziertere Frage nach den festen Lösungen von zwei Hochpolymeren werfen.

Wenn wir ΔG_M für den Löseprozeß im System Polymeres/niedermolekulares Lösungsmittel allgemein ausrechnen wollen, haben wir zwar schon den notwendigen Entropieterm, aber noch nicht das ΔH_M , die Mischungswärme. Für diese ergaben molekularstatistische Untersuchungen von Flory und Huggins³ Proportionalität zum Produkt aus beiden Volumenbrüchen Φ_1 , Φ_2 und dem Gesamtvolumen V der Lösung. Nennen wir den halbempirischen Proportionalitätsfaktor B , so erhalten wir

$$\Delta H_M = BV \Phi_1 \Phi_2 = n_1 B v_1 \Phi_2 \tag{6 a}$$

(wegen $\Phi_1 = \frac{n_1 v_1}{V}$)

Somit folgt für die Änderung der freien Enthalpie, also für die maximal gewinnbare Arbeit, beim Löseprozeß:

$$\begin{aligned} \Delta G_m &= H_M - T \Delta S_M = n_1 B v_1 \Phi_2 - T \Delta S_M \\ &= n_1 B v_1 \Phi_2 + RT [n_1 \ln \Phi_1 + n_2 \ln \Phi_2] \\ &= RT \left(n_1 \ln \Phi_1 + n_2 \ln \Phi_2 + n_1 \frac{B v_1}{RT} \Phi_2 \right) \end{aligned}$$

Die Größe $\frac{B v_1}{RT} = \gamma$ (6 b)

heißt der Flory-Hugginsche Wechselwirkungsparameter. Damit erhalten wir

$$\Delta G_M = RT (n_1 \ln \Phi_1 + n_2 \ln \Phi_2 + n_1 \gamma \Phi_2) \quad (6)$$

Durch partielles Differenzieren von ΔG_M nach n_1 oder n_2 (Molzahlen der Komponenten) resultieren die betreffenden partiellen molaren Änderungen der freien Mischungsenthalpie², zum Beispiel

$$\frac{\partial (\Delta G_M)}{\partial n_1} = \overline{\Delta G_1} = RT \left\{ \ln \Phi_1 + \left(1 - \frac{v_1}{v_2} \right) \Phi_2 + \gamma \Phi_2^2 \right\} \quad (7)$$

$\overline{\Delta G_1}$ gibt an, wie sich die freie Enthalpie eines reinen Mols der Komponente 1 ändert, wenn (T und p konstant!) es in einer so großen Menge Lösung aufgelöst würde, daß durch die Zufügung jenes Mols die Konzentration der Lösung nicht merklich zunimmt. Erweist sich die Änderung ΔG_1 als negativ, so tritt Auflösung ein, ist sie aber positiv, so heißt das, Arbeit müßte aufgewendet werden, um die Auflösung zu erzwingen. Die Lösung wäre also in diesem Fall gesättigt oder schon übersättigt.

Jetzt extrapolieren wir diese Überlegung auf den uns interessierenden komplizierteren Fall der Löslichkeit von zwei Hochpolymeren ineinander.

Da stellen wir zunächst im Hinblick auf Gleichung (6) fest:

- a) Wenn beide Lösungsgenossen hochpolymer sind, werden v_1 und v_2 (die Molvolumina) vergleichbar groß. Also wird in Gleichung (7) das Glied

$$1 - \frac{v_1}{v_2}$$

sehr klein.

- b) Für hohen Polymerisationsgrad eines Lösungsmittels wird dessen Molvolumen v_1 sehr groß, somit nach Gleichung (6 b) der Wechselwirkungsparameter γ sehr groß.

Deshalb wird schon bei kleinen Werten von Φ_1 , also bei geringer Konzentration des Hochpolymeren 1 (das wir gerade als Lösungsmittel auffassen — ebenso gut könnten wir bei unserer Überlegung von der Komponente 2 ausgehen) ΔG_1 positiv, man erzielt also keine Mischbarkeit der Partner. Aufgrund dieser theoretischen Überlegungen konnte bei 281 experimentell untersuchten Polymerpaaren in 239 Fällen¹ mit Sicherheit die Unverträglichkeit bestätigt werden. Die festgestellte Unverträglichkeit bedeutet dabei nicht, daß die Polymeren über den ganzen Konzentrationsbereich zweiphasig sind. Es bedeutet nur, daß in den für die Praxis wichtigen Konzentrationsbereichen Unverträglichkeit auftritt.

3. Verfahren zur Herstellung von polymeren Mischsystemen

Wie schon erwähnt wurde, hat die Morphologie der Polymermischungen einen entscheidenden Einfluß auf die Eigenschaften des Endproduktes. Die Art des Mischverfahrens, für das sich mehrere Möglichkeiten anbieten³, ist deshalb von großer Bedeutung, weil dadurch die Struktur des Systems stark beeinflußt werden kann.

3.1. Mischung in der Schmelze

Nach diesem Verfahren werden die einzelnen Komponenten in geschmolzenem Zustand durch Kneten und Extrudieren gemischt. Für eine gute molekulare Durchmischung sind die Schmelzviskositäten und die Diffusionskonstanten der Schmelzen wichtig. Nach Messungen von Buche und Mitarbeitern⁴ mit radioaktiv markiertem Polybutylacrylat in einer Matrix der gleichen Polymeren liegen die Diffusionskoeffizienten in der Größenordnung 10^{-12} bis $10^{-13} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$; das ist drei bis vier Zehnerpotenzen niedriger als beim Eindiffundieren gebräuchlicher Gleitmittel, beispielsweise in Polyvinylchlorid. Der Diffusionskoeffizient ändert sich dabei umgekehrt proportional zur Schmelzviskosität.

Wie später noch gezeigt wird, ist jedoch zu beachten, daß wegen der Unzulänglichkeit des jeweiligen Mischprozesses — zum Beispiel zeitlich begrenzte Verweilzeiten im Mischorgan — häufig auch bei an sich verträglichen Mischungspartnern ein Gleichgewicht nicht erreicht wird, das heißt, das Vorhandensein von Phasen muß nicht unbedingt mit einer Unverträglichkeit der Komponenten identisch sein. Durch Einführung des Extruderspinnens hat die Mischung der Komponenten in der Schmelze eine zunehmende Bedeutung zur Herstellung von Fäden aus Polymerblends erlangt.

3.2. Mischung durch gemeinsames Ausfällen aus Lösung

Die molekulare Durchmischung zweier im Festzustand unverträglicher Polymerer zu einer homogenen Phase gelingt in vielen Fällen in einem gemeinsamen Lösungsmittel. Der erwünschte Festzustand der Polymermischung kann anschließend durch Eindampfen bzw. Trocknen, das heißt durch langsame Erhöhung der Polymerkonzentration oder durch Ausfällen nach Kühlung oder durch Zugabe eines Fällungsmittels herbeigeführt werden.

Während beim Eindampfen eine sehr gleichmäßige Verteilung der beiden Polymerphasen erreicht werden kann, tritt bei dem häufig verwendeten Ausfällen durch Zugabe eines Fällmittels — bedingt durch die unterschiedlichen Löslichkeiten der Komponenten — eine ungleichmäßige Verteilung und dadurch eine Phasentrennung ein. Dementsprechend sind bei Anwendung dieses Verfahrens nicht nur die Fälleneigenschaften zu berücksichtigen, sondern u. a. auch der Umstand, daß sich die Partner nicht im Gleichgewicht befinden.

Während in der ersten Phase der Entwicklung von Fäden aus Polymerlegierungen dem Lösungsspinnen mehr Zukunftschancen zugesprochen wurden, werden heute die Möglichkeiten dieses Verfahrens geringer eingeschätzt.

3. 3. Mischen der Polymerkomponenten durch Pfropf- oder Blockcopolymerisation

Polymere Mehrphasensysteme können auch hergestellt werden, indem man die eine Komponente des zu mischenden Polymeren in dem Monomeren des Partners auflöst und das System anschließend polymerisiert. Diese Methode hat den Weg zur Verknüpfung unverträglicher Polymerer in Form von Pfropf- oder Blockcopolymerisaten eröffnet. Beide Polymere liegen hier, wie später an Beispielen gezeigt werden wird, molekular dispergiert in einer idealen „Zwangsmischung“ vor.

Das zuletzt genannte Verfahren bietet von allen drei beschriebenen Methoden die günstigsten Voraussetzungen, eine molekular homogene Lösung zu erhalten. Wie bei allen bekannten Beispielen, so besteht auch bei den Pfropf- und Blockcopolymeren die Tendenz der Komponentenentmischung, und auch diese Arbeitsweise bestätigt, unter welch kritischen Bedingungen die Verträglichkeit von zwei Polymeren im Festzustand besteht. In allen Fällen stellt sich bei der Beurteilung der Verträglichkeit zuerst die Frage nach dem Gleichgewicht. Jede Beobachtung, die am Polymeren gemacht wird, ist sehr vorsichtig zu beurteilen, und es empfiehlt sich, zunächst den Einfluß der Temperatur zu untersuchen, um wenigstens den Trend zum Gleichgewicht hin zu erkennen.

4. Nachweismethoden zur Beurteilung der Verträglichkeit im festen Zustand

Als Meßverfahren zur Beurteilung der Verträglichkeit kommen alle Methoden in Frage, die üblicherweise zur Untersuchung von polymeren Festkörpern angewandt werden⁷. Aus der Vielzahl dieser Untersuchungsmethoden sind nur die aufgeführt, die in meinem Referat zur Charakterisierung der Mehrphasigkeit herangezogen worden sind. Es sind dies folgende:

4. 1. Morphologische Untersuchungen

Elektronenmikroskopische Dünnschnittuntersuchungen nach spezieller Gestaltung der Kontrastierung sind hier am erfolgreichsten. Auch rastermikroskopische Oberflächen- oder Bruchflächenuntersuchungen werden angewandt, wobei allerdings Deformationsstrukturen stören können, die bei der Herstellung der Bruchflächen entstehen.

4. 2. Methoden zur Erfassung von Glas- und Schmelzübergängen

Eine besondere Bedeutung haben die mechanisch-dynamischen Verfahren erlangt [Torsionspendel $G^*(T)$, Vibron $E^*(T)$], aber man bedient sich häufig thermischer (DTA, DSC) und thermomechanischer (TMA) Methoden. Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung dieser Verfahren ist natürlich, daß die Glasübergangstemperaturen der Mischungskomponenten nicht zu dicht beieinanderliegen, da sonst auch beim Vorhandensein von separaten Phasen keine deutlich getrennten Übergänge, sondern nur schwer deutbare Verbreiterungen zu beobachten sind.

5. Polymermischungen

In bezug auf ihre Gebrauchseigenschaften genügten die Chemiefasern im Stadium der Einführung nicht

voll den gestellten Anforderungen. Sie wiesen zwar neuartige Merkmale und außerordentliche Qualitäten auf, in ihrer Konstitution waren sie sogar zu vollkommen, aber was beispielsweise ihre Anfärbarkeit, ihre Neigung zum Pillen und ihre mangelhafte Antistatik anbetraf, hatten sie offensichtlich Mängel, so daß es notwendig war, sie zu modifizieren.

Die im Laufe der Entwicklung angestrebten Veränderungen der einzelnen Fasereigenschaften, die durch physikalische und/oder chemische Abwandlung der Fasersubstanz erzielt wurden führte zu den Chemiefasern der zweiten Generation und nachfolgend weiterer Generationen. Nicht in allen Fällen ließen sich die erforderlichen Modifikationsmittel in die Polymerkette einbauen. So wurden beispielsweise zur Qualitätsverbesserung bzw. zur Entwicklung neuartiger Eigenschaften dem Polymeren Zusatzstoffe beigegeben, oder der gewünschte Effekt wurde durch Mischen und gemeinsames Verspinnen zweier fadenbildender Hochpolymerer herbeigeführt. In der Übersicht (Tab. 1) sind einige dieser vorteilhaften Veränderungen, die nach den geschilderten Methoden erreicht wurden, zusammengestellt.

Tabelle 1: Erzielbare Eigenschaftsänderungen mit Hilfe polymerer Mehrphasensysteme

Zielsetzung	Eigenschaft
Verbesserung	Anfärbarkeit Hydrophilie Griff Thermostabilität Keimbildung
Verringerung	statische Aufladung feuchtigkeitsabhängige Längung Lichtempfindlichkeit Pillneigung (Querfestigkeit) Brennbarkeit

5. 1. Mischung von Polymeren mit niedermolekularen Substanzen

In vielen Fällen wird die gewünschte Veränderung einer Fasereigenschaft schon durch Hinzumischen geringfügiger Mengen eines niedermolekularen Zusatzes zum Polymeren erzielt. Hierfür sind in Tabelle 2 einige Beispiele aufgeführt. Es ist daraus zu entnehmen, daß die Zusätze im allgemeinen nicht wesentlich über 1%, selten oberhalb 5% liegen. Schon mit Hilfe dieser geringen Substanzmengen, die einen „Wirkstoffcharakter“ haben, wird eine echte Eigenschaftsänderung erzielt, ohne das mechanisch-technologische Verhalten der Fasern negativ zu beeinflussen. An die Zusätze werden sehr hohe Anforderungen gestellt, das heißt, sie müssen in äußerst feiner Dispersion vorliegen und frei von groben Teilchen über 1 µm sein. Diese Mehrphasensysteme werden, da die Polymermatrix dominiert, nur im weitesten Sinne als Polymermischungen angesehen.

Zur Verringerung der elektrostatischen Aufladung von Polyamidartikeln werden dem Polymeren u. a. be-

Tabelle 2: Angestrebte Eigenschaftsänderungen bei Chemiefasern durch Zusätze

Zielsetzung		Maßnahme	Substanz	Zusatzmenge	Faserart
Mattierung		Beimengung während oder nach der Polymerisation bzw. Polykondensation	TiO ₂ , ZnS	bis 2 %	PES PA PAN
Massefärbung			temperaturbeständige anorganische oder organische Pigmente	bis 3 %	PA PAN
Verbesserung	Thermo- und Lichtstabilität		Phosphite, Phosphonate, Cu ⁺ - und Mn ²⁺ -Verbindungen; phenolische Antioxidantien	5—50 mg/kg bzw. bis 2 %	PA
	Wasseraufnahmevermögen	Schaffung mikrofibrillärer Hohlräume	Metallsulfonate	2—5 %	PES
Verringerung	Elektrostatische Aufladung	Zumischung vor dem Spinnprozeß	Polyalkylenoxide	2—5 %	PA
	Pillneigung		Organosiliciumverbindungen	bis 1 %	PES
	Brennbarkeit		P+N, Halogene+Sb ₂ O ₃	3—5 %	PES
	Anschmutzung		Terephthalsäure-Polyglycolester	2—5 %	PES

kanntlich höhermolekulare Polyglykolätherderivate mit einem Molgewicht um 2000 zugemischt. Diese Substanzen bilden bereits den Übergang zu den hochmolekularen Verbindungen und damit zu den Mischungen Polymeres/Polymeres. Es konnte nachgewiesen werden^{8,9,10}, daß die antistatische Wirkung des Antistatikmittels bei einer in Richtung auf die Faserachse erfolgten feinfibrillären Verteilung am günstigsten ist. Abbildung 1 zeigt die Verteilung des Zusatzes in der Polymermatrix unmittelbar nach dem Austritt aus der Düse, dann bei einem unverstreckten orientierten und schließlich bei einem verstreckten Faden.

Aus den genannten Beispielen ist zu erkennen, wie extrem unterschiedlich die disperse Phase in der Polymermatrix verteilt sein muß, um die erwünschte Eigenschaftsänderung zu erreichen, ohne daß sich gleichzeitig negative Auswirkungen einstellen.

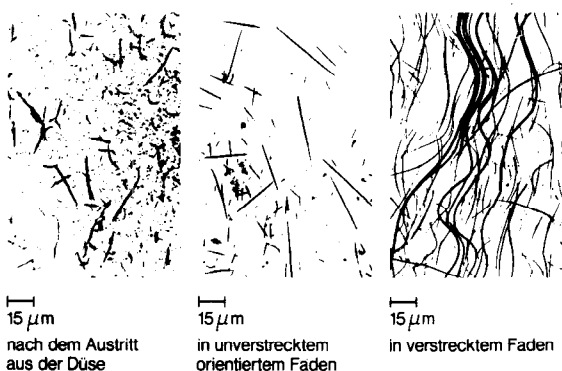


Abb. 1: Verteilung und Struktur von Antistatikmitteln in der Polyamidmatrix

5. 2. Mischung von Polymeren mit Polymeren

Bei theoretischer Betrachtung des Verträglichkeitsverhaltens von Polymermischungen konnte gezeigt werden, daß es aus thermodynamischen Gründen schwierig ist, verträgliche Polymere zu finden.

5. 2. 1. Verträgliche Polymerblends

Die Auswahl von Polymeren, die in weitem Bereich eine verträgliche Polymermischung bilden und dabei ein verbessertes Eigenschaftsbild zeigen, ist verhältnismäßig gering. Als Chemiefaserrohstoff wurden solche Polymerblends bisher nur im Labormaßstab hergestellt und konnten keine Bedeutung erlangen¹¹.

Aus diesem Grund werden Beispiele aus dem Kunststoffbereich erörtert. Außer dem schon fast als „klassisch“ bekannten Polymerpaar Polyvinylchlorid (PVC) und Butadien/Acrylnitrilcopolymeres (NBR mit 30—35 % Acrylnitril) ist erst kürzlich ein verträgliches System Polystyrol mit Tetramethylbisphenol-A-Polycarbonat (TMBPA-PC)¹² bekanntgeworden. Bei diesem Polymerblend wird — bedingt durch die hohe Glasübergangstemperatur (T_g) vor 210 °C des TMBPA-PC — die geringfügig unterhalb von 100 °C liegende Wärmestandfestigkeit des reinen Polystyrols in Abhängigkeit des Mischungsverhältnisses erhöht. Gleichzeitig kann die etwas schlechtere Verarbeitbarkeit des TMBPA-PC verbessert sowie sein höherer Preis durch Beimengung von Polystyrol ausgeglichen werden. Abbildung 2 zeigt die chemische Struktur von TMBPA-PC im Formelbild und als Kalottenmodell nach Stuart. Für die hohe T_g des TMBPA-PC sind die vier CH₃-Gruppen der Benzolkerne verantwortlich, die die freie Drehbarkeit des Moleküls um die Carbonylgruppe ausschließen.

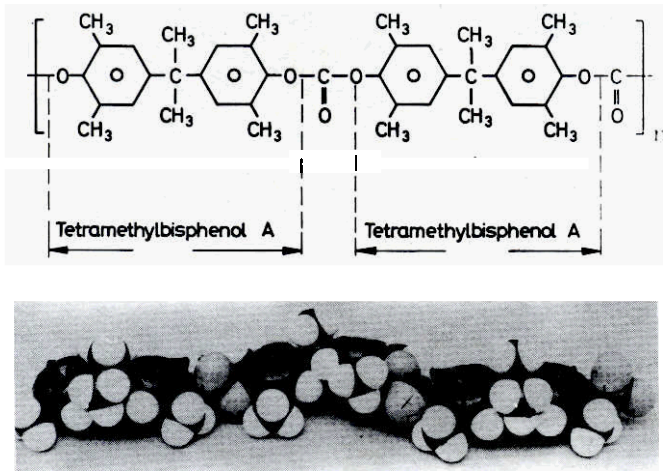


Abb. 2: Tetramethylbisphenol-A-Polycarbonat (Formelschema und Kalottenmodell)

Die sich über den ganzen Mischungsbereich erstreckende Verträglichkeit beider Polymerer konnte mit Hilfe der Messung des Schubmoduls G in Abhängigkeit von der Temperatur (Abb. 3) sowie durch Kennzeichnung der T_g -Änderung als Funktion des Mischungsverhältnisses (Abb. 4) ermittelt werden. Das Vorhandensein von nur einer Einfriertemperatur sowie die fast ideal-lineare Änderung der T_g ist ein Beweis für die Verträglichkeit des Polymerblends. Durch Variation des Mischungsverhältnisses der beiden Polymeren kann somit die Warmstandfestigkeit des Polymerblends je nach Wunsch eingestellt werden.

Obwohl chemische Verwandtschaft nicht unbedingt auch Verträglichkeit bedeuten muß, erscheint die Feststellung von Interesse, daß das Polyäthylenterephthalat und das Polybutylenterephthalat, das sich in seiner chemischen Struktur vom ersten nur durch die doppelte Anzahl von Methylengruppen pro Polymerseinheit unterscheidet, eine verträgliche Polymermischung bilden". Aus DSC-Messungen wird sogar auf eine Mischkristallisation der beiden Komponenten geschlossen. Diese Erscheinung wurde durch Feststellung einer Schmelzpunktdepression sowie durch Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit und des E-Moduls

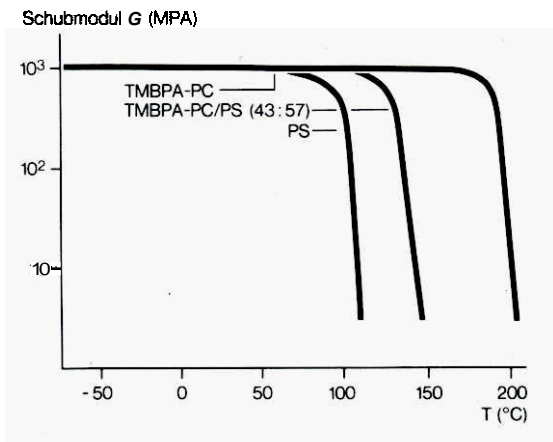


Abb. 3: Schubmodul — Temperaturabhängigkeit für TMBA-PC/Polystyrolmischungen

in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis unterstützt. Eigene Untersuchungen bestätigten den Befund nicht.

Mit größter Wahrscheinlichkeit kann eine teilweise Verträglichkeit der genannten Polymeren nur nach riner während des Mischvorgangs stattfindenden Umesterung erreicht werden. Durch diese Reaktion werden in die Molekulketten der Komponenten gegenseitig Segmente des Mischungspartners eingebaut. Ist die Zahl dieser artfremden „Comonomeren“ in den Polymerketten genügend groß, so nähern sich die Löslichkeitsparameter nach Flory beider Polymerer an, wodurch eine Teilverträglichkeit der Partner erreicht wird.

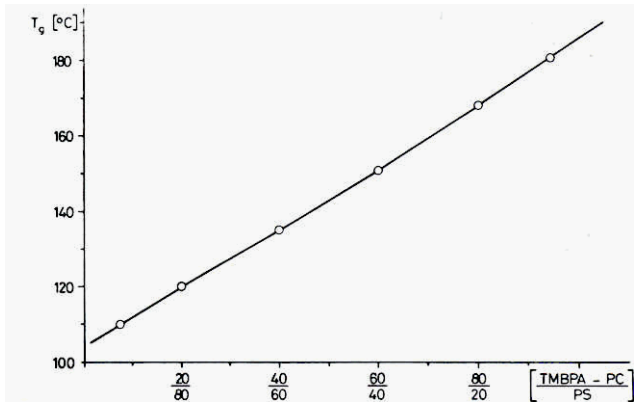


Abb. 4 Einfriertemperatur T_g in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis TMBA-PC : Polystyrol (Messmethode: TMA)

5. 2. 2. Teilverträgliche Polymerblends

Bereits aus dem beschriebenen Beispiel ist zu ersehen, daß für die Herstellung technisch brauchbarer Polymermischungen, die zu Chemiewerkstoffen oder -fasern weiterverarbeitet werden können, eine vollkommene Verträglichkeit der Komponenten keineswegs Voraussetzung ist. Mehrphasige Polymerblends mit entsprechender Ankopplung der Phasen zeigen des öfteren gegenüber den Ausgangskomponenten verbesserte technologische Eigenschaften.

Es stellt sich zwangsläufig die Frage nach der notwendigen Mindestverträglichkeit zwischen disperser Phase und Matrix; Die Grenzflächen sollen für eine gute Haftung des Polymerpaares sorgen, die beiden Phasen jedoch ihre ursprünglichen Eigenschaften beibehalten. Eine weitgehende Verträglichkeit würde den Zweiphasencharakter stören und damit die besonderen Eigenschaften des Polymerblends einengen, das heißt in Richtung einer homogenen Mischung verschieben¹¹.

Zur Erzielung bzw. Verbesserung der Teilverträglichkeit sind mehrere Methoden bekannt:

- Durch die Erniedrigung des Molekulargewichtes der Polymeren kann die Beweglichkeit der Ketten erhöht werden (Zunahme des Entropieterms beim Mischen); der Weg ist jedoch nur selten gangbar.
- Dies gelingt auch durch Zumischung oder Einbau polarer Gruppen, die eine gegenseitige chemische oder physikalische Bindung ermöglichen (wie Carboxyl- und Aminogruppen, Wasserstoffbrücken u. a. m.).

- Schließlich kann durch Pfropfung des einen Monomeren auf das andere Polymere eine Teilverträglichkeit erreicht werden.
- Die zuletzt genannte Methode, die bereits als Verfahren zur Herstellung von polymeren Mischsystemen erwähnt wurde, hat sich besonders dadurch bewährt, daß sich die technologischen Eigenschaften der dispersen Phase nach der Pfropfung nur unwesentlich verändern.

Als Beispiel für die Ankopplung eines Polymerpaares durch Pfropfpolymerisation des einen Partners soll das aus Acrylnitril (A), Butadien (B) und Styrol (S) aufgebaute und als Chemiewerkstoff wirtschaftlich sehr interessante ABS-Polymerisat dienen.

Bei diesem System wird die Überlegung angewandt, daß die Erhöhung der Schlagzähigkeit des harten, spröden Polymeren (Acrylnitril-Styrol-Copolymeres) unter Beibehaltung aller übrigen Eigenschaften dadurch möglich wird, daß man eine weiche kautschukartige Phase (Polybutadien) in feindispersierter Form in die harte Matrix einbettet. Die Ankopplung des Polybutadiens mit der Matrix wird durch Aufpfropfung des Styrol-Acrylnitrils auf die disperse Phase erzielt.

Die technologischen Eigenschaften dieses mehrphasigen Polymersystems werden weitgehend vom chemischen und morphologischen Aufbau der Phasen, von den Herstellungsverfahren sowie von der Beschaffenheit der Phasengrenzflächen Elastomeres/Thermoplast bestimmt. So können, wie elektronenmikroskopische Untersuchungen von Ultradünnschnitten sowie technologische Messungen zeigen, daß durch Variation der Größe und der Größenverteilung (bimodale Verteilung) der Kautschukdispersion entweder mäßig zähe Chemiewerkstoffe mit hochglänzenden Oberflächen oder sehr zähe mit matten Oberflächen hergestellt werden.

Die nächsten Abbildungen (Abb. 5 und 6) zeigen Ultramikrotomsschnitte von ABS-Pfropfpolymerisaten mit kleinen (ca. 500—1000 Å) und großen (10.000 Å) Kautschukteilchen. Auf den Einfluß des Pfropfgrades und der Beschaffenheit der Pfropfhülle auf die technologischen Eigenschaften der beiden Werkstoffe soll nicht näher eingegangen werden.

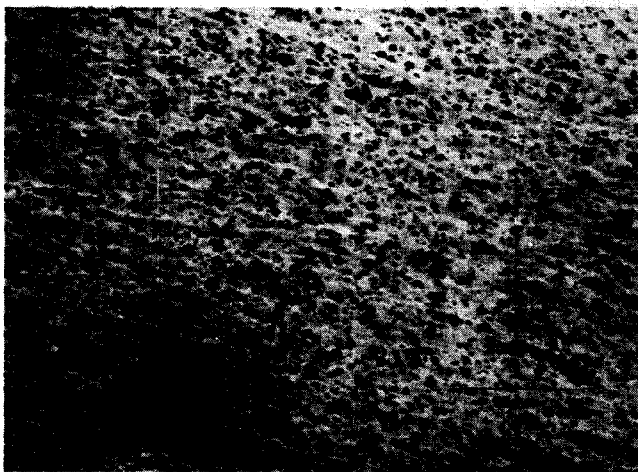


Abb. 5: ABS-Pfropfpolymerisat mit kleiner Kautschukteilchengröße; Ultramikrotomsschnitt, OsO₄-kontrastiert

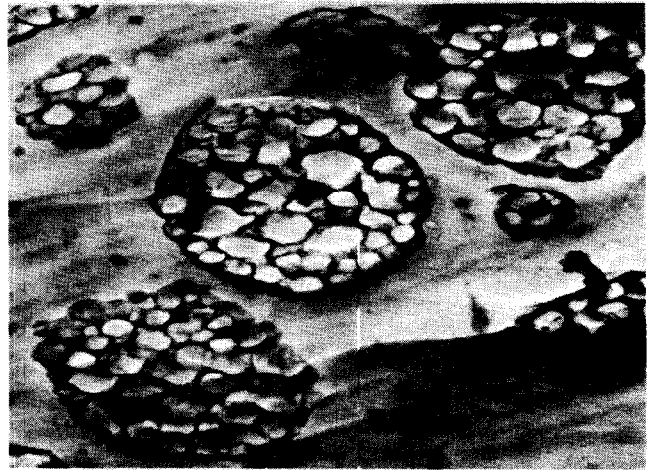


Abb. 6: ABS-Pfropfpolymerisat mit großer Kautschukteilchengröße; Ultramikrotomsschnitt, OsO₄-kontrastiert

Während bei dem als Chemiewerkstoff eingesetzten ABS-Pfropfpolymerisat die Verbindung der beiden Phasen im allgemeinen durch eine nachträgliche Pfropfung der polymeren weichen Phase erfolgt, wird bei den Polyurethan-Elastomersystemen, die u. a. zur Herstellung von elastischen Fäden Anwendung finden, die Ankopplung beider Phasen bereits während der Synthese chemisch vorgenommen: Die Weichsegmente (Polyester oder Polyäther) werden beidseitig mit den harten Harnstoffkomponenten kovalent verbunden.

Die Auswirkung dieser Ankopplung ist dadurch zu erkennen (Abb. 7), daß der Glasübergang des weichen Segments im Elastomersystem zu höheren Temperaturen verschoben wird. Die Kristallisationseigenschaften der weichen Kettenteile haben sich ebenfalls deutlich verändert. Während die in der Polymerkette eingebaute weiche Phase nur durch Dehnung zur Kristallisation induziert werden kann, zeigt der Polyester im Reinzustand ein normales Kristallisationsverhalten.

Die Variationsmöglichkeiten zur Modifizierung von Chemiefasern durch Lösungs- oder Schmelzspinnen von polymeren Mehrphasensystemen sind bei der geschätzten Anzahl von mehr als 1000 bisher bekannten organischen Hochpolymeren fast unendlich groß. Aus diesen Möglichkeiten wurde bisher verständlicher-

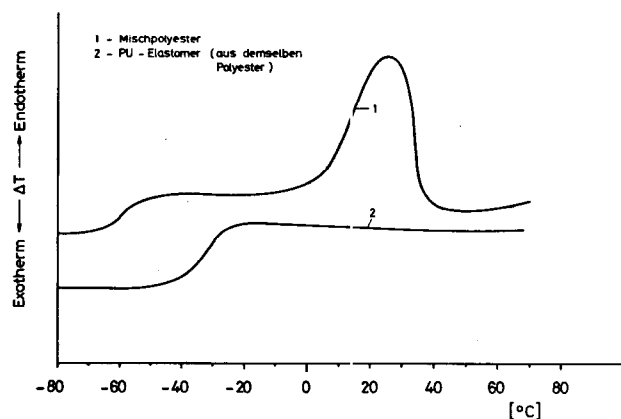


Abb. 7: DTA-Analyse an Polyester und an Polyurethan-elastomeren

Tabelle 3: Polymerpaare zur Herstellung von Fäden aus Lösung

Matrix	Disperse Phase	Verbesserung	Bemerkung
Polyacrylnitril	Naturseide	Hydrophilie	
Polyacrylnitril	Polyurethan	Scheuerbeständigkeit	
Polyacrylnitril	Polyvinylalkohol	Hydrophilie	
Polyacrylnitril	Zelluloseacetat, gefropft mit PAN	Hydrophilie	
Polyacrylnitril	Polymethylacrylat	Schlingenfestigkeit	
Nachchloriertes Polyvinylchlorid	Zelluloseacetat	Wärmebeständigkeit	Versuchsprodukt
Polyvinylalkohol	Polyvinylchlorid + PVC, gefropft mit Polyvinylalkohol	Thermostabilität, Anfärbbarkeit	Produktion der Firma Kohjin Co. Ltd., Japan

weise nur in jenen Fällen Gebrauch gemacht, bei denen ein technischer oder wirtschaftlicher Vorteil erwartet werden konnte.

Tabelle 3 gibt eine Auswahl von Mischungsparen, die aus Lösung zum Teil im Labormaßstab hergestellt und untersucht oder als Versuchsprodukt in der Praxis erprobt wurden. Man erkennt aus der Tabelle, daß die meiste Entwicklungsarbeit zur Modifizierung des Polyacrylnitrils, des mengenmäßig drittgrößten faserbildenden Polymeren geleistet wurde. Die Arbeiten führten bisher jedoch weder zu einem eindeutigen technologischen noch zu einem ökonomischen Erfolg.

Wie bereits erwähnt, wird das Schmelzspinnen von Polymerblends seit der Einführung der Extrusionstechnologie und der damit verbundenen kurzen Schmelzeverweilzeiten in den Aufschmelz- und Spinn-einrichtungen in zunehmendem Maße angewandt. Weiterhin konnten die bei der Entwicklung von Chemiewerkstoffen aus polymeren Mehrphasensystemen erzielten theoretischen und praktischen Erkenntnisse mit gutem Erfolg auf die Chemiefaserherstellung übertragen werden.

In Tabelle 4 ist eine Auswahl von Polymerpaaren zusammengestellt, die als Schmelzemischung zu Fäden

versponnen wurden. Die ersten beiden Beispiele zeigten, wie die Steifigkeitsproblematik der Polyamid-fäden zum Teil gelöst wurde. Interessant ist sowohl das Prinzip, das zugrunde liegt, als auch die technologisch relativ einfache Gestaltung dieser physikalisch-chemischen Modifizierung.

Mischungen von Granulaten oder von Schmelzen von Polyamiden mit etwa 30 Masse-% Polyäthylenterephthalat werden in einem Extruder fein dispergiert.

Beim Spinn- und Reckprozeß nehmen, wie in der nächsten Abbildung (Abb. 8) schematisch bzw. an Hand von elektronenmikroskopischen Aufnahmen dargestellt, die zunächst globulären Polyesterpartikeln der Schmelzdispersion die Form von Mikrofibrillen an. Da Polyamid 6 bzw. Polyamid 66 und Polyäthylenterephthalat im geschmolzenen Zustand in allen Mischungsverhältnissen unverträglich sind, muß für eine Ankopplung der beiden Mischungspartner gesorgt werden. Zur Erzielung einer ausreichenden Verträglichkeit sind in der Literatur mehrere Möglichkeiten beschrieben¹⁵. Einem Vorschlag entsprechend, kann eine Teilverträglichkeit durch eine thermische Behandlung des Polymerblends im geschmolzenen Zustand erreicht werden. Durch die bei der erhöhten Tempertemperatur eintretende partielle Copolyesteramidbildung sowie zum Teil durch

Tabelle 4: Polymerpaare zur Herstellung von Fäden aus der Schmelze

Matrix	Disperse Phase	Verbesserung	Bemerkung
Polycaprolactam	Polyäthylenterephthalat	Anfangsmodul von Polyamidkord	Produktion von Allied Chem. Co. und Teijin Ltd.
Polyhexamethylenadipamid	Polyäthylenterephthalat	Abflachen der Standfläche der Reifen (flatspotting)	Versuchsproduktion von AKU und Firestone Tire Co.
Polyamid	Polyäthylen	Anfangsmodul	
Polyamid	Polystyrol	Anfangsmodul	
Polyamid	Polycarbonat	Anfangsmodul	
Polyamid	Zelluloseester	Antistatik	
Copolyester	Polyolefin	kleben nicht	

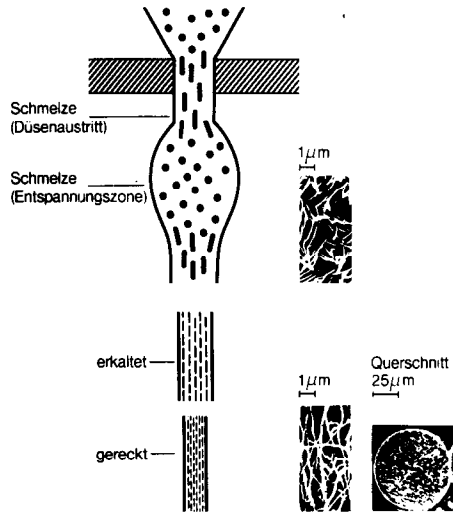


Abb. 8: Bildung von Matrixfibrillenfasern

den feinfibrillären Charakter der dispersen Phase, der die Wechselwirkungen an den Grenzflächen der Komponenten begünstigt, wird eine bessere Haftung der Polymerpartner erzielt.

Abbildung 9 veranschaulicht an DTA-Messungen rein qualitativ die Umesterung der beiden Komponenten in Abhängigkeit von der Temperatur¹⁶. Während bei einem Mischungsverhältnis von 80:20 Polyamid 6 : Polyäthylenterephthalat der Polyesterschmelzpeak nach 480 Minuten Temperaturzeit ($t = 275^{\circ}\text{C}$) bereits verschwunden ist, kann bei dem 70 : 30-Mischungsverhältnis nach 60 Minuten Kontaktzeit durch die Schmelzpunktdepression von 6°C bzw. 8°C auf die Ausbildung von verträglichkeitsfördernden Copolyesteramidsegmenten geschlossen werden.

Einen weiteren Beweis der Ankopplung der fibrillären Phase zur Matrix liefert der Befund (Abb. 10), daß die Filamentgarne aus der Polymermischung einen E-Modul besitzen, der dem von Polyester viel näher

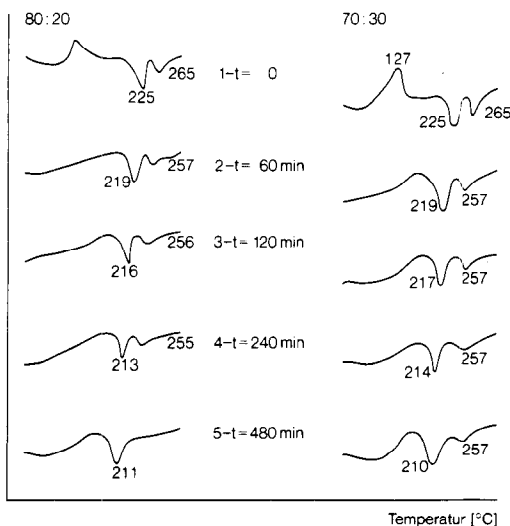


Abb. 9: Differentialthermogramme von Polymermischungen aus Polyamid 6 und Polyäthylenterephthalat nach unterschiedlicher Behandlungszeit t bei 275°C ¹⁶

liegt, als es dem prozentualen Anteil der Polyester-masse in Polyamid entspricht.

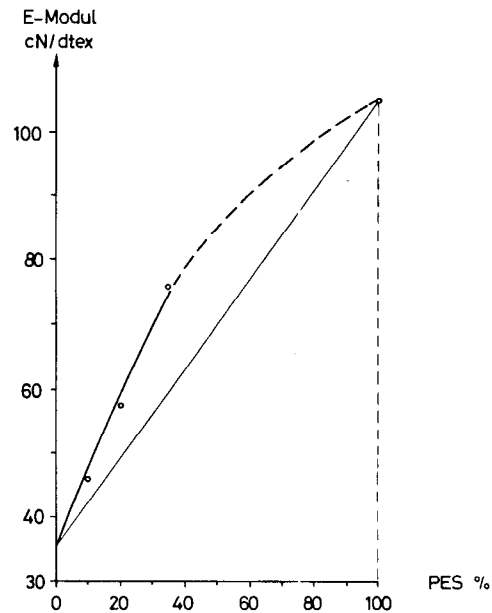


Abb. 10: Abhängigkeit des Anfangsmoduls bei Polyamid-6-Filamentgarnen vom Polyäthylenterephthalatzusatz

Die aus Polyamid/Polyesterblends hergestellten Filamentgarne haben sich bisher in bescheidenem Maße auf dem Fasermarkt eingeführt. Dabei ist die Verwendung als Reifenkord durch den Verfall der Polyesterpreise zugunsten von reinem Polyesterkord in den Hintergrund getreten. Neue Einsatzgebiete sind Teppichgarne und zum Teil texturierte Filamentgarne.

Aus der Vielzahl der in der Tabelle 4 aufgeführten polymeren Mehrphasensysteme haben bisher auch die Polyamid/Polyäthylen- sowie Polyamid/Polystyrolblends eine gewisse Bedeutung erlangt. Durch Dispergierung von 10 bis 15 Masse-% Polyäthylen in das Polyamid wird die Feuchtigkeitsabhängigkeit des Elastizitätsmoduls der Matrix verringert. Die feinverteilte Polyäthylendispersion dringt als weiche Phase an Stelle des Wassers in die Netzebenen des Polyamids ein. Dieses Polymerpaar wird für die Herstellung knitterbeständigerer Spinnfasern vorgeschlagen; eine wirtschaftliche Bedeutung sagt man ihm aber nur als Chemiewerkstoff voraus. Da Polyamid mit Polyäthylen über den gesamten Mischungsbereich inkompatibel ist, werden dem Polyäthylen Verträglichkeitsvermittler, beispielsweise polare Gruppen enthaltende Olefine, wie Acrylsäureester, zugemischt.

Bei den aus Polyamid/Polystyrolmischungen hergestellten Fäden werden durch den Polystyrolzusatz Anfangsmodul und Knitterfestigkeit erhöht. Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Verbilligung des Faserpolymeren. Zur Erzielung einer Verträglichkeit wird ein Teil des Polyamids mit Polystyrol gepfropft.

Neben den in Tabelle 4 aufgeführten Polymerpaaren sind weitere Kombinationsmöglichkeiten untersucht worden, deren Behandlung den Rahmen des Vortrags jedoch überschreiten würde.

Wie bereits erwähnt, werden die technologischen

Eigenschaften mehrphasiger Polymersysteme — außer von ihrer chemischen Natur — vom Mischungsverhältnis der Komponenten sowie von den Herstellungsbedingungen und von der Morphologie des Polymerpaares weitgehend mitbestimmt. Im folgenden soll der Einfluß des Mischungsverhältnisses sowie verschiedener Dispergierbedingungen auf die Art der Verteilung der Komponenten in Polymergemischen aufgezeigt werden". Als Modell wird ein zahelastischer Thermoplast (Komponente A) mit einem spröden Thermoplasten (Komponente B) vermischt. Dabei wurden die folgenden Parameter variiert:

- a) Mischungsverhältnis A : B = 50 : 50, 60 : 40 bzw. 70 : 30
- b) Aggregat Einschneckenextruder, Doppelschneckenextruder und Kneiter
- c) Massetemperatur jeweils die mögliche untere und obere Temperatur

Die Bestimmung der morphologischen Struktur erfolgte anhand elektronenmikroskopischer Aufnahmen von Ultradünnschnitten nach selektiver Ausätzung der

Phase A mittels geeigneter Agenzien; diese Stellen erscheinen daher in den Aufnahmen hell, die zurückbleibende B-Phase dunkel*. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bei dem Masseverhältnis A : B = 50 : 50 bildet die B-Phase die Matrix, in der die Komponente A als disperse Phase bei Verwendung von Ein- und Doppelschneckenextruder kugelförmig, beim Einsatz eines Kneiters schlierenförmig verteilt ist (Abb. 11).

Bedingt durch die erhöhte Scherwirkung löst der Zweischneckenextruder im Gegensatz zum Einschneckenextruder die disperse Phase in kleinere Kugeln auf. Durch die Änderung des Mischungsverhältnisses A : B = 60 : 40 deutet sich bereits die Phasenumwandlung an. Bei niedrigeren Massetemperaturen besteht die disperse Phase stets aus kleineren Kugeln, bei höheren Temperaturen aus größeren. Hier macht sich die erhöhte Viskosität der Polymerschmelze und damit verbunden die gesteigerte Scherwirkung der Schnecken bemerkbar (Abb. 12).

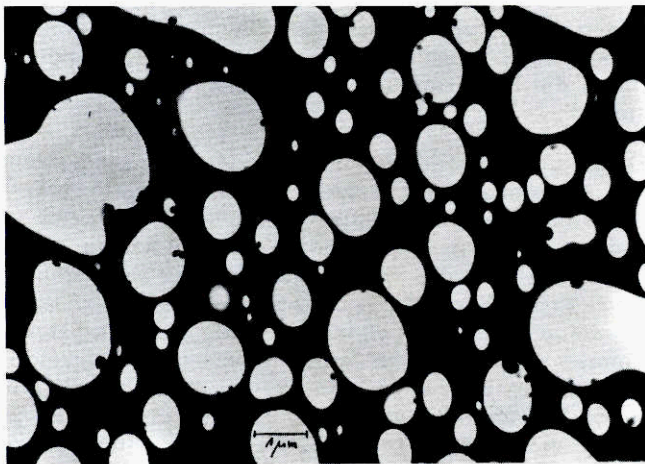


Abb. 11 a: Blend A : B = 50 : 50, Doppelschneckenextruder, hohe Massetemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

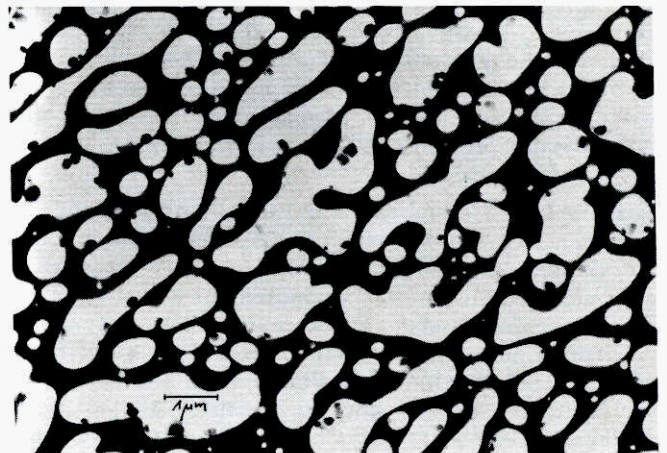


Abb. 12 a: Blend A : B = 60 : 40, Doppelschneckenextruder, niedrige Massetemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

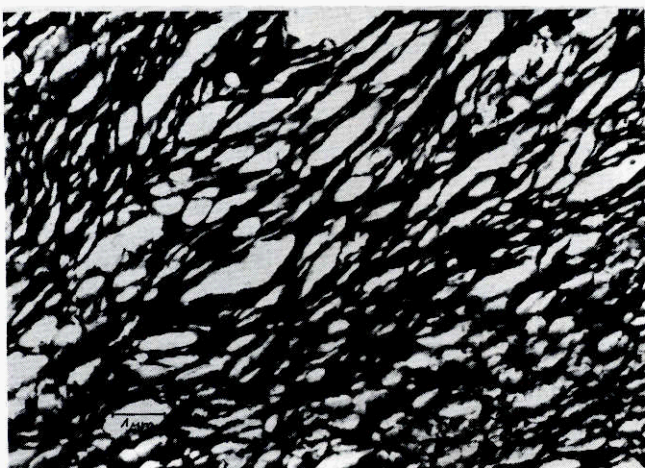


Abb. 11 b: Blend A : B = 50 : 50, Kneiter, hohe Massetemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

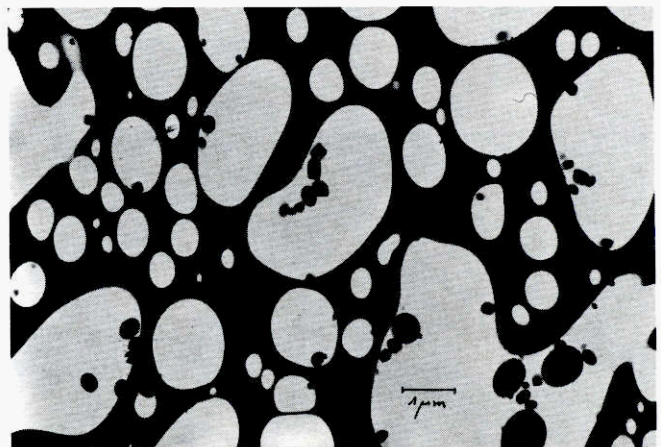


Abb. 12 b: Blend A : B = 60 : 40, Doppelschneckenextruder, hohe Massetemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

* Die elektronenmikroskopischen Aufnahmen wurden mir freundlicherweise von Herrn Dr. G. Kampf, Bayer Uerdingen, zur Verfügung gestellt.

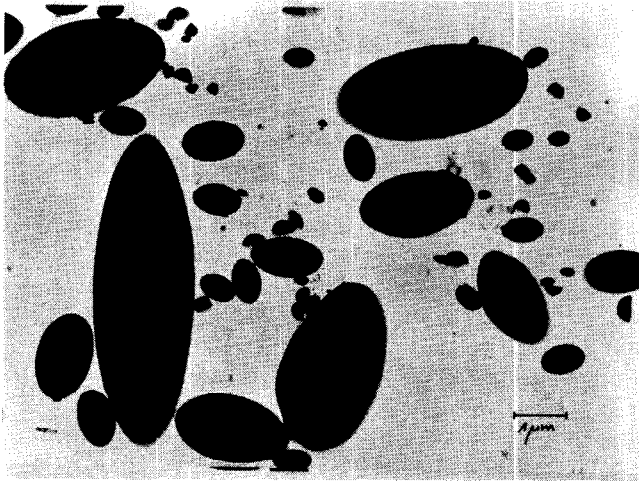


Abb. 13 a: Blend A : B 70 : 30, Doppelschneckenextruder, hohe Masstemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

Bei einem Masseverhältnis $A : B = 70 : 30$ hat die Phasenumkehr bereits stattgefunden. Die Komponente A bildet nun die Matrix, in der die Komponente B als disperse Phase wieder kugelförmig (Mischung mit Extrudern) oder schlierenförmig (Mischung im Knetzer) verteilt ist (Abb. 13).

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann festgehalten werden, daß die Verarbeitungsbedingungen bei der Herstellung von Polymerblends aus teilverträglichen oder unverträglichen Komponenten zur Erzielung günstiger technologischer Eigenschaften des polymeren Mehrphasensystems optimal eingestellt werden müssen. Um jedoch eine gute Verspinnbarkeit der Polymerblends zu sichern, können die aufgeführten Parameter im Gegensatz zur Chemiewerkstoffherstellung nur in beschränktem Maße variiert werden. Die Temperatur des Systems darf zum Beispiel nur geringfügig geändert werden, da die rheologischen Kenngrößen der Komponenten — um eine gute Spinnbarkeit zu gewährleisten — annähernd die gleichen Werte aufweisen müssen.

Mit diesem Beispiel soll auf die nicht zu unterschätzen-

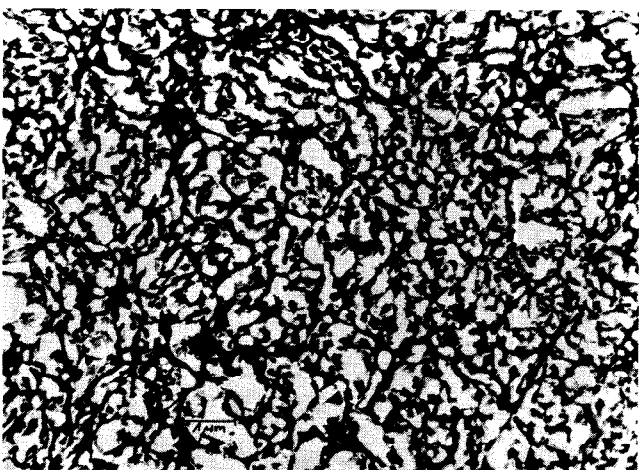


Abb. 13 b: Blend A : B 70 : 30, Innenknetzer, hohe Masstemperatur; Ultradünnschnitt, selektiv geätzt

den Schwierigkeiten, die bei der Faserherstellung aus Polymerblends auftreten, hingewiesen werden. Die Grenzen sind hier enger gezogen als bei Verspinnung und Verstreckung reiner Polymerer. Aus diesem Grunde ist man bestrebt, andere Techniken zur Herstellung von Fasern aus Polymermischungen einzuführen, wie im folgenden noch ausgeführt werden wird.

5. 2. 3. Unverträgliche polymere Mehrphasensysteme

Während bei den bisher besprochenen polymeren Mehrphasensystemen eine Verbesserung der Fasereigenschaften durch die optimale Kopplung der Polymerpartner erzielt werden konnte, bekommen zur Zeit auch solche Polymermischungen eine zunehmende Bedeutung, die den gewünschten Effekt durch ihre Unverträglichkeit erreichen. In jüngster Vergangenheit wurden Chemiefaserherstellung und -verarbeitung um eine neue technologische Variante — die Herstellung von Folienfasern, die sogenannte *Split- und Slitfasertechnologie* — bereichert, die die Unverträglichkeit polymerer Mischungen ausnutzt. Einige neue Aspekte dieses Verfahrens wurden vor zwei Jahren hier in Dornbirn anlässlich der 13. Internationalen Chemiefasertagung bereits vorgestellt¹⁸. Als Rohstoff wird vorzugsweise Polypropylen eingesetzt. Obwohl sich die Folienfasern aus Polyolefinen bereits einen festen Platz im Bereich der Chemiefasern erobert haben, zeigen sich ihre Grenzen in der Anwendung durch die Beschränkung auf die Polyolefine als Rohstoff.

Da die unverträglichen polymeren Mehrphasensysteme zur Phasentrennung neigen, lag es nahe, Polymermischungen aus den heute für den textilen Sektor in großem Maßstab angewandten faserbildenden Polymeren auch für die Splitfaserherstellung zu erproben. Nach Erforschung der chemischen und physikalischen Zusammenhänge polymerer Mehrphasensysteme konnte in den letzten Jahren über eine erfolgreiche Herstellung und Verarbeitung von Folienfasern auf Basis Polyamid/Polypropylen sowie Polyester/Polypropylen berichtet werden¹⁹. Meines Erachtens ist es augenblicklich noch zu früh, um sagen zu können, ob dieses Produkt nur Randgebiete des textilen Bereiches bedienen oder ob es auch in die klassischen Einsatzgebiete vordringen wird. Eine weitere sehr enge Zusammenarbeit mit den entsprechenden Maschinenherstellern wird notwendig sein, um Fortschritte zu erzielen, weil heute schon die möglichen Spaltweiten der Trennwerkzeuge den Abmessungen üblicher Spinnköpfe entsprechen.

Eine interessante Einsatzmöglichkeit von Fäden aus unverträglichen Polymermischungen bieten außerdem Kurzschnittfäden aus Polyamiden bzw. Polyestern mit Polyäthylen, Polypropylen oder Polystyrol. Sie werden den entsprechenden Polyolefinen vor der Spritzgußverarbeitung zugesetzt. Die Polykondensatfibrillen schmelzen bei der Verarbeitung nicht und erhöhen die Schlagfestigkeit, die Heißwasser- und Thermobeständigkeit der Polyolefinformgegenstände. Auf diese Weise werden echte, mit organischen Fibrillen verstärkte Kunststoffe gewonnen²⁰.

Unverträgliche Polymerblends sind im Gegensatz zu reinen Fasern in den Mahlaggregaten der Papierindustrie fibrillierbar, sodaß in diesem Einsatzgebiet Interesse an Spezialpapierentwicklungen besteht.

Im Vliesstoffsektor bieten unverträgliche Polymermischungen die Möglichkeit zur Herstellung von ultrafeinen Fasern, deren Feinheit ein Zehntel bis zu einem Hundertstel Dezitex beträgt. Mit Hilfe dieser Technik konnten die Syntheseleder der zweiten Generation entwickelt werden²¹. Bei den aus Polyester/Polystyrol bestehenden Matrixfibrillenfäden haben die Polyesterfibrillen eine Feinheit von 0,1 dtex und einen Durchmesser um 4 µm. Die auf Polyamidbasis aufgebauten Fibrillen sind mit 0,01 dtex noch feiner. Die Abbildung 14 veranschaulicht die Struktur solcher Fäden.

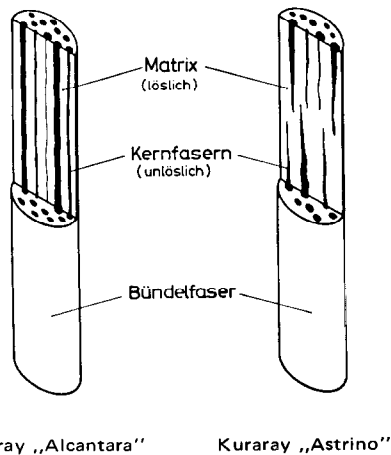


Abb. 14: Matrix-Fibrillenfasern der Firmen Toray bzw. Kuraray (nach Lit. 21)

Während die von der Firma Toray hergestellten Matrixfibrillenfäden mit einer speziellen Düse gesponnen werden, benutzt Kuraray normale Spinn-düsen. Die Orientierung erfolgt unmittelbar nach dem Austritt des Filamentstrangs. Die zu Stapelfasern üblicher Länge geschnittenen Spinnfasern werden in bekannter Weise zu Nadelfilz verarbeitet.

Das Flächengebilde wird nun mit einem geeigneten Bindemittel imprägniert. Nach der Bindung muß der Matrixteil der Spinnfaser mit Hilfe eines geeigneten Lösungsmittels entfernt werden. Die Fibrillen können sich in ihrem Netzwerk aus Bindepunkten relativ frei bewegen und einer Beanspruchung nachgeben. Einen Vergleich des Querschnittes von Alcantara mit dem des Naturleders zeigt Abbildung 15.

In den physikalischen Kenngrößen (z. B. Kraft-Dehnungscharakteristik) und im Gebrauchsverhalten zeigen beide Syntheselederarten ein dem Naturleder sehr ähnliches Eigenschaftsbild. Da die beiden Fibrillenstrukturen auf unterschiedlicher Polymerbasis (Polyester bzw. Polyamid) und verschiedenen Titern aufgebaut werden, ist beispielsweise das Wasserdampfspeichervermögen des Syntheseleders aus Polyamid fast doppelt so hoch wie das des Leders aus Polyester. Einige noch bestehende Schwierigkeiten, zum Beispiel bei der gleichmäßigen Anfärbbarkeit, werden bestimmt im Laufe der Entwicklung noch ausgeräumt werden.

Aus der Sicht des Faserherstellers ist der Fibrillenanteil in der Matrix von großer ökonomischer Bedeutung, ebenso der Rückgewinnungsgrad des als Matrix eingesetzten Polystyrols sowie seine Wiederverwend-

barkeit. Gewiß sind hier noch nach entsprechender Entwicklungsarbeit Erfolge zu erzielen.

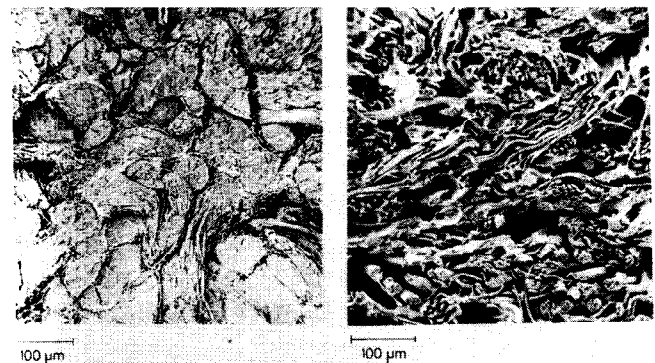


Abb. 15: Rasterelektronenmikroskopische Querschnitte: Naturleder (links), „Alcantara“ (rechts)

6. Schlußbetrachtung

Aus dem soeben Gehörten werden Sie erkennen, daß es mit Hilfe polymerer Mehrphasensysteme möglich ist, der Faser schon während ihrer Herstellung verschiedene gewünschte Eigenschaften zu verleihen.

Die Modifizierung durch Zumischung kleinerer Substanzmengen mit Wirkstoffcharakter ist mit wenigen Ausnahmen seit vielen Jahren Stand der Technik. Dagegen hat die Mischung zweier oder mehrerer Polymerer in Lösung oder in geschmolzenem Zustand als Modifizierungsmöglichkeit nur in einigen Fällen zum Erfolg bzw. zur Marktreife geführt, obwohl diese Technik in der Chemiefaserindustrie seit Entdeckung der Polyamide bekannt ist²². Eine Aktivierung dieser Forschungsrichtung — basierend auf den großen Erfolgen der Kunststoffindustrie — wurde jedoch erst Mitte der fünfziger Jahre erkennbar. Während in der ersten Entwicklungsphase dem Lösungsspinnen, insbesondere dem Naßspinnverfahren, der Vorzug gegeben wurde, hat sich dies in den letzten 10 Jahren zugunsten des Schmelzspinnprozesses verändert. Im Vordergrund aller Bestrebungen stand zunächst die Verbesserung der Anfärbbarkeit, weil dies ohne die Polymerkette durch Comonomere aufzulockern erreicht werden konnte.

Ab Mitte der sechziger Jahre wurden dann theoretische und praktische Fragen polymerer Mehrphasensysteme, wie Verträglichkeit, Thermodynamik der Grenzflächen, Rheologie des Spinnens, die Nachbehandlung sowie die Struktur des Fasergefüges, intensiv bearbeitet. Damit sind ausreichende Grundlagen für eine gesunde Weiterentwicklung geschaffen worden.

Die folgenden Vorteile der Verwendung von Polymermischungen wurden erkennbar:

- Es ist keine Sonderproduktion von Rohstoffen notwendig, vorhandene Technologien brauchen — wenn überhaupt — nur geringfügig geändert zu werden.
- Schnelle Produktionsumstellung sowie eine gewisse Rohstoffsubstitution ist möglich.

- Zur Herstellung von Folienfasern und von superfeinen Fibrillenfäden sind die Vorzüge der Verwendung von Polymerblends bereits sichtbar. Diese Modifizierungsverfahren sollten auch in Zusammenhang mit neuen Artikeln und Verarbeitungstechnologien, wie Non-wovens u. a. m., gesehen werden.
- Obwohl für bestimmte Fälle die Vorteile der Polymermischungen offensichtlich sind, sollte man sich diese Technologie nicht zu einfach vorstellen. Eine sehr genaue Beherrschung des Know-how wird unbedingt notwendig sein.

Bei Abschätzung zukünftiger Marktchancen der Polymerblends wären die Ziele, die mit der Schaffung von Fäden aus Polymermischungen verfolgt werden, nochmals zu nennen:

- Der **Hersteller** will Fäden mit neuen interessanten technologischen Eigenschaften konstruieren bzw. ihre Produktion durch Verschneiden mit billigeren Rohstoffen ökonomischer gestalten.
- Der **Verarbeiter**, von dem die Impulse solcher Entwicklungen größtenteils ausgehen, wird Fäden mit diesen neuartigen Eigenschaften gern annehmen, sie bieten ihm viele Anregungen.
- Der **Konsument** schließlich honoriert diese Bemühungen nicht nur, wenn die Ware neue Eigenschaften aufweist, sondern auch, wenn sie echte Vorteile in ihrem Gebrauchsverhalten bietet.

Die Erfolge, die sich aus der Anwendung polymerer Mehrphasensysteme für den Chemiefasermarkt ableiten, sind im Augenblick nicht spektakulär, aber sie nehmen in ihrer Bedeutung ständig zu. Polymermischungen bieten sinngemäß eine weitere Möglichkeit, Fasern nach Maß herzustellen. Werfen wir an dieser Stelle einen Blick auf die augenblickliche Marktsituation der Chemiefasern im allgemeinen:

Bei den klassischen Produkten beobachtet man eine gewisse Sättigung. Um den Markt zu beleben, müssen also neue Verbraucherwünsche aufgespürt werden. Es bietet sich eine Reihe von Möglichkeiten an:

Die Chemiefaserhersteller sollten Wert legen auf

- *Tragekomfort* — hier möchte ich Hydrophilie und Formstabilität einschließen —
- auf *Pflegeleichtigkeit*,
- auf *Schwerentflammbarkeit* und
- auf eine Vielzahl von subjektiven Kriterien, die sich vielleicht mit dem Begriff „*Repräsentationsgüte*“ beschreiben lassen.

Außerdem weisen uns die Chemiefaserverarbeiter auf weitere, noch unbefriedigend erfüllte Forderungen hin, nämlich

- auf erhöhte *Thermostabilität* für die Konfektionierung und Pflegebehandlung,
- auf verbesserte *Kräuselbeständigkeit* und
- auf *umweltfreundlichere Anfärbbarkeit*.

Entwicklungsarbeiten in diesen Richtungen, die sich sicherlich noch erweitern lassen, bergen eine Chance für eine gesunde Existenz der Chemiefaserhersteller in den industriell hochentwickelten Ländern mit großem Forschungspotential.

Unter diesen Gesichtspunkten müssen die Chemie-

faserhersteller die Zukunftsaussichten der Fasermodifizierung im allgemeinen und speziell der Polymermischungen abwägen.

Zusammenfassung

Aus polymerer Matrix und disperser Phase bestehende Polymermischungen wurden definiert. Nach Behandlung der Theorie der Mischphasenbildung, aus der hervorging, daß homogene Polymermischungen nur die Ausnahme, die heterogenen jedoch die Regel sind, werden die verschiedenen Verfahren, die zur Herstellung von polymeren Mischsystemen führen, besprochen. Die wichtigsten Methoden zur Charakterisierung der Verträglichkeit in festem Zustand sowie der Einfluß von Herstellungsbedingungen auf die Morphologie wurden erklärt.

Während das System Polymeres/niedermolekulare Substanz schon zum Stand der Technik gehört, werden bei den Polymerblends, die als Entwicklungen neuerer Art zu betrachten sind, verschiedene verträgliche, teilverträgliche und nicht verträgliche Mischsysteme besprochen.

Schließlich wird auf den bereits erzielten Markterfolg von Textilien, die aus polymeren Mehrphasensystemen hergestellt sind, hingewiesen und eine Prognose weiterer Marktchancen gegeben.

Ich möchte nicht versäumen, mich bei den Herren Dres. F. Hitzler, G. Kämpf und L. Morbitzer für ihre freundliche Unterstützung zu bedanken.

Literatur:

- 1) P. J. Flory: "Principles of Polymer Chemistry"; Cornell University Press, Ithaca 1953
- 2) J. Schurz: „Physikalische Chemie der Hochpolymeren“; Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York 1974
- 3) M. L. Huggins: "Physical Chemistry of High Polymers"; J. Wiley, New York 1953
- 4) H. G. Elias: „Makromoleküle“; Hüthig und Wepf-Verlag, Basel - Heidelberg 1975 (3. Auflage)
- 5) L. Bohn; Rubber Chem. Technol. **41**, 495 (1968)
- 6) F. Buche et al.; J. Chem. Phys. **20**, 1956 (1952)
- 7) D. Heinze; Makromol. Chem. **101**, 166 (1967)
- 8) G. A. de Ruiter; Int. Chemiefasertagung Kalinin, UdSSR. Preprints Bd. **8**, 102 (1974)
- 9) USP 3,382.305 vom 29. 10. 1954 (Du Pont)
- 10) M. Wandel und Mitarbeiter; Chemiefaser/Textiltechnik **22**, 527 (1972)
- 11) W. Meißner und W. Berger; Faserforsch. u. Textiltechn. **16**, 400—408 (1965)
W. Meißner, W. Berger und E. Hoffmann; Faserforsch. u. Textiltechn. **19**, 407—417 (1968)
- 12) Serini und Mitarbeiter; Vortrag Frühjahrstagung DPG/GdCh in Bad Nauheim, 29. 3.—2. 4. 1976
- 13) DOS 2,255.654 vom 14. 11. 1972 (General Electric)
- 14) H. Cherdron; Lenzinger Ber. **30**, 44—51 (1970)
- 15) K. Dietrich, S. Tolsdorf; Faserforsch. u. Textiltechn. **21**, 295—304 (1970)
- 16) K. Dimov, J. Georgiev; Faserforsch. u. Textiltechn. **26**, 479—482 (1975)

- 17) G. Kämpf; Vortrag Frühjahrstagung DPG/GdCh in Bad Nauheim, 29. 3.—2. 4. 1976
- 18) J. Gayler; Lenzinger Ber. **38**, 49—62 (1975)
- 19) W. Jacob und Mitarbeiter; Faserforsch. u. Textiltechn. **25**, 229—234 (1974)
- 20) USP 3,359.344 vom 6. 7. 1964 (Kurashiki Rayon Co.)
- 21) G. Egbers; „Vliesstoffe der zweiten Generation“; Angew. Makromol. Chem. **40/41**, 219—237 (1974)
- 22) USP 2,193.529 vom 5. 6. 1936 (Du Pont)

Diskussion

Riggert: Können Sie etwas über die Kriterien der Phasenumkehr sagen? Sicherlich ist diese nicht nur vom Mischungsverhältnis abhängig.

Falkai: Ja, das ist richtig. Sie können beispielsweise bei gleichem Mischungsverhältnis durch Veränderung von Parametern, wie Temperatur, Schergefälle u. a. m., eine Phasenumkehr erreichen.

Rogovin: Wie kann man die Entmischung bzw. die Mischbarkeit thermodynamisch nachweisen?

Falkai: Die Mischbarkeit zweier Hochpolymerer thermodynamisch vorzuberechnen, ist in konkreten Fällen noch nicht möglich. Für die Ermittlung der Abnahme der freien Energie fehlen zuverlässige Daten, speziell für die Mischungswärmen. Nicht kristallisierende Hochpolymere sind erfahrungsgemäß im allgemeinen eher mischbar, da hier keine Arbeit zur Überwindung der Gitterkräfte aufgewendet werden muß, also die Mischungswärme gering ist.

Rogovin: Welche Kriterien sind für die Verträglichkeit maßgebend?

Falkai: Ob eine wirkliche Mischphase aus zwei Polymeren entstanden ist, also nicht nur ein Gemenge vorliegt, muß post festum untersucht werden, wie dies in der niedermolekularen Chemie ja auch gemacht wird. Bei Polymeren ist das natürlich sehr aufwendig. Als Kriterien kommen in Frage:

- optische Methoden,
- Messung der Einfrier- und Schmelztemperatur
- bzw. der -temperaturen (falls nur ein Gemenge vorliegt).

Rogovin: Die zweite Frage: Können Sie mir Beispiele sagen, wo die Mischung von Polymeren aus Schmelze oder aus Lösung im Versuchsmaßstab oder auch im Industriemaßstab zur Faserherstellung verwendet wird?

Falkai: Nach dem Schmelzspinnverfahren stellt Allied Chemical Co. in den USA das Source®-Filamentgarn her. Dieses Matrixfibrillenfilament besteht aus Polyamid 6 und Polyäthylenterephthalat im Mischungsverhältnis 70 : 30.

Rogovin: In welchem Maßstab?

Falkai: Ich bin nicht ganz im Bilde. Herr Dietrich hat in einer Veröffentlichung erwähnt, daß man die Kapazität von 2000 auf ca. 6000 bis 10.000 jato erhöhen wollte. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß man inzwischen von diesen Plänen Abstand genommen hat.

In Japan wird die Cordelan®-Faser ebenfalls aus einer Polymermischung nach dem Naßspinnprozeß hergestellt. In der Sowjetunion wird auch eine Polymermischung zur Faserherstellung benutzt, aber nur im halbertechnischen Maßstab.

Rogovin: Wir machen sie in sehr kleinem Maßstab.

Warum glauben Sie, verarbeitet man Polymermischungen für die Faserherstellung schon seit Jahrzehnten in so kleinem Maßstab und nicht in größerem?

Falkai: Die Ziele, die man mit den Polymermischungen im Faserbereich verfolgt, kann man auch auf einem anderen Weg erreichen. Diese Methode stand weiter im Hintergrund, weil man dafür noch umfangreiche Entwicklungsarbeiten leisten muß, was eine große Belastung bedeutet hätte.

Rogovin: Ich glaube, die anderen Methoden sind zweckmäßiger und ökonomischer.

Falkai: Wenn Sie Spinnfasern mischen, können Sie einige Probleme, die hier über Polymermischungen zu lösen versucht wurden, einfacher beantworten.

Rogovin: Allerdings können Sie durch Mischen der Fasern weder eine Schwerbrennbarkeit erreichen, noch können Sie den Modul der Fasern erhöhen.

Falkai: Das natürlich nicht. Aber ich kann den Modul erhöhen, indem ich eine Faser nehme, die einen höheren E-Modul besitzt, zum Beispiel statt einer Polyamid- eine Polyesterfaser.

Berger: Die Verwendung des Begriffes „Verträglichkeit“, der ja aus der Chemie der niedermolekularen Verbindungen entliehen wurde, halte ich persönlich für Mischungen von Polymeren für sehr fragwürdig. Er trifft meiner Meinung nach nicht zu.

Der Begriff „Verträglichkeit“ ist nur zu verwenden, wenn die zwischen den Phasengrenzen auftretenden Wechselwirkungen berücksichtigt werden müssen. Ich bin vielmehr der Meinung, es wäre richtiger, von Mischbarkeit zu sprechen und die Abweichung so zu diskutieren.

Meine zweite Frage betrifft die Dispergierung von Schmelzen. Haben Sie systematische Untersuchungen in dieser Hinsicht durchgeführt?

Zur Frage der Phasenprobleme: Dort muß man bei der Phasenumkehr das Mischungsverhältnis, die Kohäsionsenergie-differenz sowie alle technologischen Parameter berücksichtigen, um eine exakte Aussage machen zu können.

Falkai: Zur ersten Frage: Am besten können Sie die Verträglichkeit dann erklären, wenn Sie von zwei niedermolekularen Substanzen ausgehen. In der Literatur sind entsprechende Modellversuche beschrieben, und auch die Theorie von Flory ist dazu anwendbar. In den Arbeiten von Schurz und Elias sehen Sie das Problem ebenfalls so angegangen. Ich weiß, daß Sie einen anderen Weg beschreiten und der Kohäsionsenergie-differenz der beiden Phasen, aber auch der Mischbarkeit an der Phasengrenze als solcher eine sehr große Bedeutung zumessen. Ich glaube aber, daß — nach dem augenblicklichen Stand der Technik — vielleicht die Betrachtung aus der Sicht der niedermolekularen Substanzen, um dies modellhaft deuten oder zeigen zu können, doch angebrachter ist.

Zur zweiten Frage: Wir haben natürlich Modellversuche durchgeführt. An einem System Polymeres A/Polymeres B — ich möchte nicht detaillieren, welche hochmolekularen Substanzen es waren — haben wir den ganzen Mischungsbereich untersucht. Ich wollte hier nur zeigen, welche Möglichkeiten sich ergeben, wenn das Verhältnis 70 : 30 auf 60 : 40 oder gar auf 50 : 50 geändert wird.

Schlack: Ich möchte noch kurz einen historischen Vorgang in Erinnerung bringen: Schon vor 40 Jahren hat man in der ehemaligen IG-Farben Polymermischungen auf Fäden zu verarbeiten versucht. Das am besten gelungene Experiment war die Mischung von Zelluloseacetat mit dem Copolymeren von Vinylmethyläther und Maleinsäureanhydrid (1 : 1). Diese Mischung war vollkommener verträglich und verarbeitbar wie normale Acetatspinnlösung. Man zog im Anschluß an den Spinnprozeß die Faser durch ein Bad von beispielsweise Äthylendiamin oder einem anderen Diamin und bekam dann eine Faser, die ein Polyamidnetz inkorporiert hatte, ein System, das Carboxylgruppen, Amidgruppen und Aminogruppen enthielt.

Tatsächlich war diese Faser mit entsprechenden färberischen Eigenschaften ausgestattet. Sie ließ sich genauso färben wie Wolle, und wir hätten diese Faser, die 1937 praktisch produktionsreif war, auch produziert und eingesetzt, wenn damals nicht gerade die linearen Polyamide aufgekommen wären. Dadurch ist diese Versuchsentwicklung zum Stillstand gekommen, was an sich bedauerlich war, denn diese Faser war äußerst interessant und nach verschiedenen Richtungen modifizierbar.

Falkai: Mir ist nur eine Polyamidmischung aus einem Du-Pont-Patent bekannt, bei der Polyamid 7 und Polyamid 66 gemischt wurden — und dies bereits 1935. Von dieser Entwicklung, die Sie erwähnt haben, habe ich bisher nichts gewußt.

Dawczynski: Können Sie noch eine zusätzliche Aussage zu den hydrophilen bzw. hydrophoben Zementierungsmitteln

bei Alcantara machen? Welchen Titerbereich kann man mit den Polymermischungsfäden Polyamid/Polyolefin bzw. Polyester/Polyolefin erschließen?

Falkai: Zur ersten Frage: Ich glaube, daß es richtiger wäre, wenn Toray und Kuraray sich einigten und ein Syntheseleder aus der Mischung Polyester/Polyamid-Fibrillenfasern herstellen. Dadurch könnten die beiden Eigenschaftsbilder ineinanderfließen, und die Hydrophilie würde sich den Wünschen entsprechend durch den Polyamidanteil erhöhen, was augenblicklich bei „Alcantara“ nicht in dem Maße der Fall ist wie bei „Astrino“ von Kuraray.

Zur Zementierung: Bei der ersten Generation des Syntheseleders hat man noch geglaubt, daß man die feinen Fäden — etwa um 1 dtex — möglichst starr verbinden muß. Es gibt ja sehr viele Veröffentlichungen, in denen gezeigt wird, daß diese segeltuchartige Verbindung sogar vorhanden sein muß, damit man ein gutes Syntheseleder erhält. Dieses Syntheseleder war unnachgiebig. Die Werbung hob diese Eigenschaft hervor und pries, daß Schuhe aus diesem Leder jeden Tag wieder das Gefühl vermitteln, man zöge neue Schuhe an, da dieses Leder wenig elastisch sei. Die weitere Entwicklung zeigte, daß man die einzelnen Fibrillen nicht zu verbinden, sondern die Zwischenräume nur auszufüllen brauche, um ein elastischeres Syntheseleder zu erreichen. Ähnlich verhält sich die amorph-kristalline Phase im Fasergefüge. Zum Füllen der Zwischenräume benutzt man Polyurethane, die in ihrer Elastizität breit variierbar sind und während der Herstellung aushärten.

Mit diesem Beispiel wollte ich darauf hinweisen, daß sich Polyurethane für die „Zementierung“ besonders gut eignen. Die wesentlichen Elemente des Syntheseleders sind die Fibrillen, aber zur Kräfteübertragung, z. B. beim Biegen oder bei der Torsionsbeanspruchung, sind die Polyurethane, die die Zwischenräume ausfüllen, unentbehrlich. Ich glaube, daß die Ausführungen von Herrn Professor Zahn für die Weiterentwicklung der Syntheseleder richtungweisend sind.

Zu Ihrer zweiten Frage: Aus Polymermischungen können nach unseren Erfahrungen nur gröbere Titer um 20 dtex hergestellt werden. In einigen Fällen hat man Feinheiten von 8 bis 10 dtex erzielt.

Marfels: Sie erwähnten bei der Nennung elektronenmikroskopischer Methoden, daß Sie die Fasern speziell kontrastiert hätten. Können Sie darüber nähere Aussagen machen?

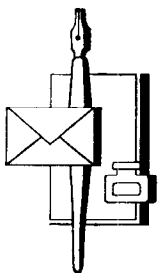
Im Laufe Ihres Vortrags kamen Sie auch auf die Systeme mit Latexteilchen zu sprechen. Sie haben wohl die Methode von Kanig mit Sulfonsäure oder mit Chlorsulfonsäure verwendet?

Falkai: Zur Kontrastierung ist immer Osmiumtetroxid verwendet worden.

Marfels: Auch im Fall der Polyamidsysteme?

Falkai: Auch beim Herauslösen der Polyamidmatrix bei antistatischen Fäden wurde nach de Ruyter (Glanzstoff) der Polyalkylenoxidteil zuerst mit Osmiumtetroxid kontrastiert.

moderne bürotechnik



robert streit

WIEN · AMSTETTEN · LINZ

Alle Büromaschinen
Sämtlichen Bürobedarf
Schreibwaren
Moderne Büromöbel und Registraturen
Papier und Schulartikel
Spezial-Reparaturwerkstätte

Wirtschaftliche Einflußfaktoren auf die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern

Dipl.-Ing. Curt Brandis
Krupp-Maschinenfabriken, Bremen

Textilbedarf, Bevölkerungszahlen, Lohnkosten und Währungsreserven eines Landes haben Einfluß auf die Investitionen von textilen Anlagen. Grob vereinfacht wird dabei festgestellt, daß die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern zukünftig in zwei Kategorien einzuteilen sein wird, und zwar in eine solche mit hoher Kapitalintensität in den Hochlohnländern und in eine solche mit Kapitalintensität in Niedriglohnländern mit zumeist geringen Währungsreserven.

Die meisten textilen Prozesse haben derzeit ihre physikalischen Grenzen erreicht, und die Entwicklung wird daher auf eine Optimierung des Gesamtprozesses abzielen, bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Wartungsfreiheit, Umweltfragen, Bedienungskomfort, bzw. auf Automation. Dabei spielt die Faserqualität und die Klassierung von Eigenschaften, die durch Avivagen beeinflußt werden, eine wesentliche Rolle.

Aus diesen Überlegungen kann hergeleitet werden, daß es viele Länder geben wird, die sich erst dann auf moderne Verfahren einstellen werden, wenn ihre Lohnkosten so stark gestiegen sind, daß eine Wirtschaftlichkeit und damit Konkurrenzfähigkeit nicht mehr anders gegeben ist. In diesen Ausführungen ist auch die Aussage enthalten, daß bei gleicher Leistung je Zeiteinheit moderne Verfahren bei stark gesenktem Personalbedarf höhere Investitionskosten beanspruchen, und darüberhinaus, daß in überblickbarer Zukunft sogenannte konventionelle und hochmoderne Technologien nebeneinander bestehen werden.

Textile consumption, birth rate, wages and foreign exchange reserve-funds of a country have their bearings on investments in textile plants. In simplifying the situation, it is pointed out that the future development of textile processes, machinery and fibres will have to be subdivided into two kinds, namely those of high capital intensity in countries with high wages and in those with capital extensity in low-wage countries with usually small currency reserve-funds.

Most textile processings have reached their physical threshold so that further development will have to be directed to optimize the process as a whole, whereby free-from-maintenance problems and pollution will have to be taken into account as well as the simplification and comfort attendance, as well as automation. In this respect fibre quality and classification of properties produced by chemical treatment play an important role.

From these considerations can be deduced that there will be many countries that will adopt modern processings only then if their wages have reached a point in which economy and hence competitiveness are no longer assured. Implicated in this lecture is the statement that with equal output per time unit modern achievements demand higher capital expenditure with considerably reduced requirement of personnel, and that the so-called conventional and highly modern technologies will continue to exist side by side in the surveyable future.

Einleitung

Der Ingenieur ist es gewohnt, bei der Festlegung von Parametern für die Entwicklung von Prozessen, von Maschinen, aber auch von Fasern, denkbare tech-

nische Lösungen als Hintergrund zu benutzen. Dabei geht er von einem technischen Standpunkt aus und versucht, durch Kombination verschiedener neuer Entwicklungen und eigener Denkansätze weitere Fortschritte zu erzielen. Wesentliches Ziel solcher Entwicklungen ist es, die Betriebskosten zu senken — sei es über eine Verminderung der Kapitalkosten, durch Verbilligung der Maschinen oder aber durch Erreichung höherer Leistungen. Hierzu gehört selbstverständlich auch die Senkung von Energiebedarf und Abfallquoten oder die Optimierung von Gesamtprozessen durch deren Verkürzung bzw. durch Steigerung des Wirkungsgrades. Hierbei können die Entwicklungsimpulse auch von außen kommen — sei es durch die Wettbewerbssituation, die Arbeitsmarktlage und neuerdings auch durch Umweltschutzfragen. Ausgangspunkt scheint zu sein, daß die Welt als ein einheitlicher Markt anzusehen sei.

Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsstruktur, Wirtschaftsverhältnissen und technischer Entwicklung

Ziel meiner heutigen Untersuchung soll sein, zu zeigen, daß eine solche Einheitlichkeit nicht gegeben ist, und welche wirtschaftlichen Faktoren meines Erachtens zukünftig auf die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern Einfluß haben werden. Sie werden erkennen, daß Zusammenhänge zwischen Bevölkerungsstruktur, Standortfragen der Textilindustrie, Währungsverhältnissen und technischer Entwicklung bestehen. Dafür ist es notwendig, sich verschiedene Tatsachen vor Augen zu halten, die nach meiner Ansicht zukünftig wesentlich mehr als bisher als Hintergrundinformation bei der Entwicklung von technischen Produkten dienen müssen. Wesentlichster Punkt erscheint mir die Bevölkerungszunahme und ihre Verteilung in den nächsten Jahren zu sein (Abb. 1).

	1973		2000		Zunahme	
	Mio.	%-Anteil	Mio.	%-Anteil	Mio.	%-Anteil
Europa	511	13,2	641	9,9	130	4,9
UdSSR	250	6,5	350	5,1	80	3,0
Afrika	374	9,7	817	12,5	443	16,8
Amerika	544	14,1	965	15,1	441	16,7
Asien	2166	56,0	3705	56,9	1539	58,1
Australien u. Ozeanien	21	0,5	35	0,5	14	0,5
Ges. Erde	3866	100,0	6513	100,0	2647	100,0

* China 1165; Indien 1084 Quelle: Greuel „Stand u. Entw. der Textilfaser-Produktion TPI 1/75“

Abb. 1: Geschätzte Bevölkerungszunahme bis zum Jahre 2000

Folgt man diesen Schätzungen, können folgende Feststellungen getroffen werden:

1. Die Zunahme der Bevölkerung von 1973 bis zum Jahre 2000 beträgt 68 Prozent.
2. Allein in Asien werden im Jahre 2000 fast genauso viele Menschen leben wie heute in der ganzen Welt.
3. Afrika wird die größte prozentuale Bevölkerungszuwachsrates haben, gefolgt von Amerika, Nord- und Südamerika zusammengenommen.

4. Europa hat das geringste Bevölkerungswachstum.

Sollten sich diese Zahlen tatsächlich verwirklichen, so muß man bedenken, daß dieser Zustand in etwa einem Menschenalter, nämlich in rund 25 Jahren, eingetreten sein wird. Daß hieraus erhebliche Impulse auf die weitere Entwicklung der Technik und damit auch auf die Textiltechnologie herzuweisen sein werden, dürfte selbstverständlich sein. Wir müssen aber noch weitere Zahlen der wirtschaftlichen Struktur erwägen.

Der Abbildung 2 ist zu entnehmen, daß anscheinend der Textilverbrauch mit wachsendem Bruttosozialprodukt in einer e-Funktion zunimmt und sich wahrscheinlich asymptotisch einem Maximalwert nähert. Dabei verhält sich der Textilverbrauch umgekehrt proportional zur Bevölkerungszunahme, während sich der Zuwachs in Amerika im wesentlichen auf Süd- und Mittelamerika beschränkt.

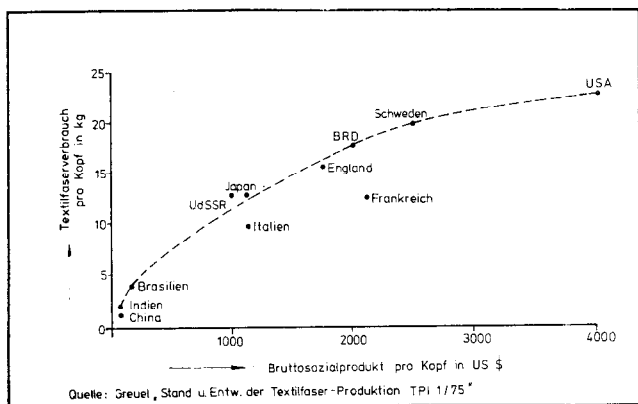


Abb. 2: Der Textilfaserverbrauch in Abhängigkeit vom Bruttosozialprodukt für das Jahr 1968 (pro Kopf)

Es wäre reizvoll, eine Aufteilung nach Textilarten vorzunehmen, was mich aber in meinem Thema heute nicht weiterbrächte. Auch wäre es sicherlich interessant zu versuchen, eine Analyse der qualitativen Maßstäbe mit wachsendem Textilverbrauch durchzuführen. Können doch davon erhebliche Entwicklungsimpulse auf Maschinen und Fasern ausgehen. Auch dieses soll der Klarheit wegen jetzt nicht durchgeführt werden.

Faßt man nun die Werte beider Diagramme zusammen und errechnet den Jahresbedarf an Fasern bei unverändertem Pro-Kopf-Verbrauch, so kommt man im Jahre 2000 auf einen Bedarf von annähernd 40 Millionen Jahrestonnen. Sollte sich jedoch der Pro-Kopf-Verbrauch ändern, so wird auch der Gesamtfaserverbrauch steigen oder sinken.

Eine weitere Untersuchung ist von Bedeutung, nämlich die Anzahl der Spindeln in den einzelnen Regionen der Welt (Abb. 3). Aus bewußter Vereinfachung wurde eine Auflistung nach Kontinenten gewählt, weil sonst sehr schnell die Übersicht verloren ginge.

Eine zusätzliche Spalte zeigt auch die Bevölkerungszahl je Spindel. Ein Vergleich dieser Werte mit dem Pro-Kopf-Verbrauch zeigt, daß Länder mit geringer Bevölkerung je Spindel einen größeren Pro-Kopf-Verbrauch an Textilien haben als solche mit hoher Bevölkerung. Die Relation zwischen Bevölkerung,

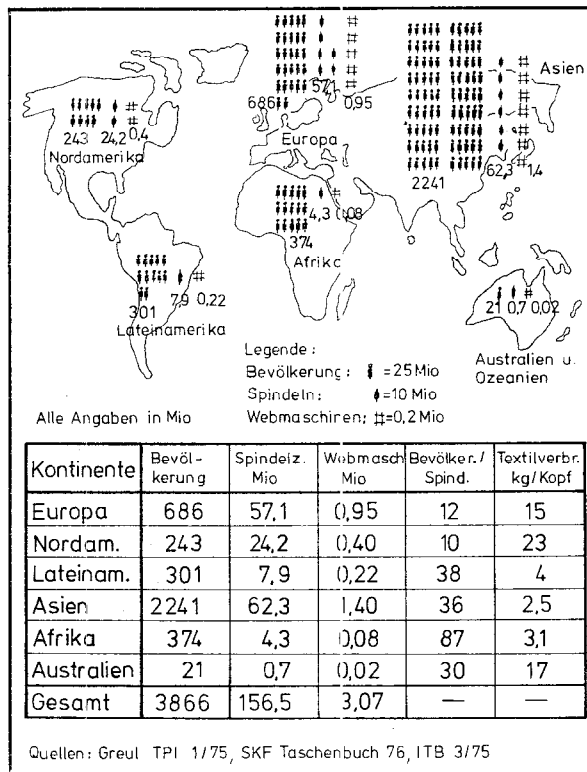


Abb. 3: Die Verteilung der Weltbevölkerung sowie von Spindeln und Webmaschinen auf die einzelnen Kontinente

Spindelzahlen und Webmaschinen geht noch deutlicher aus der Bildkarte hervor.

In einer weiteren Analyse (Abb. 4) wurde die Jahresproduktion und der jährliche Textilbedarf der Kontinente ermittelt. Die Differenz zwischen diesen Zahlen zeigt die Warenströme an. Danach wird die Mehrproduktion Asiens auf die übrigen Kontinente (Europa und Nordamerika an der Spitze) verteilt. Auch ist eine differenziertere Aufteilung in Europa errechnet und zeigt dort die Warenströme. Danach sind die Hauptexportländer Italien und Spanien.

Ich wiederhole, daß dieser Darstellung grobe Vereinfachungen zugrunde liegen, zum Beispiel die, daß die gleiche Leistung je Spindel in allen Erdteilen und

Kontinente	Spindelzahl Mio	Produktion kg/Spdl.-Jahr	Jahresprod. Mio t/Kontin.	Bevölkerung	Textilverbr. kg/Kopf	Textilbedarf Mio t/Kontin.	Diff. Mio t
Europa	57,1	150	8,6	686	15	10,3	-1,7
Nordamerika	24,2	150	3,6	243	23	4,86	-1,3
Lateinamerika	7,9	150	1,2	301	4	1,2	± 0
Asien	62,3	150	9,3	2241	2,5	5,6	+ 3,7
Afrika	4,3	150	0,65	374	3,1	1,16	- 0,5
Australien	0,7	150	0,11	21	17	0,38	-0,27
Gesamt	156,5	—	23,46	3866	—	23,40	—

Länder	Spindelzahl Mio	Produktion kg/Spdl.-Jahr	Jahresprod. Mio t/Land	Bevölkerung	Textilverbr. kg/Kopf	Textilbedarf Mio t/Land	Diff. Mio t
BR Deutschland	5,0	150	0,75	62,0	17,5	1,08	-0,33
Griechenland	1,0	150	0,15	9,0	11,5	0,10	+0,05
Italien	5,4	150	0,80	55,0	10,5	0,60	+0,20
Spanien	2,6	150	0,40	32,0	8,5	0,27	+0,13

Abb. 4: Jahresproduktion und Textilbedarf aller Erdteile zusammen sowie einzelner ausgewählter Länder

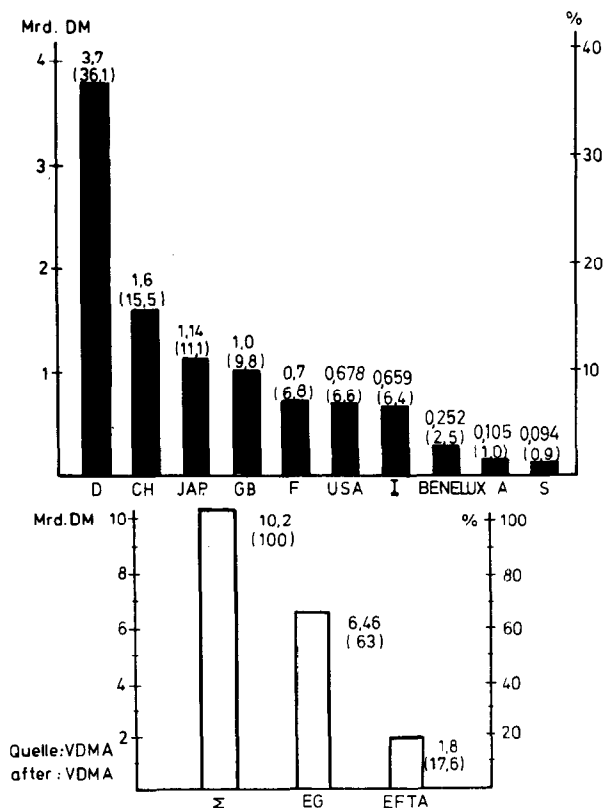


Abb. 5: Der Export von Textilmaschinen

Ländern vorausgesetzt wird, was natürlich nicht genau stimmt. Auch würde eine weitere Differenzierung interessante Aufschlüsse über die Struktur im textilen Bereich bringen.

Ein weiterer Faktor ist der Textilmaschinenexport der Hauptherstellerländer (Abb. 5). Es ist deutlich erkennbar, daß vor allem Europa — und hier die BRD —, Japan und in geringem Umfang auch die USA die Weltversorgung mit Textilmaschinen durchführen. Die Abbildung zeigt dabei nur die Exportumsätze.

Länder	Währungsreserv. Mio \$	Bevölkerung	Währ. Reserv. \$/Kopf	Spindeiz. Mio	Stundenlöhne \$
BR Deutschl.	31.265	62,0	504	4,96	> 3,5
Frankreich	12.693	51,5	246	4,57	≙ 3,0
Italien	4.812	55,0	87	5,44	≙ 2,5
Großbrit.	5.502	55,5	99	5,92	< 2,8
USA	16.010	215	74	14,34	≙ 3,5
Japan	12.917	100	129	13,85	< 2,5
Türkei	1.160	30	39	1,78	< 1,7
Ostasien	10.620	742	14	27,70	< 0,5
Lateinamerika Mexiko	10.502	339	31	11,00	< 1,0
OPEC Länder	48.616	200	243	2,77	≙ 0,5
Australien	3.281	21,0	156	0,66	≙ 3,0

Abb. 6: Währungsverhältnisse und Löhne

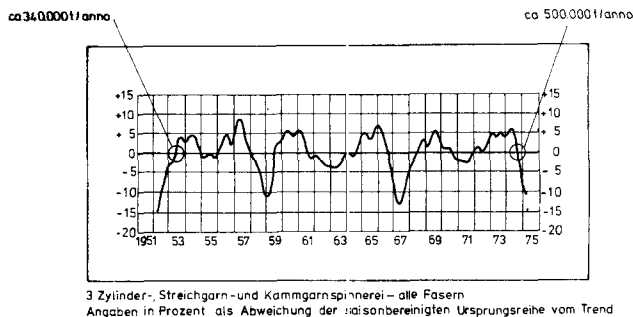
Um die wirtschaftlichen Strukturen vollkommen auszuleuchten, müssen wir bei der Untersuchung der Fragen des Einflusses auf die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern auch die Währungsverhältnisse und die erwarteten Lohnentwicklungen in den verschiedenen Ländern betrachten (Abb. 6).

Bei den hier als Beispiel gewählten Ländern können wir folgende Feststellung machen:

1. Anscheinend haben Länder mit hohen Lohnkosten eher die Möglichkeit, Währungsreserven zu bilden.
2. Länder mit ausgesprochen niedrigen Lohnkosten haben wenig oder keine Währungsreserven (die OPEC-Länder ausgenommen).
3. Ein Zusammenhang zwischen Währungsreserven und Bevölkerungszahlen ist nicht unbedingt feststellbar, jedoch scheint die Bevölkerungszunahme in Ländern mit geringeren Währungsreserven am größten zu sein.

Darüberhinaus kann festgestellt werden, daß Länder mit niedrigem Lohnniveau auch den geringsten Textilverbrauch pro Kopf haben.

Wenn wir nun weiterhin wissen, daß die Versorgung der Welt mit Textilmaschinen im wesentlichen durch Europa erfolgt und damit die Textilmaschinen meistens für die importierenden Länder in Fremdwährung zu bezahlen sind, und daß diese Länder darüber-



3 Zylinder-, Streichgarn- und Kammgarnspinnerei — alle Fasern
Angaben in Prozent als Abweichung der saisonbereinigten Ursprungsreihe vom Trend

Abb. 7: Die Garnproduktion der deutschen Spinnerei im Konjunkturverlauf

hinaus auch den größten Bedarf an solchen Maschinen haben, dann sieht man, wo der Wirtschaftspolitiker Schwierigkeiten haben wird.

Oder als These ausgedrückt: In Ländern, in denen der größte Bedarf an Textilmaschinen herrscht, sind die geringsten Währungsreserven zum Kauf solcher Maschinen vorhanden. Daß dies nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung von Textilmaschinen bleiben kann, liegt eigentlich auf der Hand.

Doch bevor wir zu den Einflüssen auf diese Entwicklung kommen, möchte ich Ihnen noch eine Kurve über den Konjunkturverlauf der Garnproduktion der deutschen Spinnereien zeigen (Abb. 7). Mir scheint, daß auch hier ein Einflußfaktor auf die Entwicklung sichtbar wird.

Die Kurve macht die Abweichung in Prozent von der saisonbereinigten Ursprungsreihe vom Trend deutlich. Interessant ist, daß sich der regelmäßige Zyklus in den letzten 25 Jahren kaum verändert hat.

Was sagt nun diese Kurve im Hinblick auf unser Thema?

Sie sagt, daß Länder und damit die Unternehmen mit geringen Kapitalreserven durch Anlagen mit hoher Kapitalintensität bei zu starkem Abfall der Konjunktur in Gefahr geraten. Wenn aber ein Zyklus so regelmäßig wie der im Textilverbrauch auftritt, wird man sicherlich in solchen Ländern bestrebt sein, die Kapitalintensität bei der Anschaffung von Anlagen so niedrig wie möglich zu halten. (Bei dieser Aussage gehe ich davon aus, daß sich die Weltkonjunktur in bezug auf die Garnproduktion in etwa kongruent zum deutschen Trend verhalten hat.)

Und noch eine letzte wirtschaftliche Frage muß hier angeschnitten werden: *der Umweltschutz.*

Lassen Sie mich hierzu das Beispiel Amerika nehmen. In Amerika beträgt das Abschreibungsvolumen für Textilmaschinen etwa 700 Millionen Dollar (es gibt auch Schätzungen, die von 1000 Millionen Dollar sprechen) jährlich. Man rechnet, daß in den nächsten Jahren für den Umweltschutz hiervon etwa die Hälfte aufgewendet werden muß, das heißt also, daß nur 50 Prozent des Abschreibungsvolumens für eine Erneuerung der Textilmaschinen zur Verfügung stehen wird. (Als Quelle für diese Zahl darf ich die "Werner Management Consultants Incorporation" nennen.) Daß sich hieraus ganz neue Entwicklungstrends für Textilmaschinen ableiten lassen, und zwar nicht nur im Hinblick auf den Umweltschutz, sondern auch bezüglich Kapitalintensität, liegt auf der Hand und braucht nicht näher erläutert zu werden.

Betrachtungen zu den textilen Prozessen

Wie wir eben sahen, wird die große Zahl der Maschinen — grob vereinfacht — vor allem in jenen Ländern gebraucht, die die geringsten Währungsreserven haben. Anhand des Spinnprozesses möchte ich nun untersuchen, welche Trends im Hinblick auf wirtschaftliche Einflußfaktoren vorherrschen. Dabei gehe ich davon aus, daß es sich um einen modernen Prozeß und um moderne Maschinen handelt.

Gegenübergestellt werden einander als Beispiel der Ringspinnprozeß und der Rotorspinnprozeß (Abb. 8).

Folgende Werte liegen den Kalkulationen zugrunde:

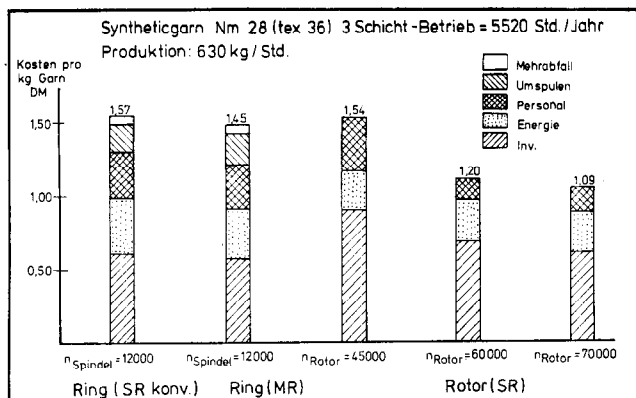


Abb. 8: Vergleich der Fertigungskosten in der Ring- und Rotorspinnerei

- Der Spindelpreis für die konventionelle Ringspinnmaschine wurde mit DM 325,— (einschließlich Dof-fer) angesetzt,
- der Spindelpreis für die konventionelle MR-Ringspinnmaschine mit DM 415,— und
- der Rotorpreis (einschließlich automatischer Anspinn- und Reinigungsvorrichtung) mit DM 2500,— je Spindel.
- Gebäude und Vorbereitung sind berücksichtigt, und zwar den deutschen Verhältnissen entsprechend.

Deutlich ist zu sehen, daß die Kapitalkosten je Kilogramm Garn bei Rotordrehzahlen um 60.000 noch über den Kapitalkosten des konventionellen Verfahrens liegen. Vergleicht man die absolute Investitionssumme, wie es in Abbildung 9 getan wird, dann sieht man, daß die absolute Summe doch erheblich über der des konventionellen Verfahrens liegt.

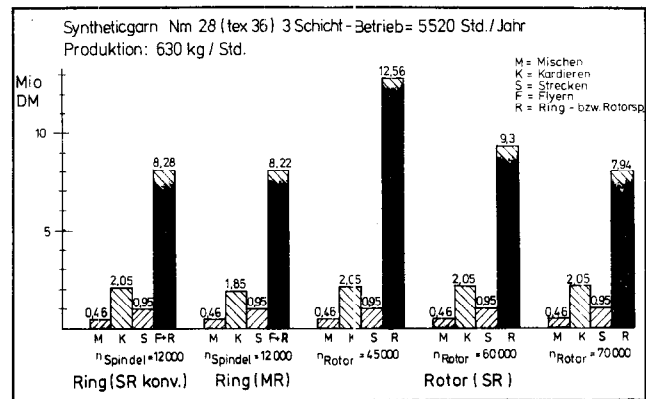


Abb. 9: Anlagenwerte für Maschinen und Gebäude

Man erkennt daraus eindeutig, daß ein rentables Rotorspinnverfahren wesentlich kapitalintensiver ist als das konventionelle Verfahren. Daß die Rentabilität dieses modernen Verfahrens auf den geringeren Arbeitskräftebedarf und auf die Einsparung von Arbeitsgängen zurückzuführen ist, wie dies in Abbildung 8 gezeigt wurde, sei der Vollständigkeit halber noch einmal erwähnt.

Welche Schlußfolgerungen können wir nun aus dem eben Gesagten ziehen?

Vereinfacht ausgedrückt lautet die These: *Je fortschrittlicher eine Technologie ist — und dies gilt wahrscheinlich auch für andere Bereiche und nicht nur für den Textilmaschinenbau —, desto größer ist die Kapitalintensität und desto geringer ist der Lohnkostenanteil an den Betriebskosten.*

Dabei wurde nur ein Teilgebiet der textilen Prozesse untersucht: die Spinnerei. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß eine gleiche Gesetzmäßigkeit auch in anderen textilen Prozessen vorhanden ist. Wir haben ferner gesehen, daß sich in Ländern mit großem Bevölkerungszuwachs die Währungsreserven meist umgekehrt proportional dazu verhalten. Auf der anderen Seite besteht aber in solchen Ländern in Zukunft ein großer Bedarf an textilen Produkten.

Man wird darum in diesen Ländern bestrebt sein, textile Produkte selber herzustellen, und nur solche Maschinen einführen, die nicht im eigenen Lande gebaut werden können, und darüberhinaus Anlagen installieren, deren Kapitalkosten so gering wie möglich sind.

Führen wir beide Erkenntnisse zusammen, so ergibt sich daraus, daß wir in Zukunft vor allem zwei Entwicklungen betreiben werden müssen:

1. Prozesse mit Anlagen hoher Kapitalintensität und geringem Arbeitsaufwand für Hochlohnländer (daß solche Länder über entsprechende Währungsreserven verfügen müssen, falls die Maschinen einzuführen sind, sei nochmals erwähnt),
2. Prozesse mit Anlagen geringen Kapitalbedarfs und hoher Arbeitsintensität, deren Produkte auf Maschinen konventioneller Art (wie zum Beispiel auf der Ringspinnmaschine oder auf einem Schützenwebstuhl) hergestellt werden können. Dabei wird davon ausgegangen — und das sollte das Ziel der Entwicklung sein —, daß solche Prozesse genauso rentabel sind wie jene bei Einsatz kapitalintensiver Anlagen.

Außerdem glaube ich, daß der Prozeß in Richtung auf Automation in Hochlohnländern mit Hilfe kapitalintensiver Anlagen dann irreversibel und zwangsläufig ist, wenn die Konkurrenzfähigkeit erhalten werden soll, insbesondere, wenn man die Bevölkerungsreduzierung in diesen Ländern in die Betrachtung einbezieht — die langfristig zu einer Minderung der Erwerbstätigen führt — und die Produktivität pro Region erhalten bzw. gesteigert werden muß.

Ist eine solche Automation nicht möglich oder kommt sie zu spät, gehen in Hochlohnländern ganze Industrien zugrunde bzw. müssen drastisch schrumpfen. Als Beispiel sei die Bundesrepublik genannt, wo große Teile der optischen Industrie und der Feinwerktechnik in Niedriglohnländer abgewandert sind. Ansätze solcher Abwanderungen sind auch im Maschinenbau und in der Textilindustrie zu sehen. Im Stahlbereich dagegen konnte man durch sehr hohe Investitionen für stark automatisierte Anlagen die Konkurrenzfähigkeit erhalten.

Anpassung der Rohstoffeigenschaften an den Optimierungsprozeß

Lassen Sie mich nun, um die Dinge verständlich zu machen, einen Gang durch die Verarbeitung von Fasern tun und jeweils die Polarität, wie ich sie gezeigt habe, herausstellen.

Hierbei müssen wir mit einer Betrachtung der textilen Rohstoffe beginnen. (In bezug auf Fasern ist zu sagen, daß nur die Synthetics weiterentwickelt werden können.) Wenn wir von der allgemein gültigen Motivation für eine Weiterentwicklung ausgehen, nämlich von der Senkung der Betriebskosten, so sind die Verfahren zu verbessern bzw. zu optimieren. Ein Mittel der Optimierung ist die Verwendung höherwertiger Fasern, beispielsweise mit wesentlich höherem Arbeitsvermögen, als sie in vielen Teilen der Welt üblich sind. Dieses Arbeitsvermögen der Fasern gewinnt bei kapitalintensiven Prozessen sehr stark an Bedeutung, weil das Material durch höhere Geschwindigkeiten größeren Beanspruchungen unterliegt. Den-

ken Sie hier einmal an den Rotorspinnprozeß mit dem Auflösevorgang der Fasern oder an Hochleistungskarden.

Daraus folgt, daß auch eine Parallelentwicklung von Fasern, nämlich von solchen, die vielleicht gerade noch in konventionellen oder auch in optimierten konventionellen Prozessen eingesetzt werden können, und von solchen, die für modernste Prozesse in kapitalintensiven Anlagen geeignet sind, notwendig wird. Daß die zuletzt genannten Fasern unter Umständen teurer sind, ist verständlich und muß bei der Rentabilitätsbetrachtung in die Kalkulation eingehen.

Ich habe hier nur einen Parameter der Fasern herausgegriffen. Das gleiche kann aber auch für Stapeldiagramm, Form und Oberfläche gelten, während Titer, Kräuselung und Stapellänge sicherlich bei dieser Betrachtung von sekundärer Bedeutung sind.

Da den textilen Prozessen absolute physikalische Grenzen gesetzt sind — ich erinnere in diesem Zusammenhang an die Krupp-Formel, die die Berechnung der maximalen Drehzahlen sowohl beim Ringspinn als auch beim Rotorspinnprozeß ermöglicht —, dürfen bei der Überlegung, wie textile Prozesse zu optimieren sind, die Avivagen nicht vernachlässigt werden. Hier, glaube ich, sind in Zukunft noch erhebliche Arbeiten zu leisten. Wissen wir doch selber, wie schwierig es ist, heutzutage reproduzierbare Werte, insbesondere hinsichtlich der Haft- und Gleiteigenschaften der Fasern, zu erhalten. Im allgemeinen wird dies durch aufwendige Fasermischprozesse erreicht, die sicherlich, wenn sie vereinfacht werden könnten, eine Reduzierung der Betriebskosten herbeiführen würden. Hier müssen wir aber ganz klar sehen, daß die Gesetzmäßigkeiten konventioneller Maschinen, wie zum Beispiel der Ringspinnmaschine oder des Schützenwebstuhls, andere sind als jene kapitalintensiver Maschinen, wie zum Beispiel der Rotorspinnmaschine.

Unter dieser Prämisse kann man als Entwicklungsziel folgende These formulieren:

Festlegen von Klassen innerhalb der wesentlichsten Eigenschaften, die durch Avivagen beeinflußt werden, wie beispielsweise

- das Gleitverhalten Faser gegen Faser, zum Beispiel durch Haftlängenangabe der Bänder,
- das Gleitverhalten Faser gegen Metall, zum Beispiel durch Angabe des Reibbeiwertes auf einer normierten Oberfläche,
- die elektrostatische Aufladung, zum Beispiel durch Angabe der Aufladung in einem Normklima.

Durch eine solche Klassierung wird es möglich sein, den sich ändernden wirtschaftlichen Einflüssen zu begegnen, aber auch dem Anwender und dem Maschinenbauer es erleichtern, Prozeß- und Maschinenparameter zu definieren bzw. die Wiederholbarkeit sicherzustellen. Sie gewinnt insbesondere dann an Bedeutung, wenn sich ein Übergang vom konventionellen zum fortschrittlichen oder — anders ausgedrückt — vom kapitalintensiven zum kapitalintensiven Prozeß vollzieht. Die aufwendige Einführungsphase kann durch eine solche Klassierung bedeutend verkürzt und damit verbilligt werden, da Erfahrungen wesentlich leichter zu übertragen sind.

Beitrag von Maschinen und Verfahren zum Optimierungsprozeß

Wenden wir uns nun den textilen Prozessen selber und ihren Maschinen zu. Untersucht man diese auf den Hintergrund der Kapitalextensität und Kapitalintensität, so kann man eine sehr erstaunliche, wenn auch triviale Feststellung machen: *Alle diejenigen Prozesse, die im Verhältnis zur durchgesetzten Fasermenge einen großen maschinellen Aufwand bzw. viele Maschinen benötigen, lassen eine deutliche Entwicklung zur kapitalintensiven Maschine erkennen.* Dies ist verständlich, da ihr Anteil am gesamten Prozeß am größten ist.

Wir können also unsere Überlegungen auf zwei Bereiche beschränken, nämlich

- a) auf den Spinnprozeß und
- b) auf den textilen Flächenbildner.

Das Öffnen, Mischen, Kardieren und Verstrecken der Fasern, das Bilden der Vorgarne, die Zwirnerei und Teile der Ausrüstung haben gegenüber den beiden eben genannten Bereichen im Hinblick auf ihren Anteil an den gesamten Investitionskosten nur eine untergeordnete Bedeutung. Dabei bleiben Fragen der fortschreitenden Automation unberücksichtigt, was selbstverständlich bei einzelnen Prozessen möglich ist. Als Beispiel sei hier die Spulerei erwähnt, auf die ebenfalls diese grundsätzlichen Überlegungen anwendbar sind, wenn auch ihre Bedeutung und ihr Einfluß auf die Prozesse nicht die gleiche Wertigkeit besitzen.

Es ist also die Frage zu stellen, wie sich die Entwicklungen in Spinnerei und Weberei sowie in Teilbereichen der Wirkerei abspielen werden.

Ich möchte die Beantwortung vorwegnehmen und sagen, daß die Tendenzen für alle drei Gebiete gleich sind. Dabei bin ich mir bewußt, daß diese Aussage hypothetischen Charakter hat und erst in den folgenden Jahren bewiesen werden muß. Man kann aber schon mit großer Sicherheit vorhersagen, daß sich bei den kapitalintensiven Maschinen der Automatisierungsgrad weiter fortsetzen und am Ende zu einer fast vollautomatischen Verarbeitungslinie führen wird.

In der Spulerei hat sich diese Entwicklung bereits vollzogen. Darunter sind solche Anlagen zu verstehen, die sowohl produzieren als auch eine qualitative Produktionskontrolle ohne Bedienungsmann bei vollautomatischer Fehlerbeseitigung im Produkt vollziehen. Daß darunter allerdings nicht die Instandhaltung zu verstehen ist, möchte ich der Vollständigkeit halber erwähnen.

Anders im konventionellen, nicht so kapitalistischen Bereich. Hier werden mehr der Bedienungskomfort, die Wartungsfreiheit und die Qualität des erzeugten Produktes im Vordergrund, der Weiterentwicklung stehen. Ohne Zweifel wird die Frage „Bedienung und Wartung“ in den Ländern, in denen diese Maschinen zur Anwendung kommen, größere Bedeutung haben als in den Hochlohnländern, wo entsprechende Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Im einzelnen sei hierzu folgendes gesagt:

In der Spinnerei stehen wir an der Schwelle zum vollautomatischen Betrieb, soweit es sich um kapitalintensive Maschinen handelt. Bei der konventionellen Ring-

spinnmaschine werden zukünftig Wartungsarmut, Flexibilität und Qualitätskontrolle gegenüber einer Reduzierung des Arbeitsaufwands bei der Entwicklung im Vordergrund zu stehen haben — sicherlich ein Grund, weshalb sich bisher auch alle noch so gut gelungenen Konstruktionen, beispielsweise zur Fadenbruchbeseitigung, am Markt noch nicht haben durchsetzen können. Daß beiden Verfahren physikalische Grenzen gesetzt sind, habe ich an anderer Stelle bereits erwähnt. Ich möchte jedoch daran erinnern, daß wesentliche Steigerungen der Lieferleistung — allein aus physikalischen Gründen — in Zukunft nicht zu erwarten sein werden.

Als Beispiel möchte ich eine Ringspinnmaschine und eine Rotorspinnmaschine der Zukunft beschreiben, wobei viele Merkmale bereits heute schon realisiert sind:

1. Die Ringspinnmaschine:

- Tangentialbetrieb für Spindeldrehzahlen von 16.000 bis 18.000 U/min,
- 3 Einheitsstreckwerke für 3 Stapellängen,
- 3 Ringdurchmesser,
- Streckwerkgetriebe, in Öl laufend,
- vorzentrierte Spindeln und Ringe,
- auswechselbare Ringbank,
- Wickelschutz der Zylinder,
- polierte BE-Ringe (u. U. Sonderkonstruktion),
- automatische Absaugung des anfallenden Staubes,
- schützenlose Schaltungen,
- Verschleißteile leicht auswechselbar,
- keine Wartungsintervalle (Lebensdauerschmierung),
- auf Wunsch Doffer und Knüpfgerät.

Ich glaube, daß angetriebene BE-Ringe und Ringe nicht kommen werden, und erwähne sie nur der Vollständigkeit halber.

2. Die Rotorspinnmaschine:

- Garne mit 100 Fasern im Querschnitt spinnbar,
- 80.000 bis 100.000 Touren,
- Lieferungen bis 200 m/min,
- Rotoren auswechselbar,
- automatische Reinigung und Anknüpfung,
- automatischer Spulenwechsel,
- konische oder zylindrische Spulen mit mindestens 4 kg Gewicht,
- Palettierung der Spulen,
- schützenlose Schaltungen,
- automatische Qualitätskontrolle und Registrierung.

In der Weberei vollzieht sich derzeit eine ähnliche Entwicklung zur Kapitalintensität, obwohl der Schützenwebstuhl trotz seiner Leistungsbegrenzung sowie seines hohen Geräuschpegels nach wie vor die am meisten verwendete Maschine ist.

Auf vielen Gebieten hat sich die schützenlose Webmaschine durchgesetzt, während die Wellenfachmaschine mit ihrer hohen Leistung noch am Anfang ihrer Entwicklung steht. Auch hier wird am Ende

ein fast vollautomatischer Betrieb kommen, der Rotor-spinnerei und der Spulerei vergleichbar. Daß dann eine solche Maschine überaus kapitalintensiv sein wird, dürfte ohne Zweifel sein.

In der Wirkerei sind die Tendenzen nicht so ausgeprägt, doch kann die numerisch gesteuerte Wirkmaschine in die Kategorie der kapitalintensiven Maschinen eingeordnet werden. Ihre Umstellung ist besonders einfach und zeitsparend, was bei der konventionellen Wirkmaschine sicherlich nicht so ausgeprägt ist.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß künftig in den kapitalintensiven Bereichen weniger eine Leistungssteigerung als eine fortschreitende Automatisierung zu erwarten sein wird, während sich im konventionellen Bereich der Bedienungskomfort ebenso wie die Wartungsfreiheit bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung und größerer Flexibilität durchsetzen wird. Allen Maschinen jedoch ist gemeinsam, daß sie — zusammen mit einer entsprechenden Faser- und Avivagenentwicklung — in optimierte Prozesse eingegliedert werden. Von dieser Seite her läßt sich der Wirkungsgrad aller Verarbeitungsmaschinen anheben, ohne daß in Teilbereichen bzw. an Einzelmaschinen wesentliche Leistungssteigerungen zu erwarten sind.

Zusammenfassung und Ausblick

In meinen Ausführungen wurde dargelegt, daß Textilbedarf, Bevölkerungszahlen, Lohnkosten und Währungsreserven eines Landes auf die Investitionen von textilen Anlagen wesentlichen Einfluß haben. Dabei wurde herausgestellt, daß — sicherlich grob vereinfacht — die Entwicklung von textilen Prozessen, Maschinen und Fasern zukünftig in zwei Kategorien einzuteilen sein wird, und zwar in solche mit hoher Kapitalintensität in den Hochlohnländern und in solche mit Kapitalextensivität in den Niedriglohnländern mit zumeist geringen Währungsreserven. Ich muß allerdings nochmals ausdrücklich betonen, daß es sich hier um eine überaus grobe Vereinfachung handelt, die aber notwendig ist, um die Tendenzen deutlich werden zu lassen. Auch blieben Fragen des Prestiges unberücksichtigt, die sicherlich großen Einfluß auf Kaufentscheidungen haben können.

Darüberhinaus wurde gezeigt, daß die meisten textilen Prozesse derzeit ihre physikalischen Grenzen erreicht haben und daß sich die Entwicklung daher in einer Optimierung der Gesamtprozesse abspielen wird, bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Wartungsfreiheit, Umweltfragen, Bedienungskomfort und Automation. Dabei spielen die Faserqualität und die Klassierung von Eigenschaften, die man durch Avivagen beeinflussen kann, eine wesentliche Rolle.

Eindeutig kann aus diesen Überlegungen geschlossen werden, daß es viele Länder geben wird, die sich erst dann auf moderne Verfahren einstellen werden, wenn die Lohnkosten dort so stark gestiegen sind, daß eine Wirtschaftlichkeit und damit die Konkurrenzfähigkeit nicht mehr gegeben ist. Implizit ist in diesen Ausführungen die Aussage enthalten, daß bei gleicher Leistung je Zeiteinheit moderne Verfahren bei stark gesenktem Personalbedarf höhere Investitionskosten beanspruchen, und darüberhinaus, daß in überblickbarer Zukunft hochmoderne und konventionelle Technologien nebeneinander bestehen werden.

Nicht berücksichtigt wurden Fragen der Maschinenherstellung selber, das heißt, wo in Zukunft der Bau bestimmter Anlagen und Maschinen zu erwarten ist. Dies ist jedoch ein neues Thema, das sicherlich von großem Interesse wäre.

Zum Schluß meiner Ausführungen erlauben Sie mir noch zu erwähnen, daß dieses Thema viele Deutungen zuläßt und daß ich Ihnen meine persönliche Auffassung vorgetragen habe, die sicherlich in manchen Punkten angreifbar sein mag.

Diskussion

Weiß: Sie haben zwar gezeigt daß die Produktionskosten beim OE-Spinnen durch Senken der Lohnkosten herabgesetzt werden können, sodaß das Rotor-OE-Spinnen wirklich Vorteile bringt. Aus dem Diagramm, anhand dessen Sie das erklärten, ging leider nicht hervor, ob Energie- und Instandhaltungskosten in Ihre Berechnungen mit eingeschlossen sind.

Wenn nein, wäre es interessant, inwieweit Energiekosten im Vergleich zum Ringspinner eine Rolle spielen und wie die zu erwartenden Instandhaltungskosten aussehen werden. Bei den hohen Geschwindigkeiten des Rotorspinnens mit 80.000 oder 100.000 U/mir. müßten doch die Instandhaltungskosten eine ganz wesentliche Rolle spielen!

Brandis: In das Diagramm, das Sie angesprochen haben, sind die Energiekosten einbezogen, und zwar die Nennleistung der Maschine, die eingesetzt wurde, ist in den Gemeinkosten enthalten, und außerdem noch 5% der Investitionskosten als Instandhaltungskosten —, anders kann das im Augenblick nicht angegeben werden.

Siegl: Es wäre schön, wenn die Aufteilung in kapitalintensive und kapitalextensive Maschinen Wirklichkeit werden könnte. Dies wäre schon im Hinblick auf die Produktionsstätten in den Entwicklungsländern wichtig.

Es wurde doch die Meinung vertreten, daß man dort zuerst einmal unsere nicht automatisierten Maschinen einsetzt und daß damit gearbeitet werden sollte, wodurch auch der enorme Unterschied zwischen den Produktionskosten in den unterentwickelten und in den industrialisierten Ländern etwas ausgeglichen werden könnte. Doch das ist bis jetzt nur graue Theorie geblieben.

So werden heute beispielsweise in den Sudan hochtechnisierte Textilmaschinen geliefert, die qualifiziertes Fachpersonal zur Bedienung erfordern, mit 10 Jahren Kredit, der dann in Form von Waren zurückgezahlt werden soll — mit Waren, die für den westlichen Markt mehr oder weniger unbrauchbar sind. Dabei müssen Sie mit dem Prestigeempfinden dieser Leute rechnen, die glauben, daß das Beste gerade noch gut genug für sie sei. Es wird sehr schwer sein, diese Länder dazubringen, billigere, aber arbeitsintensivere Maschinen zu verwenden, die für ihre Bedürfnisse weitaus geeigneter wären.

Man sollte daher auch den Maschinenfabriken den Vorschlag machen, daß es besser wäre, sie böten solche Möglichkeiten lieber nicht an, denn in dem Augenblick, in dem eine bessere Maschine erzeugt wird — beispielsweise eine Hochleistungskarde —, dann wird sofort eine Normalkarde aus dem Produktionsprogramm gestrichen — bis auf Ersatzteile. Wenn Sie eine mehr leistende Ringspinnmaschine bauen, schalten Sie natürlich sofort alle anderen aus. Das einzige Gegenbeispiel, das ich hierzu kenne, ist die Fiori-Ringspinnmaschine von Schlafhorst, und der sage ich heute schon ein Fiasko voraus, denn dem Kampf gegen das OE-Spinnen wird sie auf lange Sicht nicht gewachsen sein.

Brandis: Das ist ein Thema, über das man sehr lange und eingehend diskutieren könnte. Hier nur die eine Bemerkung: Ich stimme nicht in allen Punkten mit Ihnen überein.

Köb: Könnten Sie diese Antwort nicht doch ein bißchen präzisieren?

Brandis: Im Augenblick sind deutliche Tendenzen sichtbar, daß die Länder, die aus vollkommen verständlichen nationalen Gründen eine Textilindustrie aufbauen, nicht sogleich die modernsten Prozesse einsetzen, sondern noch rein konventionell investieren und beispielsweise Streichgarn- und Ringspinnsysteme kaufen, weil der Kapitaleinsatz hierfür doch wesentlich geringer ist und dort ohnedies keine Währungsreserven vorhanden sind.

In meinen Schlußbetrachtungen habe ich gesagt, daß dort, wo es ums Prestige geht, die Situation anders aussieht. Aber selbst wenn es sich um vollkommen durchdachte technisierte Prozesse handelt, die eine wesentliche Einsparung brächten, so ist — zum Beispiel für das Verspinnen von Baumwollabfällen — das Rotorspinnverfahren weitaus geeigneter und billiger als der alte Streichgarnprozeß, sodaß man auch im Grunde in diesen Ländern Rotorspinnmaschinen einsetzen muß, weil man damit viel billiger arbeiten kann.

Gesenhues: Sie haben den Energieaufwand bei 70.000 Rotorumdrehungen mit dem Energieaufwand bei 45.000 Rotorumdrehungen gleichgestellt. Meiner Meinung nach steigt aber der Energieaufwand mit dem Quadrat der Umdrehungszahlen.

Brandis: Ich will Ihnen unsere Überlegungen erklären: Für Maschinen mit beispielsweise 70.000 Rotorumdrehungen liegt der Energiebedarf bei 40 bis 50 kW, und es wurde dabei einfach die Nennleistung eingesetzt. Steigt aber die Rotorumdrehungszahl, so bräuchten Sie weniger Maschinen für die gleiche Leistung, sodaß die Instandhaltungskosten wegen der geringeren Maschinenanzahl zurückgehen, was den Energiebedarf in etwa kompensiert, weshalb sich dann ungefähr der gleiche Endbetrag ergibt.

Köb: Gibt es irgendwelche Fragen zum Thema Avivagen, oder erscheint es notwendig, die Chemiefasern lediglich so zu ändern, daß sie für modernere, schnellere oder höher beanspruchende Spinnprozesse geeignet sind? Und besteht Aussicht, dies zu erreichen?

Siegl: Ich glaube, daß nicht die Modifikation der Chemiefasern im Moment das Wichtigste ist. Was uns Verarbeitern immer wieder Schwierigkeiten bereitet, ist die Unmöglichkeit, die Laufeigenschaften der Fasern zu prüfen. Die Haft-Gleitverhältnisse zwischen den Fasern und den Materialien, die damit in Berührung kommen, sind — wie Sie ja auch gesagt haben — wenig erforscht, sodaß wir im Grunde völlig im dunklen tappen. Es wäre daher äußerst dringend, dieses Problem zu lösen. Wir brauchen eine Verhaltensforschung, ähnlich wie sie Herr Professor Lorenz betreibt.

Bei Baumwolle, aber auch bei Wolle, liegen die Verhältnisse ähnlich, aber es gibt unzählige Prüfmethode, die zeigen, was in der Spinnerei zu erwarten ist. Bei Chemiefasern ist das nicht der Fall, die Ballen werden nicht untersucht, weil keine entsprechenden Prüfmethode vorhanden sind. Selbst wenn die Chemiefaserhersteller die Fasern geprüft hätten, so nützt das dem Spinner sehr wenig, denn er muß ja die Mischung prüfen.

Wo sind die Prüfmethode, die dem Spinner sagen können, ob ein Material in der Spinnerei laufen wird oder nicht!

Das ist aber auch das Kriterium, von dem die Produktivität abhängt. Denn es ist wesentlich, ob ich an einer Ringspinnmaschine eine Viertelperson oder vier Personen zur Bedienung brauche. Dieses Problem ist leider immer noch ungelöst und ungeklärt, weil sich dafür niemand zuständig fühlt.

Brandis: Ich unterstützte Ihre Aussage voll und ganz. Sie dürfen aber davon ausgehen, daß ich meine Aussagen und Forderungen nur dann mache, wenn ich mich vorher damit eingehend beschäftigt habe. Wir haben seit einem Jahr — gemeinsam mit Herrn Dr. Sprenkmann — Untersuchungen gemacht, nach denen ich heute sagen kann: Sowohl die Haftlängenbestimmung von Bändern als auch die Gleit- und Hafteigenschaften von Faseroberflächen lassen sich auf Normoberflächen klassifizieren, und ebenso ist auch eine Messung der elektrostatischen Aufladung in einem Normklima möglich. Es sind also sowohl die Meßmethoden als auch die Ergebnisse dafür vorhanden, und ich kann Ihnen gern diese Unterlagen zeigen.

Auf Grund dieser Resultate sind wir zu dem Vorschlag gekommen, den ich gemacht und formuliert habe. Die Schwierigkeit liegt nicht in der Meßmethodik, sondern —

und das sehe ich als Maschinenbauer sehr wohl — bei den Faserherstellern, die diese Klassierung, mit der sie sich sozusagen ein Korsett anlegen sollen, das im Moment gar nicht vorhanden ist, durchführen sollen. Ich weiß, daß dies eine provokatorische Aussage ist, aber es soll ja auch nichts Kompliziertes sein.

Aber Ihnen als Verarbeiter wäre allein mit den Klassen schon genützt, denn dann könnten Sie je nach der Einstufung, die durch den Reibungskoeffizienten definiert wird — ob in proportionaler oder logarithmischer Abhängigkeit, das müßte man erst auf Grund statistischer Verteilungen untersuchen und wäre ein Forschungsvorhaben für sich —, und mit Hilfe Ihrer — auch wieder statistischen — Erfahrung sagen: Dieses Material (z. B. Polyester, Klasse 2) läuft bei Gummi in dieser Weise und bei glatter Oberfläche in jener.

Ein Friktionsverhalten von Fasern zu definieren, würde nicht nur den Maschinenbauer, sondern auch den Verarbeiter um vieles weiter bringen und eine Optimierung ermöglichen. Denn, was passiert, wenn Sie nicht sicher sind, ob das Gleitverhalten konstant ist? — Sie gehen auf den kleinsten gemeinsamen Nenner, das heißt, Sie arbeiten bei der kleinsten Drehzahl und spinnen damit, nur um die Fadenbruchzahl niedrig zu halten. Die Prüfmethode sind vorhanden, sie müssen nur allgemein akzeptiert und in einer Norm definiert werden, dann würde alles laufen.

Maag: Ich glaube, die Verhältnisse werden hier etwas zu vereinfacht, wie ich es von der Chemiefaserseite her sehe. Man hat zwar über die Beschreibung der Friktionseigenschaften von Fasern eine Möglichkeit, festzustellen, ob eine Faser überhaupt verarbeitet werden kann oder nicht. Wenn es aber darum geht, zu entscheiden, ob 20 oder 30 Fadenbrüche bei 1000 Spinnstunden in der Spinnerei auftreten, dann werden wir das mit Hilfe einer Einzelfaserprüfung oder einer Reibungsprüfung im Faserverband oder in einem anderen Zustand in keiner Weise feststellen können, denn hier spielt die Statistik auch eine Rolle. Um auf 20 oder 30 Fadenbrüche bei 1000 Spinnstunden genau unterscheiden zu können, muß man im Minimum einen Lauf von 1000 Spinnstunden verfolgen können, und das ist im Labor ganz unmöglich.

Brandis: Das ist nicht gemeint, Herr Dr. Maag. Wir definieren ja auch die Festigkeit von Metallen, von verschiedenen Stahllarten, von Messing, von Nichteisenlegierungen usw., jeder Techniker kann sich daraus vorstellen, welche Dehnung zu erwarten ist. Ähnlich ist es auch beim Gleitverhalten, bei dem im Grunde die Fasertypen ganz unwichtig ist. Entscheidend ist nur, daß der Verarbeiter — ähnlich wie er die Reißlänge und die Dehnung einer Faser bzw. eines Garns bestimmt — das Gleitverhalten erkennen kann, unabhängig davon, welche Faser- oder Garnart es ist — ob Polyester, Polyamid oder etwas anderes. Wenn er dies rasch und einfach bestimmen kann, dann ist ihm geholfen. Er braucht eine definierte Bestimmungsmethode, die mit der der Faserlieferanten übereinstimmen muß, und das ist im Augenblick nicht gegeben.

Normalerweise erhält heute der Verarbeiter eine Tonne oder einen Ballen Material geliefert, und das soll er spinnen. Wenn das aber nicht funktioniert, dann läuft er zum Veredler, zum Avivagenhersteller, und muß nachaktivieren. Warum ist das aber nicht schon vorher durch gemeinsame Absprache möglich?

Es ist überaus provozierend, daß ich als Maschinenbauer in einem Kreis von Faserherstellern dies sagen muß. Früher hat man ja auch nicht zuerst die Reißlänge und die Dehnung definiert und ist dann schließlich zu diesen Begriffen und Werten gekommen; heute führt kein Weg um die Avivagen herum, die das Gleitverhalten bestimmen, wenn wir unsere Prozesse optimieren wollen.

Däfler: Herr Dr. Maag hat empfohlen, auf einer „objektiven Maschine“ sozusagen Vorversuche laufen zu lassen. Wenn Sie nun bei dieser Verarbeitung beispielsweise 10 Fadenbrüche feststellen und dann auf einer ganz anderen Maschinentypen, deren Zustand auch gewissen Schwankungen unterworfen ist (beispielsweise können Gummizylinder die verschiedensten Arten von Belägen haben — es muß aber gar nicht der Gummi verschieden sein, sondern es können auch bloß Ablagerungen sein) die Massenverarbeitung durchführen, dann können natürlich sehr leicht aus diesen 10 Fadenbrüchen 20 oder 50 werden. Die Gleichmäßigkeit der Chemiefaser und der Oberfläche (von der Avivage her) ist jedenfalls — und das möchte ich provo-

zierend sagen — viel gleichmäßiger als der objektive Zustand einer Spinnmaschine, der diese Faser vorgelegt wird. Die Schwankungen liegen sicher in der Maschine. Wenn Sie beispielsweise nur das Klima betrachten, dann sind diese Schwankungen viel größer als die Schwankungen in der Avivagenzusammensetzung und der Oberflächeneigenschaften, die aus der Faser rühren.

Brandis: Das ist sicherlich richtig, aber was spricht dagegen, eine Klassifizierung bei Avivagen einzuführen oder das Reibverhalten von Fasern zu klassifizieren?

Däfler: Sie werden da wenig Unterschiede feststellen.

Brandis: Die Unterschiede im Reibverhalten der Fasern durch Beeinflussung von Avivagen können bis zu 100% ausmachen. Herr Dr. Maag, ich glaube, Sie werden mir da zustimmen — das ist relativ einfach festzustellen.

Däfler: Ich gebe Ihnen schon recht, wenn Sie verschiedene Fasertypen nehmen, aber ich spreche ja von einer einzigen Fasertype.

Brandis: Ich kann Ihnen garantieren, daß eine einzige Fasertype durch Avivagen bis um 100% veränderte Eigenschaften erhalten kann. Das ist eine Aussage, zu der mich Herr Dr. Sprengmann autorisiert hat, und ich würde meinen, daß man ihn wohl als Fachmann auf diesem Gebiet bezeichnen kann.

Däfler: Ich getraue mich, diesen Wert zu bezweifeln.

Brandis: Okay, einverstanden.

Maag: Ich kenne in der Feinabstimmung keine Labor-methode der Reibungsmessung, die eindeutig mit den Laufeigenschaften in der Spinnerei korreliert — ganz egal, welche Art von Spinnerei und welche Art von Maschine Sie haben. Vielleicht könnten Sie uns da noch helfen?

Brandis: Meinen Sie, welche Art von Avivagen mit welcher Maschine korrespondiert?

Maag: Eine Korrelation zwischen dem Laufverhalten in der Spinnerei, und zwar in der Feinabstimmung — nicht in der Grobabstimmung, und der Laborprüfmethode für das Reibungsverhalten oder irgendeiner anderen Eigenschaft ist mir bisher völlig unbekannt.

Brandis: Diese Untersuchungen sind noch gar nicht gemacht worden; das ist ja, was hier gefordert wird, denn nur so kommen wir weiter.

Däfler: Ich darf dazu noch die Bemerkung machen, daß über diesen Problembereich im Oktober in Reutlingen ein Kolloquium stattfinden wird, bei dem wir ähnliche Beiträge hören werden.

Coll-Tortosa: Die Reibung spielt insofern eine Rolle, als sie für die Faserauflösung im Band wichtig ist; ist sie nicht optimal, dann bekommen wir eine schlechte Auflösung. Dies bezieht sich selbstverständlich auf das Rotor-spinnen. Sie beeinflußt die Abnutzung der verschiedenen Organe in einem System und muß für die Faserauflage im Rotor optimal sein, das heißt, wir benötigen hier eine homogene Reibung.

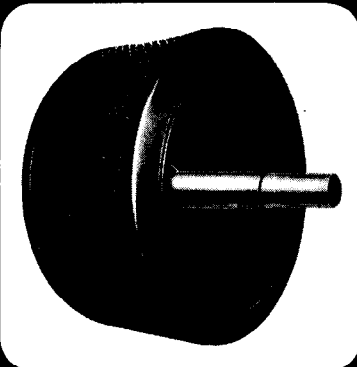
Die Reibung spielt so eine sehr große Rolle, daß es meiner Meinung nach nicht richtig ist, diese Probleme unter Produktionsbedingungen untersuchen zu wollen, dies gehört vielmehr zur Grundlagenforschung, diese Art Untersuchungen gehört ins Labor, und mir sind bis jetzt noch keine Arbeiten bekannt, die sich grundlegend und umfassend mit diesem Problem auseinandergesetzt hätten. Von der Grundlagenforschung ausgehend, kann man mit Hilfe von Modellen für die Produktion Erfahrungen sammeln und richtige Erkenntnisse davon ableiten.

Köb: Dann darf ich nur noch sagen, daß ich mich gefreut habe, daß die Diskussion so rege geführt wurde, eine Diskussion, in der Meinung auf Meinung prallte und in der jede Gruppe von der anderen eine Anregung erhalten hat.

SEMBONIT
Hartgummi

EROSTABIL
Weichgummi

SEMPRONIT
Kunststoff



® = Eingetragenes Warenzeichen

**Korrosionsschutz —
Erosionsschutz**

SCHUTZAUSKLEIDUNGEN
für Behälter, Wasseraufbe-
reitungssysteme, Filtertrom-
meln, Gewürzautoklaven,
Scheuertrommeln, Rohrlei-
tungen, Ventile, Pumpen, Sieb-
trommeln.

SEMPERIT
Aktiengesellschaft
1041 Wien, Wiedner Hauptstr. 63
Werk: 4021 Linz, Eduard-Sueß-Str. 19

Ammoniak in der Garnveredlung

Ing. (grad.) Göt z D a n i e l o w s k i, Mönchengladbach

Werden Baumwoll- oder andere zellulosehaltige Garne mit flüssigem Ammoniak behandelt, lassen sich unter bestimmten Voraussetzungen bedeutende Verbesserungen in den Garneigenschaften erzielen. Das betrifft insbesondere die Festigkeit, den Griff, die Glanzbildung, die Farbaffinität und die Dimensionsstabilität. Für diesen Veredlungsprozeß steht nunmehr das in England entwickelte Prograde-Verfahren zur Verfügung. In Verbindung mit einer Ammoniakrückgewinnungsanlage ist der Prozeß sehr wirtschaftlich und zudem ausgesprochen umweltfreundlich.

Die veredelten Garne finden vorrangig auf dem Näh- und Strickereigarnsektor Verwendung.

When treating cotton or other cellulose fibres with liquid ammonia important improvements of the yarn properties could be achieved under certain conditions. This relates in particular to strength, handle, lustre, dye affinity and dimensional stability. The Prograde-Machine developed in England has now become available for this finishing process. Combined with an ammonia full recovery system the process is very economic and also eliminates any pollution problems.

Ammonia treated yarns are mainly used in the sewing cotton and knitting industry.

Vor fast einem Jahr wurden erstmals auf einer Textilmaschinenexposition in Europa Maschinen zum Ausrüsten von Garnen und Geweben vorgeführt, die als Behandlungsmedium flüssiges Ammoniak verwenden. Für den Bereich der Garnausrüstung ist das Prograde-Verfahren zu erwähnen, das nach einer jahrelangen Entwicklungs- und Erprobungszeit nunmehr kommerziell verfügbar ist. Die Möglichkeiten und Grenzen dieses in der Fachwelt stark beachteten Verfahrens sollen hier näher erläutert werden.

In unmittelbarem Zusammenhang mit den oft zitierten Begriffen „Prograde“, „Tedeco“ und „RAM“ steht „flüssiges Ammoniak“.

Wo liegen nun die Besonderheiten dieser Chemikalie, die in der Textilindustrie lediglich als wässrige Ammoniaklösung unter der Bezeichnung „Salmiakgeist“ allgemein bekannt ist?

Reines, wasserfreies Ammoniak ist bei normaler Temperatur und bei normalem Druck ein farbloses Gas mit stechendem Geruch. Unter Druck verflüssigt es sich schnell und bildet dann eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit, die unter Atmosphärendruck bei etwa -33°C siedet.

Luft, die kleine Mengen Ammoniak enthält, ist unschädlich, aber schon relativ niedrige Konzentrationen von Ammoniak reizen die Schleimhäute der Nase, des Rachens und der Augen. Die zulässige Konzentration für einen Arbeitstag von 8 Stunden beträgt im Durchschnitt 50 ppm (part per million). Bei dieser Konzentration kann Ammoniak zwar wahrgenommen werden, verursacht jedoch keinerlei Schäden. 100 ppm sind als höchste Dauerbelastung anzusehen, wogegen bei einer

Konzentration von 400 bis 700 ppm ein Tränen der Augen eintritt und die Atemwege gereizt werden. Kurzzeitiges Verweilen — von bis zu einer Stunde — in dieser Konzentration ruft jedoch noch keine großen Schäden hervor. Höhere Konzentrationen, wie zum Beispiel 2000 ppm, sind als unzumutbar und schädigend anzusehen. Als Vergleich zu diesen Werten möchte ich bereits hier erwähnen, daß im Umfeld der eingangs erwähnten Maschine eine Maximalkonzentration von lediglich 20 ppm in der Praxis feststellbar ist.

Ammoniak ist in flüssiger Form ein Quellmittel für Zellulose, das sich in erster Linie für Baumwolle anbietet, es können jedoch auch die Eigenschaften von Leinen-, Modal- und Viskosefasern durch flüssiges Ammoniak günstig beeinflusst werden.

Um die durch flüssiges Ammoniak in der Faser hervorgerufene Veränderung zu verstehen, sind einige Erklärungen zur Morphologie und zur Feinstruktur der Baumwolle erforderlich. Abbildung 1 zeigt Ihnen die wesentlichen Merkmale des Aufbaus der Baumwollfaser.

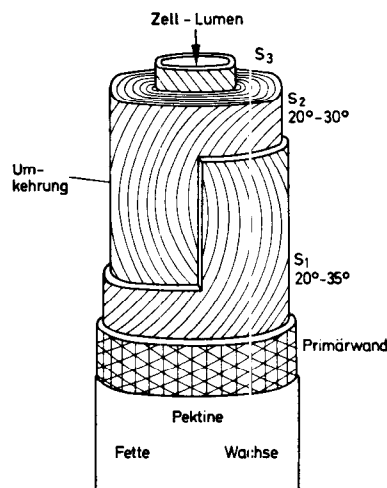


Abb. 1: Der Aufbau der Baumwollfaser

Abgesehen von der äußeren Schicht, die aus Fetten, Wachsen und Pektinen gebildet wird, setzt sich die Baumwollfaser aus Fibrillen reiner Zellulose zusammen. Die Primärwand der Zellulose ist ein Netz von Fibrillen, während die übrigen Wände aus spiralförmig um die Faserachse gewickelten Fibrillen bestehen. Die Wickelrichtung der Spirale der Schicht S1 läuft gewöhnlich entgegengesetzt der Richtung der Spirale der Schicht 2. Die Schicht 3 findet sich nur bei sehr reifer Baumwolle.

Bei der Veredlung der Baumwolle werden im allgemeinen die Bestandteile der äußeren Schicht (Fette, Wachse, Pektine) entfernt. Die meisten der dann folgenden physikalischen und chemischen Veränderungen bedingen gleichzeitig Änderungen zwischen den Fibrillen.

Flüssiges Ammoniak beispielsweise dringt zwischen die Fibrillen und drängt sie auseinander, wodurch eine interfibrilläre Quellung erzielt wird. Dringt das Ammoniak auch in die Fibrillen ein, so bezeichnet man

dies als intrafibrilläre Quellung. Der Quellvorgang ähnelt der alkalischen Faserquellung beim Mercerisieren mit Natronlauge. Der Unterschied zwischen Natronlauge und Ammoniak besteht jedoch in der Größe der eindringenden Moleküle. Im Falle der Natronlauge dringt ein verhältnismäßig großes Dipolhydrat ein, wohingegen das Ammoniakmolekül verhältnismäßig klein ist. Die intrafibrilläre Quellung ist daher beim flüssigen Ammoniak kleiner als bei Natronlauge. Es tritt neben der intrafibrillären Quellung auch eine interfibrilläre Quellung ein, die daran zu erkennen ist, daß die Baumwolle auf das 3fache ihrer Breite anschwillt, wenn man sie in flüssiges Ammoniak legt, daß sie sich andererseits jedoch schnell wieder zusammenzieht, sobald man sie aus dem Ammoniak herausnimmt.

Die gesamte innere Struktur der Baumwollfaser wird also durch flüssiges Ammoniak verändert. Im gequollenen Zustand ist die Faser deformierbar, die Fibrillen erhalten eine neue Lage; aber nicht nur das, auch die Fibrillen selbst sind deformierbar. Eine im Quellzustand der Faser ausgeübte Zugspannung ruft daher morphologische und strukturelle Veränderungen hervor. Wird jedoch die Zugspannung ausgeübt, solange noch Ammoniak in der Faser vorhanden ist, dann ist dieser Faserzustand nur von vorübergehender Natur. Deshalb ist die Geschwindigkeit und die Art der Entfernung des Ammoniaks aus der Faser ein sehr wichtiges Kriterium für das Ergebnis dieser Behandlungsweise.

Auswirkungen des Ammoniaks auf textiles Fasergut

Bereits Ende der fünfziger Jahre lief bei der Firma J. & P. Coats in Glasgow ein intensives Forschungs- und Entwicklungsprogramm an, und unter der Leitung von Dr. Robert M. Gailey wurden die Grundlagen und praktischen Anwendungsmöglichkeiten eines Ausrüstungsverfahrens mit flüssigem Ammoniak erarbeitet, und zwar zunächst ausgerichtet auf Baumwollmaterialien aus der Sicht des Nähgarnherstellers. Im Vordergrund stand dabei die Festigkeitserhöhung der

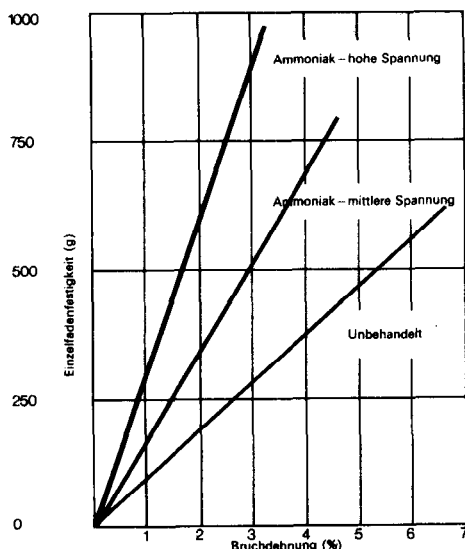


Abb. 2: Linearer Zusammenhang zwischen Festigkeitsanstieg und Höhe der Zugspannung bei mit Ammoniak ausgerüsteten Baumwollmaterialien

Nähgarnzwirne aus Baumwolle, die auf einfachere Weise als durch Mercerisation erzielt werden sollte. Voraussetzung dafür war eine stärkere Orientierung der Moleküle und eine Eliminierung der schwachen Umkehrstellen des Spiralenwinkels der Baumwollfaser.

Die ersten Versuche mit flüssigem Ammoniak zeigten bereits beachtliche Festigkeitszunahmen, allerdings erst nachdem die Garne während der Ammoniakentfernung unter Spannung gehalten wurden. Dabei wurde ein linearer Zusammenhang zwischen Festigkeitsanstieg und Höhe der aufgebrachten Zugspannung offenkundig. Dies verdeutlicht auch die nachfolgende Abbildung 2.

Die erhöhte Garnfestigkeit ist nicht nur auf eine stärkere Orientierung der Fibrillen an den schwachen Faserstellen zurückzuführen, sondern auch auf die innigeren und größeren Faserkontaktzonen als Folge der Zugspannung und auf die höhere Reibung zwischen den Fasern, da das Baumwollwachs der Fasern entzogen wurde.

Dr. Gailey konstruierte Mitte der sechziger Jahre mehrere Labormaschinen, die vorrangig zur Ermittlung der Verfahrensparameter dienten, und seine Arbeiten bildeten letztlich die Grundlage für das heute unter dem Namen „Prograde“ bekanntgewordene Garnbehandlungsverfahren. Die Firma Platt Saco Lowell, Accrington/England, erhielt die Fertigungs- und Vertriebslizenz und entwickelte eine Maschine, die drei Behandlungsstufen zu einem kontinuierlichen Prozeß von Spule zu Spule vereinigte.

Wie anhand der schematischen Darstellung (Abb. 3) zu sehen ist, wird der von einem Garnträger abgezogene Faden senkrecht durch einen Schacht in das flüssige Ammoniakbad mit einer Temperatur von -33° C getaucht. Beim Verlassen dieses Bereiches wird durch den sogenannten Economiser überschüssiges Ammoniak abgestreift. Die Durchlaufänge beträgt insgesamt ca. 1,80 m, und bei normaler Arbeitsgeschwindigkeit liegt die ausreichende Einwirkungszeit des Ammoniaks bei 1/2 bis 3/4 Sekunden.

Der mit Ammoniak gesättigte Faden passiert dann das Streckrad, taucht in heißes Wasser von mindestens

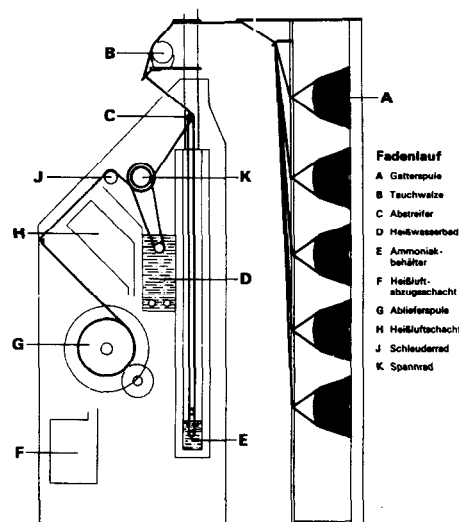


Abb. 3: Das Ausrüstungsverfahren (schematisch)

88 °C ein, wo unter einer bestimmten Zugspannung eine schnelle Entfernung des Ammoniaks erfolgt. Verstellmöglichkeiten am Streckrad erlauben eine Variation der Zugspannung, sodaß für jedes Garn optimale Werte eingestellt werden können.

Hier findet für das Garn der wesentliche Prozeß statt; denn in diesem Moment sind die Zellulosezellen plastisch deformierbar, und durch das Aufbringen von Zugspannung tritt die Veränderung der Faserstruktur ein. Für das anschließende Aufspulen ist es wesentlich, daß das Garn vorher unter Spannung getrocknet wurde, damit die durch den Prozeß hervorgerufene Dimensionsänderung stabilisiert wird.

Die Aufwicklung erfolgt auf große Scheibenspulen mit einem Fassungsvermögen von ca. 1,5 kg. Die praktische Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine liegt bei 200 m/min für fast alle Garnarten und -nummern. Die Ammoniak- und Wasserbadzone ist, mit Ausnahme von kleinen Öffnungen für den Garneintritt, vollkommen abgeschlossen. Die entstehenden Ammoniakdämpfe werden kontinuierlich abgesaugt, sodaß der Arbeitsplatz weitgehend geruchsfrei ist.

Ammonikbeseitigung

Der gasförmige Ammoniakabgang muß in geeigneter Form beseitigt oder für eine Weiterverwendung aufbereitet werden. Verschiedene Möglichkeiten stehen dabei zur Wahl.

Es kann davon ausgegangen werden, daß der Ammoniakverbrauch bei etwa 1,5/1 kg Garn liegt. Bei einer täglichen Produktion von angenommen 1000 kg würden demnach 1500 kg Ammoniak anfallen, das in irgendeiner Form abgeführt werden muß. Laut unseren deutschen Emissionsschutzgesetzen ist eine Konzentration von höchstens 20 mg/l Ammoniak im Abwasser gestattet. Würde man die eben erwähnte Ammoniakmenge entsprechend verdünnt in den Kanal ableiten wollen, wären hierzu 75.000 m³ Wasser pro Tag erforderlich, was vom Kostenaufwand her völlig undiskutabel ist.

Deshalb bieten sich andere Verfahren an, deren Wahl sich nach dem jeweiligen Standort des Betriebes und nicht zuletzt nach dem zu zahlenden Ammoniakpreis richtet.

1. Verbrennen

Bei diesem einfachsten Verfahren werden die Ammoniakdämpfe in Stickstoff und Wasserstoff aufgespalten und der Wasserstoff in einem Nachbrenner verbrannt. Die dabei entstehende Energie kann für Dampf-, Heißwasser- und Trocknungsanlagen benutzt werden. 1 kg NH₃ ergibt etwa 4430 Kcal.

2. Herstellung von Salmiakgeist

In diesem Verfahren kann mit einem relativ geringen Kostenaufwand die abgesaugte ammoniakhaltige Luft mit Hilfe einer Abtreibekolonne auf 25 bis 30 % konzentriert werden. Das anfallende Produkt wird allgemein als Salmiakgeist bezeichnet und findet in verschiedenen Industriezweigen Verwendung.

Ob es aber einem Textilbetrieb möglich ist, bei der genannten täglichen Produktion von 1000 kg Garn einen Käufer für die anfallenden 5 bis 6 t Salmiakgeist zu finden, ist sehr fraglich.

3. Rückgewinnungsanlage

Als eine — zumindest für das westliche Europa — optimale Lösung halte ich deshalb die Installation einer vollständigen Ammoniakrückgewinnungsanlage, die in der Lage ist, aus der NH₃-haltigen Abluft Ammoniak in hochkonzentrierter Form zurückzugewinnen, das wieder in den Prozeß eingeführt werden kann. Trotz der beträchtlichen Investitionskosten von gut 3/4 Million DM kann allein durch die Ammoniakersparnis eine Amortisationszeit von weniger als 2 Jahren erreicht werden. Hinzu kommt, daß auch dieses Verfahren keinerlei Umweltverschmutzung verursacht.

Wie eine mögliche Rückgewinnungsanlage im Prinzip ausgelegt sein muß, zeigt eine Funktions-skizze (Abb. 4).

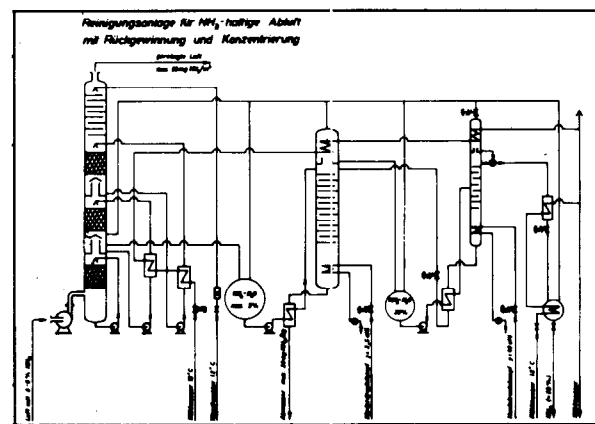


Abb. 4: Reinigungsanlage für NH₃-haltige Abluft mit Rückgewinnung und Konzentrierung (Schema)

Eigenschaften der mit flüssigem Ammoniak behandelten Baumwollgarne

Die bei einer Ammoniakbehandlung zu erzielende Festigkeitserhöhung kann bis zu 40 % betragen, wobei aber gleichzeitig eine Verfeinerung des Garns um etwa 8 % eintritt. Diese Werte hängen von der Qualität und der Garnkonstruktion sowie von der zumutbaren Zugspannung im Hinblick auf eine akzeptable Fadenbruchzahl ab.

Dies ist aber nicht die einzige Verbesserung, die durch eine Behandlung mit flüssigem Ammoniak erzielt wird, es lassen sich auch noch weitere Auswirkungen feststellen:

1. eine Zunahme des Glanzes,
2. eine Erhöhung der Farbauffinität,
3. ein erheblich verringertes Schrumpfverhalten, wobei nach einer zusätzlichen Naßbehandlung die Garne praktisch einen Nullschrumpfwert aufweisen,
4. eine Verbesserung des Widerstandes gegenüber thermischen Verformungen (Tab. 1 u. 2).
5. ein etwas geringerer Abriebwiderstand,
6. eine geringfügige Erhöhung der Schlingen- und Knotenfestigkeit, sowie
7. eine Reduzierung der Bruchdehnung gegenüber einem unbehandelten Garn um ca. 70 %.

Tabelle 1: Übersicht über die Prograde-Produktion und die Ergebnisse der Garnprüfung* (Einzelgarne)

Material	gekämmte Baumwolle		Baumwolle		Baumwolle		Maco-Baumwolle supergekämmt	
	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Maschinengeschw. (m/min)	200		200		200		140	
Streckverhältnis (%)	6		6		8		6	
Zustand	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Nummer	33,2	35,2	59,2	59,5	60,6	63,7	42,5	42,7
Einzelfaden-Bruchfestigkeit (g)	483,0	528,0	221,2	255,6	234,4	266,4	395,0	535,0
Bruchfestigkeit (%)	5,5	5,5	10,8	10,3	9,6	7,4	7,3	6,1
Festigkeit (g/tex)	16,0	18,6	13,1	15,2	14,2	17,0	16,8	22,9
Dehnung (%)	7,5	4,0	6,7	2,9	6,5	2,7	6,9	3,7
Einheitlichkeitstest, mittlere Abweichungen (%)	10,8	10,1	16,2	17,1	14,8	15,2	10,2	10,0
Dünnstellen/1000 yards	24	8	136	272	64	56	8	8
Dickstellen/1000 yards	24	16	240	544	88	136	8	0
Noppen/1000 yards	24	40	56	680	40	88	48	88

* Quelle: Platt Saco Lowell

Tabelle 2: Übersicht über die Prograde-Produktion und die Ergebnisse der Garnprüfung* (Mehrfachgarne)

Material	Baumwolle		gekämmte Baumwolle		Baumwolle		Baumwolle	
	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Maschinengeschw. (m/min)	200		200		146		146	
Streckverhältnis (%)	10		8		8		12	
Zustand	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher
Nummer	60,2	63,4	45,2	47,8	56,3	59,8	17,7	18,5
Einzelfaden-Bruchfestigkeit (g)	326,4	387,6	436,0	548,0	338,4	449,0	1098,0	1468,0
Bruchfestigkeit (%)	7,5	7,0	5,5	5,7	13,0	4,8	4,3	4,7
Festigkeit (g/tex)	19,5	24,5	19,7	26,2	18,9	26,7	19,7	27,7
Dehnung (%)	8,0	3,1	7,7	4,0	4,8	2,8	7,3	3,3
Einheitlichkeitstest, mittlere Abweichungen (%)	10,0	10,5	9,1	9,8	9,5	9,9	6,8	7,3
Dünnstellen/1000 yards	16	16	8	16	8	8	192	360
Dickstellen/1000 yards	0	32	8	0	16	24	88	216
Noppen/1000 yards	32	56	24	16	16	16	64	136

* Quelle: Platt Saco Lowell

Die Verwendung von mit NH_3 behandelten Garnen

Obwohl das Prograde-Verfahren von der Firma J. & P. Coats ursprünglich nur für die Veredlung von Nähgarnen gedacht war, ist dies bei weitem nicht das einzige Einsatzgebiet dieser Garne geblieben. Flüssiges Ammoniak ist aus vielen anderen Gründen ein sehr interessantes Veredlungsmedium geworden. Die Eigenschaften zellulosehaltiger Garne können im Hinblick auf Festigkeit, Dehnung, Glanz und Schrumpf durch Veränderungen in den Verfahrensparametern beeinflusst werden, und es obliegt dem Kunden, für den jeweiligen Verwendungszweck die gewünschten Eigenschaften in ausgewogener Form auszuwählen.

Zunächst lag das Schwergewicht auf der Entwicklung von Zwirngarnen für den Maschenwarenssektor, da die verbesserte Festigkeit, Farbauffinität und Stabilität sowie der erhöhte Glanz erheblichen Einfluß auf die Qualität eines Strickgarns haben.

Von besonderer Wichtigkeit sind indessen die Auswirkungen des dimensionsstabilen Garns auf den Warenschrumpf. Unter normalen Bedingungen haben Rundstrickwaren aus Baumwolle, je nach Herstellungsverfahren, einen recht hohen Restschrumpf, der nur durch aufwendige Verfahren zu vermindern ist. Der Einsatz eines dimensionsstabilen mit NH_3 behandelten Garns kann dieses Problem zwar nicht restlos beseitigen, jedoch in beachtlichem Maße reduzieren.

Diese Garne können auf Rund-, Einfach- und Doppeljersey-, Flachbett-, Fully-Fashioned- und Kettenwirkmaschinen verarbeitet werden. Zu den Endartikeln gehören in erster Linie Oberbekleidung, Unterwäsche und Socken.

Wird die NH_3 -Behandlung als ein direkter Ersatz der konventionellen Merzerisierung angesehen, weist ein Vergleich der beiden Garntypen folgende Unterschiede auf:

- Die Festigkeitszunahme bei NH_3 -behandelten Garnen ist größer.
- Der von beiden Verfahren erhaltene Glanz ist etwa gleich.
- Die Verbesserung der Farbauffinität ist um etwa 15 % geringer als bei der Merzerisierung.
- Die Dimensionsstabilität der NH_3 -behandelten Garne ist beständiger, besonders hinsichtlich des Einlaufens nach mehreren Wäschen.
- Die Verringerung der Bruchdehnung bei diesen Garnen ist größer.
- Merzerisierte Garne haben einen geringeren Abriebwiderstand.
- NH_3 -behandelte Garne weisen dagegen eine niedrigere Fehlerrate auf, und die Fertigartikel haben einen weichen und angenehmen Griff.

Ich erwähnte bereits die lineare Abhängigkeit der Festigkeitszunahme von der Garnspannung während der Ammoniakentfernung. Ein besonderes Kriterium stellt dabei die Fadenbruchhäufigkeit dar. Trotzdem lassen sich nicht nur Zwirne, sondern auch Einfachgarne auf der Prograde-Maschine behandeln. Da jedoch bei Einfachgarnen, im Vergleich zum Zwirn, mit einer geringeren Spannung gearbeitet werden muß, liegt die Festigkeitszunahme etwa bei 20 %. Trotz dieser geringen Festigkeit und damit auch Glanzzunahme, erhält man ein Einfachgarn, das zwar nicht unmittel-

bar als Ersatz von merzerisierten Garnen anzusehen ist, aber im Vergleich zu unbehandelten Garnen beachtliche Vorzüge aufweist.

Progradierte Einfachgarne zeichnen sich durch eine verbesserte Verarbeitungsfähigkeit aus, und die daraus hergestellten Waren besitzen einen ausgezeichneten Griff und ein ansprechendes Aussehen. Besonders bei der Herstellung rundgestrickter Unterwäsche ist der verringerte Warenschrumpf sehr positiv zu bewerten, und die außergewöhnliche Weichheit des Materials ist bei diesem Artikel besonders attraktiv.

Der aus wirtschaftlichen Gründen anhaltende Trend, ein Einfachgarn anstelle eines Zwirns für Maschenwaren zu verwenden, macht diesen Bereich für Prograde-Garne sehr interessant, da Einfachgarne nicht merzerisiert werden.

Von besonderem Interesse kann einmal auch diese Prograde-Ausrüstung für *Rotergarne* werden. Diese sind normalerweise bauschig und glanzlos und haben eine geringere Reißkraft als vergleichbare ringgesponnene Garne. Die Ausrüstung mit Flüssigammoniak fördert dagegen die Glanzbildung und erreicht eine beachtliche Festigkeitszunahme.

Zu einem weiteren Anwendungsbereich gehört auch der *Webwarenssektor*, der bislang noch etwas vernachlässigt wurde, doch bietet sich auch hier ein weites Einsatzgebiet sowohl für Einfach- als auch für Mehrfachgarne an. Ich denke da zum Beispiel an Frottierwaren, Haushaltstextilien, Reißverschlusbrücken und auf dem technischen Bereich an die Herstellung von Reifenkord sowie von Transport- und Flaschenzugriemen, von Feuerwehrschräuchen und Segeltuchen. Allerdings muß bei der Herstellung dieser Garne für den Webereieinsatz das Hauptaugenmerk auf die Optimierung der beiden Eigenschaften Festigkeit und Dehnung gerichtet werden, denn mit zunehmender Festigkeit nimmt die Dehnbarkeit ab, und bei zu geringen Dehnungswerten kann dies zu Störungen im Webprozeß führen.

Der Einfluß des Ammoniaks auf andere Faserarten

Nicht nur Baumwolle, sondern auch andere Faserarten lassen sich durch eine Behandlung mit flüssigem Ammoniak entsprechend verbessern. Hierzu zählen einmal Garne aus regenerierter Zellulose, wie beispielsweise Viskose, sowie Jute- und Flachsgarne.

Ein zukünftiges Anwendungsgebiet, und das möchte ich besonders herausstellen, ist auch eine NH_3 -Behandlung von Mischgarnen aus Baumwolle/Polyester. Ohne den Polyesterfaseranteil zu schädigen, profitiert der Baumwollanteil in vollem Umfang von der Ammoniakbehandlung. Die entsprechende Garn- und Artikelentwicklung steht zwar noch am Anfang, doch wird sich hier mit zunehmender Verbreitung des Verfahrens manch interessantes Anwendungsgebiet ergeben.

Nachteilig sind allerdings die Auswirkungen flüssigen Ammoniaks bei Wolle, Seide und 2 1/2-Acetat, wogegen Triacetat, eventuell als Eemischfaser, durchaus geeignet ist.

Wirtschaftliche Aspekte einer NH_3 -Behandlung

Bei der Beurteilung der Verfahrenskosten muß unterschieden werden, ob NH_3 -behandelte Garne als ein neuer Garntyp, verglichen mit einem konventionellen

Baumwoll- oder Mischgarn, eingeführt werden soll, oder ob ein merzerisiertes Garn herkömmlicher Art zu ersetzen ist.

In den Fällen, wo ein Garn als eigenständiges Produkt dem Markt angeboten wird, kann der Hersteller den kostspieligeren Behandlungsprozeß in gewissem Umfang dadurch ausgleichen, daß er unter Berücksichtigung der Garnverfeinerung von ca. 8 % während der Ammoniakbehandlung Einsparungen beim Spinnen einer entsprechend größeren Nummer erzielt. Darüber hinaus ergeben sich durch die erhöhte Farbauffinität beachtliche Kostenvorteile in der Färberei.

Eine von der Firma Platt Saco Lowell durchgeführte Kalkulation zeigt, daß ein progradiertes, gekämmtes und anschließend gefärbtes Baumwollgarn im Verkaufspreis um etwa 20 % zu erhöhen ist, um die Verfahrenskosten zu decken, vorausgesetzt allerdings, daß auch die Einsparungen aus den anderen Verarbeitungsstufen Berücksichtigung finden. In diesem Prozentsatz sind alle Faktoren, wie Kapitalabschreibung, Personalaufwand, Energiebedarf, Materialkosten usw., ebenso enthalten wie die Lizenzgebühr an die Firma J. & P. Coats und eine angemessene Gewinnmarge.

Ohne Zweifel rechtfertigt die Qualitätsverbesserung der aus Prograde-Garnen hergestellten Waren einen höheren Preis als für das Standardprodukt.

Wird dagegen das Prograde-Verfahren unmittelbar als Ersatz der konventionellen Merzerisation angesehen, ergeben sich unbestreitbare Vorteile zugunsten der NH_3 -Behandlung.

Da sich die aufwendigen Verarbeitungsstufen bei der Strang- bzw. Kettenmerzerisation erübrigen, ist das kontinuierliche Spule-zu-Spule-Verfahren einfacher, leistungsfähiger, weniger lohnintensiv und damit insgesamt billiger. Weiterhin sind die Investitionskosten, bei gleicher Produktionskapazität, für eine neue Merzerisationsanlage erheblich höher als bei einer Installation von Prograde-Maschinen.

Bei einem Vergleich der Verfahrenskosten zeigt sich bei einem Garn mit Nm 50/2 ein Kostenvorteil gegenüber der Strangmerzerisation, unter Berücksichtigung der Wiedergewinnung von Natronlauge bzw. Ammoniak, von 25 %. Obwohl der Kostenvorteil mit feiner Garnnummer abnimmt, liegt er unter gleichen Bedingungen bei einem solchen mit Nm 68/2 bei 13,5 % und bei einem mit Nm 100/2 noch bei 7,5 %. Dagegen läßt sich bei einem Garn mit Nm 34/2 ein Kostenvorteil von 45,3 % errechnen.

Besonders ausschlaggebend zugunsten der NH_3 -Behandlung sind die geringen Investitionskosten, der beträchtlich geringere Bedienungsaufwand und in einem gewissen Maße auch der niedrige Energieverbrauch. In Märkten, wo mit einer hohen Kapitalverzinsung, steigenden Lohn- und Energiekosten o. ä. zu rechnen ist, schlagen die Vorteile dieses Verfahrens noch deutlicher zu Buche.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß der Ammoniakanteil von den gesamten Verfahrenskosten 26 % beträgt, verglichen mit den Hilfsmittelkosten von 7,5 % beim Merzerisieren.

Jede Erhöhung des Ammoniakpreises wird die Verfahrenskosten deshalb erheblich beeinflussen, und allein schon aus diesem Grund sollte eine Rückgewinnungsanlage unbedingt mit vorgesehen werden,

zumal sich die damit verbundenen Kosten relativ kurzfristig amortisieren lassen.

Weitere Anwendungsgebiete für flüssiges Ammoniak

Um meine Ausführungen abzurunden, möchte ich zum Schluß noch kurz andere Anwendungsgebiete für flüssiges Ammoniak erwähnen.

Etwa parallel zu den von der Firma Platt Saco Lowell durchgeführten Entwicklungsarbeiten an der Prograde-Maschine wurde von der Firma Tedeco Textile Development Company in Norwegen eine Maschine entworfen, die eine Ammoniakbehandlung auch von Web- und Wirkwaren ermöglicht. Eine weltweite Lizenz wurde von Tedeco an die Sanforized Company vergeben, die das Verfahren zur Praxisreife weiterentwickelt hat und als Schutzmarke die Bezeichnung "Sanfor Set" einführt.

Eine derartige Maschinenanlage, wie sie beispielsweise von der Firma Monforts zum Ausrüsten von Geweben angeboten wird, besteht im wesentlichen aus drei Einheiten. In der ersten Zone erfolgt das Foulardieren mit flüssigem Ammoniak, in der darauffolgenden Reaktionszone finden Quellung und Schrumpf statt, und in der dritten Zone wird schließlich durch Temperaturerhöhung das Ammoniak aus der Ware entfernt. Wie auch bei den Garnen, beschränkt sich die Behandlung von Geweben mit flüssigem Ammoniak nicht nur auf Baumwolle, sondern es lassen sich auch Modalfasern und Viskose auf diese Weise krumpffest ausrüsten, wobei ihre Stabilisierung ohne Schädigung verläuft (Abb. 5).

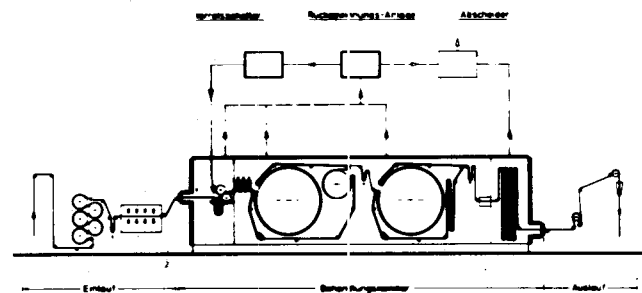


Abb. 5: NH_3 -Veredlungsanlage (Schema)

In den USA wird flüssiges Ammoniak auch für die Ausrüstung von Mischgeweben aus Baumwolle/Polyester herangezogen. Bei der konventionellen Merzerisation verwendet man gewöhnlich nicht Natronlauge in voller Stärke, weil dadurch die Polyesterkomponente geschädigt würde. Bei der Behandlung derartiger Garne mit flüssigem Ammoniak erhält man dagegen den vollen Prograde-Effekt auf der Baumwolle, ohne daß die Polyesterfasern in Mitleidenschaft gezogen werden.

Während der letzten ITMA wurde von der französischen Firma OPI CRYOCHIMIE erstmals eine Anlage zur kontinuierlichen Behandlung von Flächengebilden mit einer Warenbreite bis max. 1 m mit Flüssigammoniak vorgestellt. Auch auf dieser Maschine lassen sich Gewebe aus Fasermischungen, beispielsweise Baumwoll/Polyester, behandeln. Nach Angaben der Firma

OPI CRYOCHIMIE ist die Maschine auch für ein späteres Färben im Ammoniakbad ausgelegt.

Abschließend noch ein paar Bemerkungen zu dem viel diskutierten *Färben im Ammoniakbad*:

Vor etwa 3 Jahren begann die Firma Caine Industries Inc., Gastonia, das von ihr entwickelte RAM-(Rapid Unhydros Method)Färbeverfahren zu propagieren. Inzwischen ist diese Firma jedoch erloschen, und die entsprechenden Patente wurden von der Firma Cluett Peabody & Co. aufgekauft. Es ist nach Meinung vieler Fachleute allerdings nicht zu erwarten, daß eine Lösung der noch bestehenden erheblichen maschinen- und verfahrenstechnischen Probleme des Färbens mit flüssigem Ammoniak in naher Zukunft erreicht wird.

Ausblick

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß die Zukunft für den Einsatz von flüssigem Ammoniak in der Ausrüstung im allgemeinen recht vielversprechend ist, da sich viele der üblichen Ausrüstungsmittel in flüssigem Ammoniak lösen und so manche Probleme zu vermeiden sind, die sich üblicherweise beim Ausrüsten mit wäßrigen Lösungen ergeben. In Anbetracht der hohen Rückgewinnungsquote können Verfahren mit flüssigem Ammoniak auch eine Lösung des sehr schwierigen Problems der Abwässerbeseitigung darstellen, das heute die meisten Ausrüstungsbetriebe beschäftigt.

Quellennachweis:

„In Ammoniak zehnmal schneller färben“; Textilbetrieb 10/1974

„Recent Developments in Cotton“; Shirley Institute 6/1972

Literatur:

J. Müller: „Flüssig-Ammoniak-Verfahren/Sanfor-Set“; Chemiefaser/Text. Ind. 5/1975

I. Lambrinou: „Leinen und Alkali“; Melliand Textilber. 4/1975

Diskussion

Winkler: Sie erwähnten mit Recht die Beseitigung bzw. die Rückgewinnung des Ammoniaks als wesentlichen Punkt. Dr. Gailey hat 1971 in Den Haag die Größenordnung, in der eine Rückgewinnung des Ammoniaks wirtschaftlich ist, so hoch angesetzt, daß sich nur große Firmen eine solche Rückgewinnungsanlage leisten konnten. Sind von 1971 bis heute im Hinblick darauf wesentliche Veränderungen eingetreten? Oder — mit anderen Worten: Auf wieviel Tonnen täglichen Durchsatzes an Garn basiert Ihre Amortisationszeit von zwei Jahren für die Rückgewinnungsanlage?

Danielowski: 1970/71 konnten wir die Ammoniakrückgewinnung noch allgemein empfehlen. Das hing damit zusammen, daß damals von einem Ammoniakpreis ausgegangen wurde, der in England bei nur etwa 0,25 bis 0,30 DM/kg lag. Die Ammoniakpreise liegen in der Bundesrepublik heute weitaus höher, etwa bei DM 1,20/kg. Nach unseren Berechnungen ist eine Rückgewinnung des Ammoniaks auf Grund dieser Preisentwicklung wirtschaftlicher als jedes andere Verfahren.

Bei einem Durchsatz von 1000 kg Garn im feinen Nummernbereich sind bei 2-Schichtbetrieb 3 bis 4 Prograde-Maschinen notwendig. Das ist für die Rückgewinnungsanlage bereits eine ökonomisch akzeptable Größenordnung. Die von uns projektierten Rückgewinnungsanlagen besitzen eine Kapazität von 100 bis 120 kg Ammoniak/Std. Die von mir genannten Kosten von ca. 750 TDM beziehen sich nur auf eine Anlage in dieser Größe.

Aufspulen von Filamentgarnen mit hohen Geschwindigkeiten

Dr. Karl Bauer
Barmag, Barmer Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft,
Remscheid-Lennep

Hohe Spulgeschwindigkeiten werden beim Schnellspinnen und Spinnstrecken von Filamentgarnen für textile Einsatzzwecke angewandt. Zunächst werden charakteristische Merkmale dieser Verfahren besprochen und danach einige Besonderheiten von Spulköpfen, die für diese Einsatzgebiete entwickelt wurden, beschrieben.

High winding speeds are used for high-speed-spinning and spin-draw-winding of filament yarns for textile applications. A discussion of the characteristics of these processes is followed by a description of some special features of the winding heads which were developed for these applications.

1. Definition der Hochgeschwindigkeitsspinnverfahren

Beim Spinnen von Filamentgarnen unterscheidet man je nach Verfahren und Geschwindigkeitsbereich die Begriffe, die in Tabelle 1 aufgezählt sind.

Wir sprechen von *Langsamspinnen*, wenn die Aufspulgeschwindigkeit nicht höher als etwa 1800 m/min ist und wenn der Faden aus der Spinndüse kommend nicht durch besondere Vorrichtungen verstreckt wird, sondern in seinem „Naturzustand“ aufgespult wird.

Spinnen mit Spulgeschwindigkeiten von 1800 bis 3000 m/min bezeichnet man als *Mittelgeschwindigkeitsspinnen*, das von 3000 bis 4000 m/min als *Schnellspinnen* und das von 4000 bis 6000 m/min als *Superschnellspinnen*. Je höher die Spinnengeschwindigkeit ist, desto höher sind Orientierung und Festigkeit des Fadens und desto geringer ist die Dehnung.

Mit dem Ausdruck „*Streckspinnen*“ bezeichnet man eine Variante des Schnellspinnens — ein Verfahren, bei dem der Faden so schnell gesponnen wird, daß er

bei der dabei erfolgenden Orientierung ohne besondere Streckeinrichtungen einen Zustand erreicht, in dem er als fertiger Faden weiterverarbeitet werden kann.

Der Wunsch, durch einfaches Streckspinnen einen fertigen Faden herzustellen, besteht schon sehr lange, und man hat während vieler Jahre der Entwicklung immer wieder gedacht, man stünde kurz vor dem Ziel und müßte die Geschwindigkeit nur noch ein wenig anheben, um die gewünschte hohe Festigkeit und niedrige Dehnung zu erreichen. War man aber bei dieser höheren Geschwindigkeit angelangt, stellte sich heraus, daß die Dehnung noch nicht genügend verringert war und man das Niveau der Geschwindigkeit noch etwas anheben mußte. Erst in der Nähe von 6000 m/min Spinnengeschwindigkeit, also durch Superschnellspinnen, können (unter normalen Bedingungen) Fäden hergestellt werden, die für spezielle Einsatzgebiete als fertige Fäden weiterverarbeitet werden können.

Polyamidfäden haben eine geringere Dehnung als Polyesterfäden bei gleicher Spinnengeschwindigkeit.

Sollen auf der Spinnmaschine direkt fertige glatte Fäden für die verschiedenen textilen Einsatzgebiete hergestellt werden, so verstreckt man sie mittels Galetten und spricht von *Spinnstrecken*. Durch Verstrecken mittels Galetten — die häufig auch beheizt sind — kann man die Eigenschaften der Fäden in bezug auf Orientierung, Kristallisation, Dehnung,

Tabelle 1: Geschwindigkeitsbereiche bei Spinnen und Spinnstrecken

Verfahren	Geschwindigkeit m/min	Kurzbezeichnung
Langsamspinnen	bis 1800	LSS
Mittelgeschwindigkeitsspinnen	1800—3000	MSS
Schnellspinnen	3000—4000	HSS
Superschnellspinnen	4000—6000	SHSS
Spinnstrecken	bis 4000	SDW
Schnellspinnstrecken	um 6000	HSDW
Spinnstrecktexturieren (z. B. für Teppichgarn)	bis ca. 4000	SDT

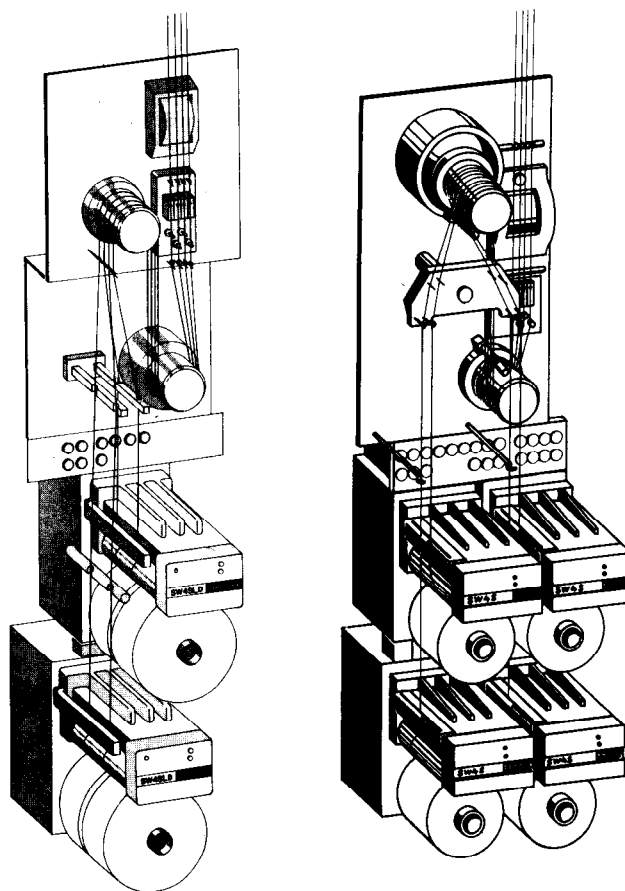


Abb. 1: Fadenlauf in Spinnmaschinen (a) und in Spinnstreckmaschinen (b)

Festigkeit und Schrumpf den Erfordernissen der Weiterverarbeitung anpassen.

Spinnt man hierbei mit Schnellspinn­geschwindigkeit, also mit 3000 bis 4000 m/min, und verstreckt anschließend die Fäden in einem Arbeitsgang, so müssen diese mit Geschwindigkeiten von 5500 bis 6000 m/min aufgespult werden, und man spricht vom *Schnellspinnstrecken*.

Wird nach dem Spinnstrecken im gleichen Arbeitsgang ein texturierter Faden erzeugt, so bezeichnet man das Verfahren als *Spinnstrecktexturieren*.

Abbildung 1 zeigt Beispiele für den Fadenlauf in Spinn- und Spinnstreckmaschinen. Bei *Spinnmaschinen mit Galetten* werden die Fäden durch Galetten von den Spinn­düsen abgezogen und über die Präparationseinrichtung mit konstanter Geschwindigkeit den Spulköpfen zugeli­efert. Durch Einstellung des Geschwindigkeitsverhältnisses zwischen Galette und Spulkopf kann dann die Fadenspannung vor dem Aufspulen auf einfache Weise eingestellt werden.

Bei *galettenlosen Spinnmaschinen* laufen die Fäden von den Spinn­düsen über die Präparationseinrichtung direkt zum Spulkopf, das heißt, der Spulkopf bestimmt Abzugs- und Aufspulgeschwindigkeit. Diese Ausführung wird in den letzten Jahren zunehmend gewählt, um die Kosten für die Galetten zu sparen, die Bedienung zu vereinfachen und die Fadenbruchzahlen zu verringern.

Die Spulköpfe sollten dann eine Abfallwicklung legen können — denn im ersten Moment des Aufspulens auf der leeren Hülse ist der Fadentiter noch nicht korrekt, weil der Faden durch den Anlegeinjektor nicht mit definierter Geschwindigkeit von der Spinn­düse abgezogen wird.

Bei galettenlosen Spinnmaschinen sollte man Maßnahmen ergreifen, um die Fadenspannung vom Spinn­schacht bis zur Aufwicklung auf einem niedrigen Niveau zu halten, und es wäre wünschenswert, wenn auch der Spulkopf die Möglichkeit böte, die Spannung des Fadens unmittelbar vor dem Aufspulen zu beeinflussen.

Spinnstreckmaschinen haben Galetten zum Verstrecken der Fäden. Die Galetten werden mehrfach umschlungen, und es ist auf einfache Weise möglich, die Spannung des zum Spulkopf laufenden Fadens einzustellen. Das gleiche trifft auch für die Spinnstrecktexturiermaschinen zu.

Hier muß allerdings häufig mit besonders niedrigen Aufspulspannungen gearbeitet werden, und es müssen besonders weiche Spulen hergestellt werden, damit die Fadenkräuselung in der Spule auch bei längerer Lagerzeit nicht Schaden leidet und eine gute Spulenform erhalten bleibt.

Welche Vorteile bieten die neuen Hochgeschwindigkeitsspinnverfahren im Vergleich zu den früher üblichen langsamen Verfahren?

2. Das Schnellspinnen

Abbildung 2 zeigt die Abhängigkeit der Verstreckung von Polyesterfilamentgarn, die in der Falschzwirnmachine eingestellt wird, von der Spinn­geschwindigkeit. Filamentgarne, die mit Geschwindigkeiten über 3000 m/min hergestellt werden, eignen sich aus vielerlei Gründen besonders gut für das Strecktexturieren

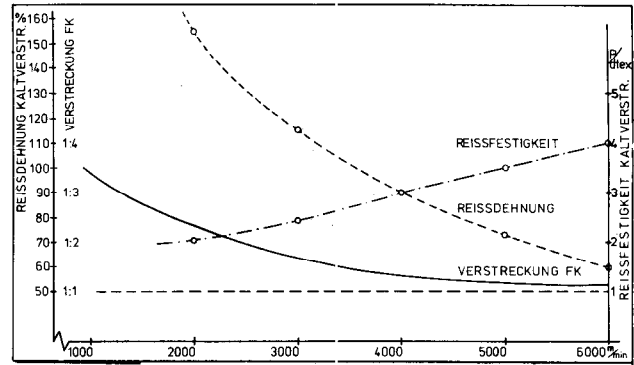


Abb. 2: Dehnbarkeit von Polyesterfilament in Abhängigkeit von der Spinn­geschwindigkeit

im Simultanverfahren und weisen gute Lagerfähigkeit auf. Bei Geschwindigkeiten um oder über 4000 m/min beobachtet man eine noch bessere Lagerfähigkeit und beim Texturieren einfachere Bedienung, verringerte Querschnittsdeformation, verbesserten Überlauf der Fadenreserven usw.

Bei 6000 m/min erreicht man im vorliegenden Fall eine Verstreckung von ca. 1:1,15 bzw. ca. 15%. Die Größe der Verstreckung kann im Einzelfall von der hier gezeigten Kurve je nach Filamenttiter, Lösungsviskosität des Polymeren oder Einsatzgebiet (z. B. Verstreckung in der Streckzwirnmachine, der Falschzwirnmachine usw.) etwas abweichen.

Sie sehen, daß sich diese Kurve mit zunehmender Geschwindigkeit dem Streckverhältnis 1:1 asymptotisch nähert, ohne dies bei 6000 m/min erreicht zu haben. Schnellgesponnene Filamentgarne haben also auch bei einer Spinn­geschwindigkeit von 6000 m/min noch nicht die niedrige Dehnung von verstreckten Garnen, die üblicherweise beim Simultanstrecktexturieren das Streckverhältnis 1:1 haben.

Modifikationen im Spinnprozeß, die vorgeschlagen wurden, um die Lage der Asymptote zu verändern, wirken sich empfindlich aus. Sie sind teurer, weniger sicher und universell einsetzbar als Spinnstreckeinrichtungen, mit denen die gewünschten Garneigenschaften mit Sicherheit erzielt werden können.

Abbildung 3 zeigt die Produktionsmenge in Abhängigkeit von der Spinn­geschwindigkeit. Die Ordinate wurde dimensionslos gezeichnet, damit sie vom Titer

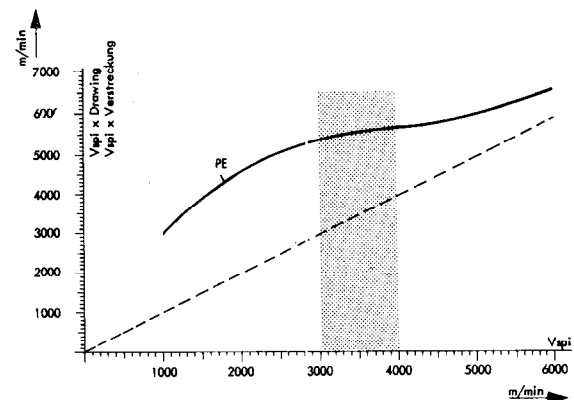


Abb. 3: Produktionsmenge von Polyesterfilament in Abhängigkeit von der Spinn­geschwindigkeit

unabhängig ist. Wir sehen, daß eine Geschwindigkeitssteigerung über 4000 m/min neben der Qualitätsverbesserung einen deutlichen Produktionszuwachs liefert.

3. Spinnstrecken und Schnellspinnstrecken

Beides ist vor allem zur Herstellung von glatten Fäden interessant, um die früher getrennt geführten Prozesse zwecks Kostensenkung zusammenzufassen bzw. die Produktion zu steigern. Hier ist die Produktionszunahme der Größe der Auslaufgeschwindigkeit proportional.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß es sich

- aus Gründen der verbesserten Fadenqualität und
- aus Gründen erhöhter Produktion sowie verbesserter Wirtschaftlichkeit

lohnt, sich mit hohen Aufspulgeschwindigkeiten zu befassen.

4. Anforderungen an Hochgeschwindigkeitsspulköpfe

Einige der Anforderungen, die an moderne Hochgeschwindigkeitsspulköpfe gestellt werden, sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Anforderungen an Hochgeschwindigkeitsspulköpfe

1. konstante Aufspulgeschwindigkeit
2. konstante Fadenspannung über die Spulreise
3. konstante Fadenspannung über den Changierhub
4. einstellbare Fadenspannungshöhe
5. große Spulenabmessungen
6. einstellbarer Anpreßdruck
7. geringer Platzbedarf
8. konstanter Fadenlauf
9. einfache Bedienung
10. Betriebssicherheit
11. niedriger Geräuschpegel

- Wir wünschen eine konstante Aufspulgeschwindigkeit, weil auch die Zuliefergeschwindigkeit des Fadens konstant ist bzw. weil der Titer des Fadens konstant gehalten werden muß.
- Die Fadenspannung soll während der gesamten Spulreise wegen der gleichmäßigen Fadenqualität konstant sein. Während der ersten Sekunden der Spulreise, wenn der Faden gerade auf die Leertüte aufgewickelt wird, können Sonderbedingungen gelten.
- Die Fadenspannung über dem Changierhub soll möglichst konstant sein, damit die Spule über die gesamte Länge möglichst den gleichen Durchmesser und die gleiche Härte erhält.
- Niedrige oder hohe Aufspulspannungen sollen bei gutem Spulenaufbau möglich sein, damit je nach Faden und gewünschter Spulenqualität in bezug auf Transportsicherheit usw. stets eine optimale Spulenqualität erzielt werden kann.

- Große Spulenabmessungen und -gewichte müssen erreicht werden können.
- Der Anpreßdruck der Spule gegen die Reibwalze sollte einstellbar sein. Fadenreserven und gegebenenfalls Abfallwindungen müssen automatisch auf die Hülsen gewickelt werden können.
- Die Spulknöpfe sollen wenig Platz benötigen, damit sie in dichtgedrängter Anordnung möglichst mehretagig in der Spinnmaschine untergebracht werden können.
- Der Fadenlauf soll einfach und übersichtlich sein und sich während der Spulreise möglichst nicht ändern.
- Die Bedienung soll einfach sein, das heißt, das Wechseln der Spulen soll nur wenig Zeit in Anspruch nehmen, damit die Kosten für Bedienung und Abfall niedrig bleiben. Der Spulkopf soll in bezug auf die Spulhülsen möglichst anspruchslos sein, damit je nach Einsatzgebiet billige Einweg- oder Mehrweghülsen eingesetzt werden können.
- Schließlich erwartet man vom Spulkopf noch Betriebssicherheit hinsichtlich Unfallverhütung sowie Wartungsfreundlichkeit und geringen Ersatzteilbedarf.
- Der Geräuschpegel soll möglichst niedrig sein.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß alle diese Anforderungen am einfachsten und am besten durch Spulmaschinen mit Friktionsantrieb erfüllt werden können. Deshalb hat die Barmag für dieses Einsatzgebiet eine Reihe von Spulköpfen entwickelt, die zwar nach dem gleichen Grundprinzip arbeiten und verwandte Teile enthalten, die aber in verschiedenen Ausführungen eingesetzt werden können.

Abbildung 4 zeigt eine Schnellspulmaschine für das Aufspulen von acht Fäden in einer Teilung von 700 mm. Diese acht Fäden kommen aus einem ge-

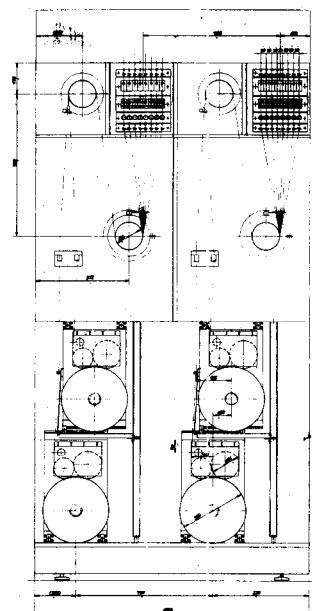


Abb. 4: Schnellspulmaschinen für das Achtfachspinnen mit Spulkopf SW4SSD

meinsamen Spinnstrecktexturiermaschine, laufen nebeneinander über die Präparationseinrichtung und werden jeweils zu vieren auf einen Spulkopf der Type SW4SSD aufgespult. Auf jedem Spannfüter werden also vier Spulen à 8 kg Gewicht hergestellt. Die Maximalgeschwindigkeit dieser Spulmaschine beträgt 6000 m/min. Sobald die Spulen den gewünschten Durchmesser erreicht haben, übernimmt der Bedienungsmann die kontinuierlich zulaufenden Fäden in den Absauginjektor, nimmt die Vollspulen ab, steckt die Leerhülsen auf und legt die Fäden neu an das Spannfüter an. Abfallwindungen und Fadenreserve werden automatisch gelegt, und die neue Spulreise kann beginnen.

Wir sehen hier den geringen Platzbedarf derartiger Spulköpfe in einer Spinnmaschine und die Möglichkeit, die Spulköpfe mehretagig anzuordnen.

Die nächste Abbildung (Abb. 5) zeigt den Aufspulteil einer Spinnstrecktexturiermaschine der Type FE 25 mit vollautomatischen Spulköpfen vom Typ SW4R2. Hier kommen aus dem Spinnstrecktexturier zwei Fäden im Titerbereich von ca. 1000 bis 2000 dtex.

Die Fäden werden zunächst durch Galetten verstreckt, dann texturiert und auf einen Spulkopf, der auf seinem Spannfüter zwei einzelne Hülsen trägt, nebeneinander aufgespult. Ist der gewünschte Spulendurchmesser erreicht, so werden die Spulen vollautomatisch gewechselt. Hier ist die kompakte Anordnung weniger entscheidend, vielmehr dagegen ein automatischer, betriebssicherer und abfallfreier Spulenwechsel, weil die Laufzeiten einer Spule oft nur ca. 10 Minuten betragen.

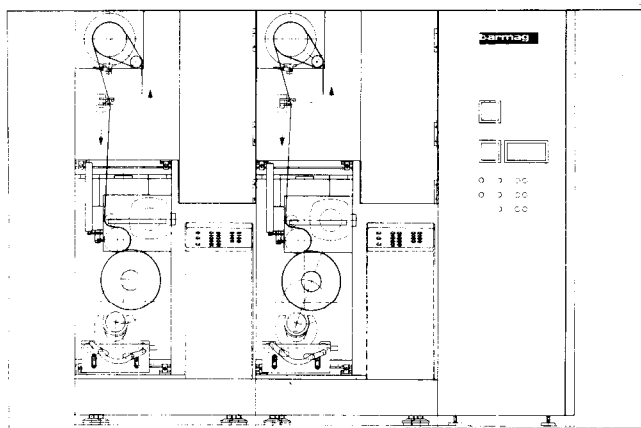


Abb. 5: Aufspulteil einer Spinnstrecktexturiermaschine

5. Einige technische Besonderheiten von Schnellspulköpfen

5.1. Der Antrieb der Schnellspulköpfe

Als man sich vor über acht Jahren entschloß, Spulmaschinen für den Geschwindigkeitsbereich von etwa 4000 m/min zu entwickeln, war durchaus nicht klar, ob für diesen Einsatzfall der Friktionsantrieb geeignet sei. In Veröffentlichungen wurde zu dieser Zeit auch die Auffassung vertreten, die Walkarbeit in den Spulen wäre bei solchen Geschwindigkeiten so groß, daß man durch Friktion die notwendige Antriebsleistung nicht auf die Spule übertragen könne.

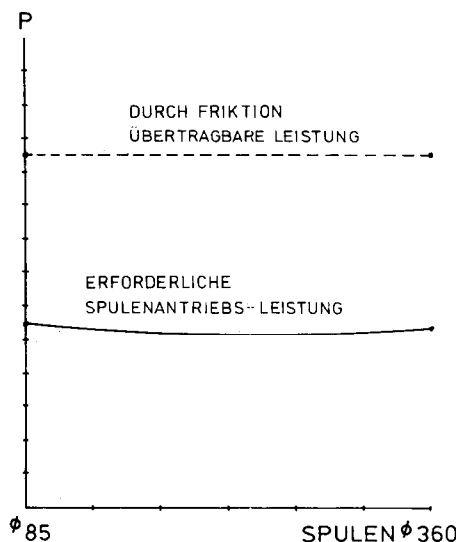


Abb. 6: Antriebsleistung über Spulendurchmesser (Diagramm)

Durch Versuche wurde aber festgestellt, daß die gefürchtete Walkarbeit in den Spulen weit geringer ist als angenommen und daß sich der Friktionsantrieb der Spulen gerade für höhere Spulgeschwindigkeiten hervorragend eignet.

Abbildung 6 zeigt als Beispiel das Diagramm der Antriebsleistung, die von der Treibwalze während der Spulreise aufgebracht werden muß. Wir stellen fest, daß es während der gesamten Spulreise keine kritische Phase gibt, in der der sichere Antrieb in Frage gestellt ist. Das rechnerisch ermittelte Antriebsmoment zwischen Spule und Treibwalze ist deutlich größer als das benötigte experimentell ermittelte Moment.

Aus Messungen geht hervor, daß der Schlupf zwischen Spulenoberfläche und Treibwalzenoberfläche bei normalen Produktionsbedingungen kleiner als 0,1 % ist, sodaß er also für den praktischen Betrieb keine Rolle spielt.

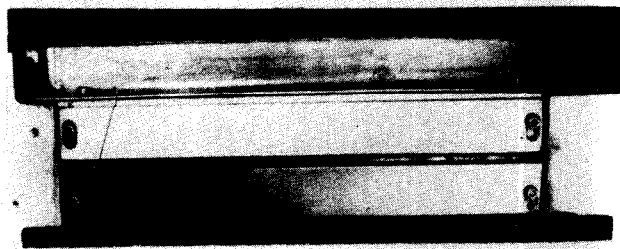
5.2. Massearme Changierung erlaubt hohe Changiergeschwindigkeit bei geringem Verschleiß.

Die Realisierung hoher Spulgeschwindigkeiten wurde erst möglich, als eine Changiereinrichtung entwickelt war, mit der hohe Doppelhubzahlen bei geringem Verschleiß des Fadenführers und bei niedrigem Lärmpegel erzielt werden konnte. Im Zuge dieser Arbeiten wurde ein Fadenführer entwickelt (Abb. 7), der weniger als 1 g wiegt.



Abb. 7: Changierfadenführer SW4S

VOR DER UMKEHR



IN DER UMKEHR



NACH DER UMKEHR



Abb. 8: Bewegung des SW4S-Fadenführers im Umkehrbereich

In den aus Kunststoff gespritzten Körper dieses Fadenführers ist ein verschleißfestes Sinterkeramikstück eingesetzt, durch das der Faden gleitet. Da der Fadenführer aus einem Stück besteht, muß er während eines Doppelhubs in der Nut der Kehrgehwelle kippen, wie dies auch in Abbildung 8 zu sehen ist.

Im oberen Teil sehen Sie den Fadenführer mit Faden, wie er sich nach rechts bewegt. Im mittleren Teil der Abbildung ist die Phase dargestellt, in der sich der Fadenführer genau im Umkehrpunkt befindet; das Keramikstück liegt horizontal. Im unteren Teil des Bildes sehen wir die Phase, in der sich der Fadenführer nach links bewegt und entsprechend der Steigung der Kehrgehwellenut gekippt ist.

Durch solche massearmen, verschleißfesten Fadenführer ist es möglich, Changiergeschwindigkeiten bis zu 900 m/min im Dauerbetrieb zu erzielen.

Damit der Faden mit möglichst kleinem Umkehradius auf die Spule abgelegt wird — kleiner, als dies durch jeden mechanischen Fadenführer möglich wäre —, wurde als Besonderheit die Kombination des Changierfadenführers mit einer nachgeschalteten Nutwalze entwickelt. Diese Nutwalze wurde auf Grund von Erfahrungen konstruiert, die bereits früher mit Schlitztrommeln gesammelt worden waren.

Aus Abbildung 9 geht hervor, daß der Changierfadenführer eine Vorchangierung zur Nutwalze darstellt, um den Faden sicher über die Kreuzungspunkte der

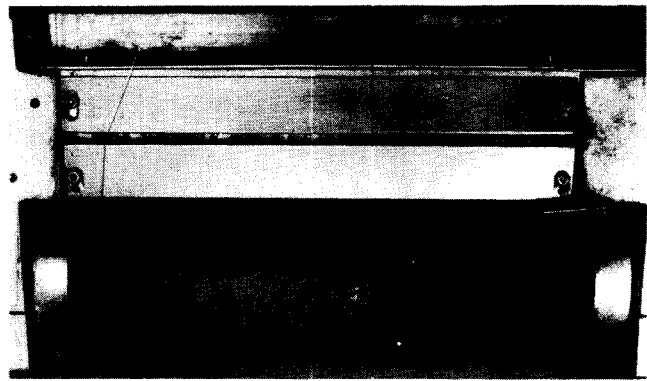


Abb. 9: Zusammenspiel zwischen Changierfadenführer und Nutwalze

Nutwalze und bis in deren Umkehrbögen hineinzuführen. Danach gelangt der Faden in die Nut der Nutwalze, die ihn dann mit sehr kurzer Schleplänge auf die Spule übergibt. Hierdurch werden besonders kleine Ablageradien des Fadens am Hubende erreicht (Abb. 10).

Auf diese Weise vermeidet man übermäßige Materialanhäufungen am Spulenende, die Härte der Spule über die Länge ist besonders gleichmäßig, und der Aufbau der Stirnfläche der Spule wird besonders stabil. Bei großen Umkehradien dagegen besteht die Gefahr, daß sich bei Berührung, während des Transports usw. die Fäden nicht halten können, sondern abgleiten und Abschlager oder Spannfäden bilden. Hierdurch ist es auch möglich, bei verschiedenen Filamenttitern und Spinnpräparationen einen optimalen Spulenaufbau zu erzielen.

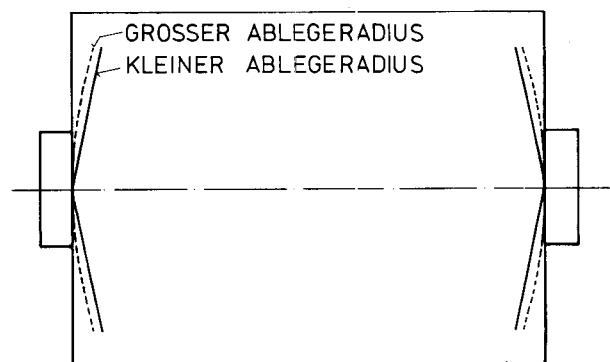


Abb. 10: Ablage des Fadens am Spulenrand

Weil der Fadenführer in der Umkehrung von der Nutwalze geführt wird, kann er selbst mit großem Umkehrbogen, das heißt mit kleinen Beschleunigungskräften, bewegt werden, wodurch sehr hohe Doppelhubzahlen mit großer Sicherheit im Dauerbetrieb erreicht werden können. Der Instandhaltungsaufwand ebenso wie der Lärm ist gering, und es war möglich, die Maximalgeschwindigkeit des Spulkopfes bei Bedarf von 4000 auf 6000 m/min zu erhöhen, ohne das Changierprinzip ändern zu müssen.

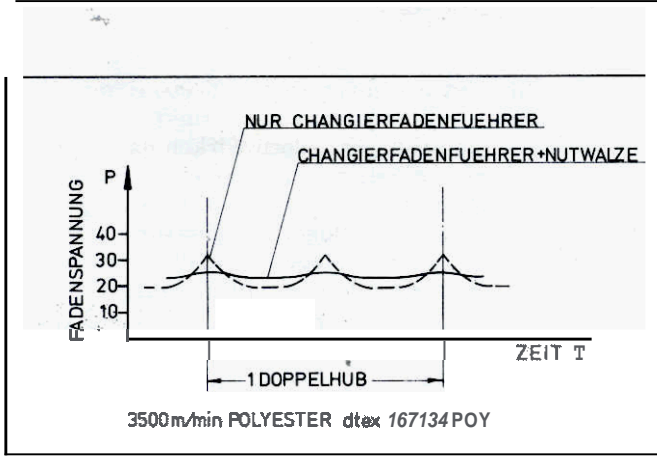


Abb. 11: Fadenspannungsverlauf über den Changierhub

5.3. Konstante Fadenspannung über den Changierhub

Wird ein Faden in einem ebenen Changierdreieck längs der Spule hin- und herchangiert, so beobachtet man über dem Changierhub einen bestimmten Fadenspannungsverlauf, der in erster Linie von den geometrischen Verhältnissen im Changierdreieck, zum Teil aber auch von der Elastizität des Fadens und von der Changiergeschwindigkeit abhängt.

Einen derartigen Fadenspannungsverlauf sehen Sie in Abbildung 11 durch die strichlierte Linie dargestellt. Über dem Changierhub treten große Fadenspannungsunterschiede auf, die jedoch unerwünscht sind, weil sie zu Ungleichmäßigkeiten im Faden führen können. Diese Fadenspannungsschwankungen können stark vermindert werden, indem die Tiefe der Nut über die Changierbreite geändert wird. Danach liegt die Fadenspannung innerhalb der durchgehend linierten Kurve der Abbildung. Wenn der Faden über die Mitte der Spule hinaus nach außen läuft, so muß er normalerweise gedehnt werden, und die Fadenspannung steigt an. Wir vergrößern hier jedoch die Tiefe der Nut und vermeiden so die starke Dehnung des Fadens. Umgekehrt fällt die Fadenspannung bei normaler Changierung in dem Moment zusammen, wenn sich der Fadenführer vom Hubende zur Mitte hin bewegt. Dieses plötzliche Absinken der Fadenspannung kann aber durch eine ebenso plötzliche Verringerung der Nuttiefe ausgeglichen werden.

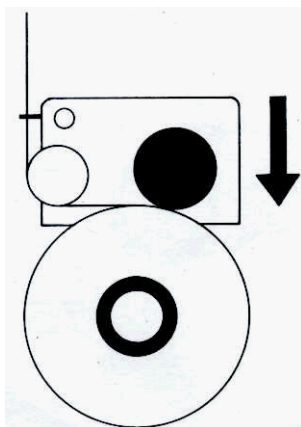


Abb. 12: Fadenspannungsverminderung durch voreilende Nutwalze

5.4. Die Voreilung der Nutwalze ergibt eine niedrige Aufspulspannung.

Die Nutwalze kann auch dazu benutzt werden, die Spannung des Fadens zu beeinflussen, mit der er auf die Spule abgelegt wird. Wie aus Abbildung 12 hervorgeht, kann die Umfangsgeschwindigkeit der Nutwalze unabhängig von der Fadengeschwindigkeit eingestellt werden. Ist die Umfangsgeschwindigkeit der Nutwalze höher als die Fadengeschwindigkeit, so übt sie auf den Faden eine Fiiirderwirkung aus. Die Fadenspannung zwischen Nutwalze und Spule wird dadurch gefrnger. Der umgekehrte Effekt wird erzielt, wenn die Nutwalze eine kleinere Umfangsgeschwindigkeit als der Faden erhält.

5.5. Einfache Bedienung des Spulkopfes

Abbildung 13 zeigt einen Spulkopf, bei dem die gerade fertiggestellte Vollspule durch eine Abdrückvorrichtung auf den bereitgestellten Dorn eines Servo-Doffers aufgeschoben wird. Während dieses Arbeitsganges ist die Treibwalze mit dem Changiergehäuse nach oben in Warteposition gefahren worden. Der Bedienungs-mann drückt anschließend die Spule mit Hilfe des Servo-Doffers auf das bereitgestellte Ablagegatter, steckt die Leerhülse auf das Spannutter, senkt die Treibwalze auf die Leerhülse ab und kann die Faden neu anlegen.

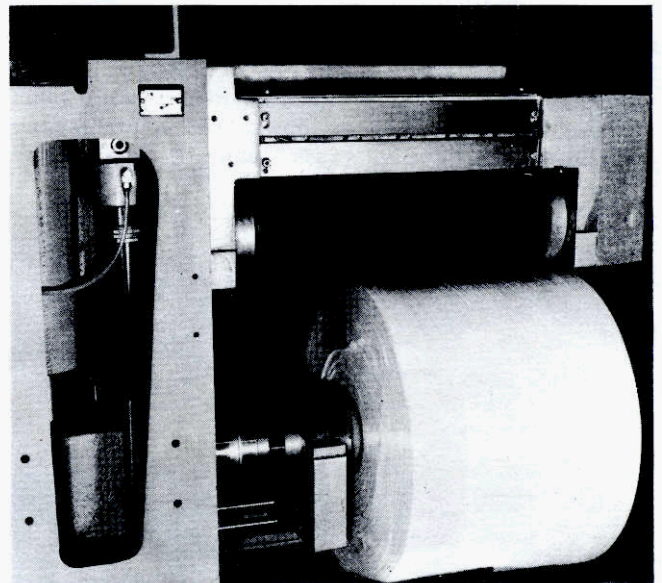


Abb. 13: Spulenwechsel am Spulkopf SW4SSD und Steuerung des Fadenanpreßdruckes

Dazu benötigt er eine Fadenreserveeinrichtung (Abb.14), durch die die Fäden vollautomatisch auf die Hülse gelegt werden, die Fadenreserve gebildet und der Faden an die Changierfadenführer übergeben wird.

5.6. Einstellbarer Anpreßdruck

Während der Spulreise wird dann normalerweise ein gleichbleibender Anpreßdruck der Treibwalze gegen die Hülse eingestellt. Dieser wird durch einen Druckentlastungszyylinder erreicht, den Abbildung 13 zeigt.

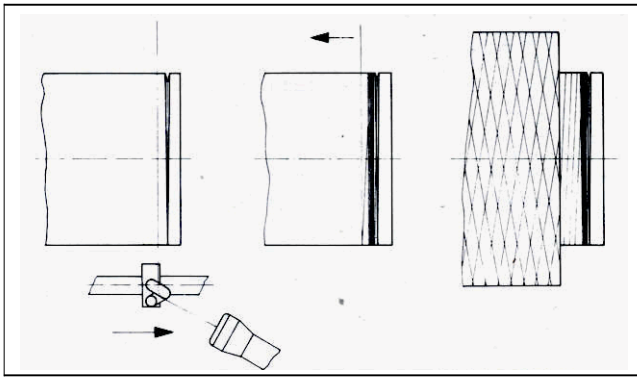


Abb. 14: Bildung der Fadenreserve auf der Hülse

Er ist druckluftbeaufschlagt und entlastet die Spule teilweise vom Gewicht der Treibwalze. In Sonderfällen kann durch eine besondere Steuerung der Anpreßdruck während der Anlaufphase und während der Spulreise verändert werden.

Eine spezielle Vorrichtung zur Feinregelung des Anpreßdruckes wurde mit der sogenannten PCC-Einrichtung entwickelt, eine Zusatzeinrichtung, die die Einstellung und Konstanthaltung von besonders niedrigen Anpreßdrücken (von z. B. 1–2 kg) ermöglicht.

5.7. Betriebssicherheit

Einen der am höchsten beanspruchten Bauteile der Spulköpfe stellt das Spannfutter dar. Bei einer Produktionsgeschwindigkeit von 6000 m/min, das heißt also bei 360 km/h und bei einem Außendurchmesser der Hülsen von beispielsweise 83 mm, beträgt die An-

fangsdrehzahl des Spannfutters ca. 23.000 U/min. Bei zunehmendem Spulendurchmesser sinkt zwar die Drehzahl des Spannfutters, jedoch wirken dann erhebliche Radialkräfte durch das zunehmende Spulengewicht. Um trotz dieser hohen Beanspruchung eine hohe Standzeit der Kugellager zu gewährleisten, ist das Spannfutter weich gelagert, sodaß es während der gesamten Betriebszeit überkritisch läuft.

Die Spannelemente für die Hülsen sind selbsttragend, also explosionsicher, sodaß auch beim Platzen von Hülsen bei höchsten Geschwindigkeiten keine Gefährdung des Bedienungspersonals durch das Spannfutter entsteht.

Abbildung 15 zeigt eine Gesamtansicht des Spulkopfes, der sich durch kompakte und robuste Bauweise auszeichnet. Auf einem Spannfutter können zwei Spulen mit je 250 mm Hub und 360 mm Durchmesser, das heißt mit je ca. 24 kg Gewicht, gespult werden.

In Abbildung 16 sehen Sie einen Spulkopf einer einfacheren und billigeren Ausführung. Dieser Spulkopf ist nur für **Produktionsgeschwindigkeiten** bis zu 3000 m/min geeignet, er besitzt keine Nutwalze, also lediglich eine Fadenführerchangierung, weshalb er weniger vielseitig einsetzbar ist. Da wegen des Fehlens der Nutwalze die Changierbewegung des Fadens und damit der Spulenaufbau von geringerer Qualität ist als bei den oben beschriebenen Köpfen, muß hier der Anpreßdruck der Treibwalze besonders niedrig gehalten werden. Deshalb ist bei dieser Spulkopfart der Einsatz der Präzisionsanpreßdruckregelung PCC serienmäßig vorgesehen.

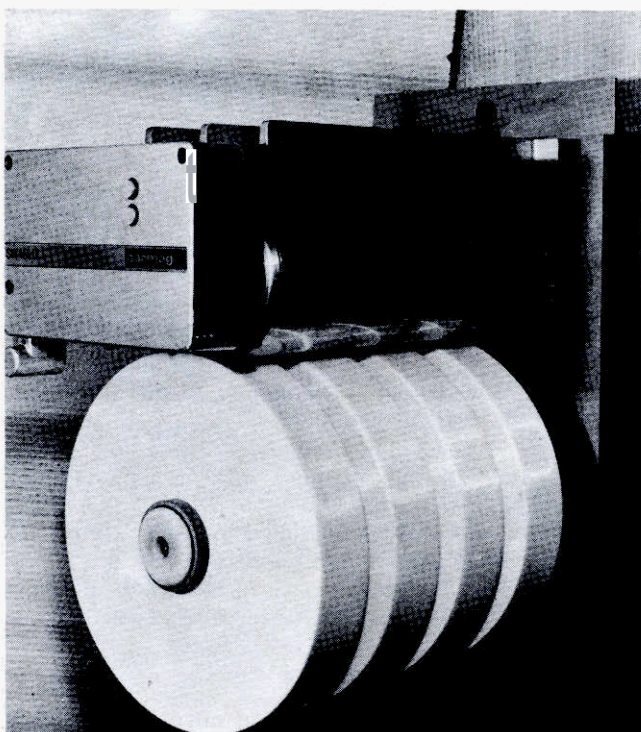


Abb. 15: Spulkopf SW4SLD

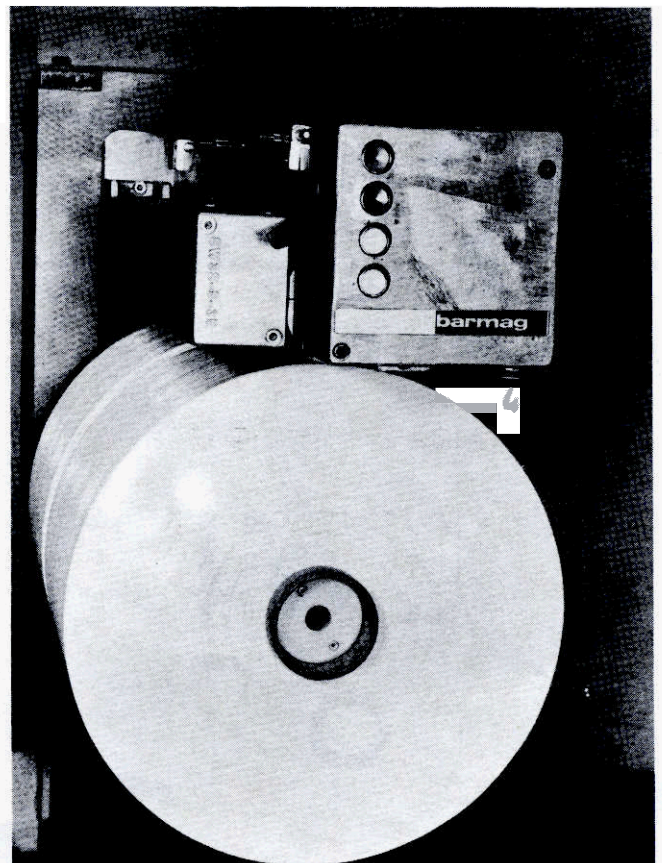


Abb. 16: Spulkopf SW3S

6. Spulköpfe mit automatischem Spulenwechsel

Der Vorgang des Spulenwechsels bei vollautomatischen Spulköpfen kann durch einen Film schneller und einfacher beschrieben werden als durch Worte. Ich möchte Ihnen deshalb zum Abschluß meines Vortrags einen Kurzfilm über den Spulenwechsel bei einem solchen Spulkopf vorführen. Sie sehen dabei folgende Arbeitsphasen:

1. Die Vollspule läuft in normaler Betriebsstellung in Kontakt mit der Treibwalze.
2. Nachdem das Signal zur Einleitung des Wechselvorgangs gegeben wurde, dreht sich die Achse der Vollspule im Uhrzeigersinn, das heißt nach rechts unten.
3. Gleichzeitig wird das zweite Spannfutter mit den Leerhülsen nach oben auf die Treibwalze zubewegt. In dem Augenblick, in dem Vollspule und Leerhülse die Treibwalze oder Nutwalze berühren, wird der Drehvorgang unterbrochen und die Leerhülse auf die gewünschte Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt.
4. Die Fadenübergabe von der Vollspule auf die Leerhülse wird vorgenommen. Auf der Leerhülse wird die Fadenreserve gebildet und der Faden an den Changierfadeführer abgegeben.
5. Der Revolver dreht sich weiter, sodaß die Vollspule in die untere Ruhelage kommt, während die neue Spule ihre normale Produktionsstellung einnimmt.
6. Die Vollspule wird vom Spannfutter abgeschoben und für den Bedienungsmann bereitgelegt. Dieser hat lediglich die Leerhülsen auf den Spulkopf aufzustecken und die Vollspulenanlage wieder in Wartstellung zu bringen.

Im Film sehen Sie eine vollautomatische Einrichtung für Spulenabtransport und Leerhülsenzuführung zum Spulkopf. Hier handelt es sich um das System des positionsintegrierten Doffers, das heißt, unter jedem Spulkopf ist eine Vorrichtung zur Abnahme der Vollspule und zum Aufstecken der Leerhülse vorhanden. Durch eine Transportkette werden im Takt die Vollspulen weggefahren und die Leerhülsen antransportiert. Diese Ausführung eignet sich besonders für Spulmaschinen mit sehr kurzen Spulenlaufzeiten, beispielsweise in Spinnstrecktexturiermaschinen.

Diskussion

Studt: Wie groß ist der Energiebedarf bei diesen hohen Aufspulgeschwindigkeiten pro kg oder pro t? Sicher wird er erheblich höher sein als bei langsamen Geschwindigkeiten, wie beispielsweise bei 1000 oder 1200 m/min.

Wie häufig treten bei diesen hohen Spulstreckgeschwindigkeiten Fadenbrüche auf?

Wie groß ist der Investitionsbedarf? — Diese automatische Wechseleinrichtung ist technisch sehr elegant gelöst, kostet aber sicher sehr viel Geld. Heute, wo man besonders darauf achten muß, daß die Gestehungskosten niedrig bleiben, könnte nämlich die Einsparung von Arbeitskräften durch die um soviel höheren Investitionskosten wieder aufgehoben werden.

Bauer: Normalerweise steigt bei schnellaufenden Teilen, wie zum Beispiel bei Doppeldrahtspindeln, wo viel Luftreibung auftritt, der Energiebedarf etwa mit der Potenz 2,8. Bei Doppeldrahtspindeln zwirnt man oft bei höheren Geschwindigkeiten teurer als bei niedrigen — nur wegen des hierfür aufzuwendenden Energiebedarfs. Daher lag es nahe, diese Probleme genauer zu betrachten. Glücklicherweise konnten wir feststellen, daß der Energiebedarf beim Schnellspinnen nur einen ganz untergeordneten Kostenfaktor darstellt. Die genauen Zahlen darüber habe ich zwar jetzt nicht hier, ich würde aber schätzen, daß die Energiekosten für das Aufspulen allein — nicht für den Extruderteil — kleiner als 5 % sind. Eine Steigerung auf das Doppelte fällt also praktisch nicht ins Gewicht, wenn man berücksichtigt, daß man aus der gesamten Anlage eine viel höhere Produktion herausholt.

Um die Fadenbrüche bei höheren Spinnengeschwindigkeiten in der Hand zu behalten, muß man eventuell ein höherwertiges Polymeres einsetzen. Obwohl ich kein Fachmann auf diesem Gebiet bin — das ist ein Problem, das eher die Verfahrenstechniker berührt —, kann ich sagen, daß man durch den Einsatz von Mischern oder Mischtorpedos im Extruder (zur Homogenisierung der Schmelze und zur Verbesserung der Temperaturgleichmäßigkeit) und vor allem auch durch den Einsatz von Zentralfiltern — entweder in Form von Long-live- oder von Non-stop-Filtern — eine beachtliche Verbesserung der Spinnbedingungen erzielen konnte. So stellt die Polymerqualität — meiner Erfahrung nach — beispielsweise bei Spinnengeschwindigkeiten bis zu 4000 m/min keinen so entscheidenden Faktor dar.

Erfahrungen mit Spinnengeschwindigkeiten bis 6000 m/min sind natürlich noch wenig vorhanden, da diese Geschwindigkeiten bisher nur im Pilotmaßstab erreicht werden. Aber auch hier liegen sehr positive Ergebnisse vor, und ich erwarte auf diesem Sektor keine erheblichen Schwierigkeiten. Die Fadenbruchzahlen, die man beim Schnellspinnen erreichen kann — das wissen viele der anwesenden Herren besser als ich —, sind nicht höher als beim Langsamspinnen.

Bei den Investitionskosten für Doffer muß man sich im Einzelfall genau überlegen, welcher Doffer an welcher Stelle der richtige ist. Der positionsintegrierte Doffer (PID) eignet sich nur dann, wenn die Spulenlaufzeit sehr kurz ist, das ist zum Beispiel in Spinnstrecktexturiermaschinen der Fall, wo die Laufzeit 6 bis höchstens 12 Minuten beträgt. Hat man es dagegen mit großen Spulen mit glatten Fäden feinen Titers zu tun und liegt die Laufzeit in der Größenordnung von 2 Stunden, dann wäre es sicher zweckmäßig, eine andere Art von Doffer zu wählen. Wir bieten dafür einen Servo-Doffer an, der dem Bedienungspersonal zwar das Handhaben der schweren Spulen erleichtert, hinsichtlich Bedienungszeit aber praktisch kaum einen Vorteil bringt. Das Umgehen mit den schweren Spulen bringt heute schon Probleme mit sich, und in Zukunft — wenn die entsprechenden Arbeitsschutzgesetze eingeführt sein werden — werden es noch mehr sein. Das Handhaben von Spulen mit 16 kg und mehr Gewicht ist als Dauerbeschäftigung praktisch unzumutbar. Wir müssen also dem Kunden die Möglichkeit geben, die Maschinen genauso schnell zu bedienen, als hätten sie kleine Spulen, damit sich die Kosten nicht zu Ungunsten der größeren Spulen verschieben.

Wir haben deshalb eine ganze Palette von Doffern entwickelt, sodaß wir für jeden Einzelfall den für den Kunden am besten geeigneten Doffer anbieten können.

Riggert: Welche Möglichkeiten bestehen für eine weitere Steigerung der Geschwindigkeiten?

Bauer: Es ist natürlich klar, daß der Wissenschaftler weiterdenkt und sich nicht mit dem heutigen Stand der Technik zufriedengibt. Ich hatte mir auch überlegt, ob ich nicht über höhere Geschwindigkeiten sprechen sollte, wollte mich dann aber doch mehr darauf beschränken, was heute technisch realisiert werden kann und auch schon realisiert wird.

Natürlich arbeitet man versuchsweise bereits mit höheren Geschwindigkeiten, also mit solchen von 6000 bis 8000 m/min, es gibt meines Wissens aber noch keine spezielle Bezeichnung für diesen Geschwindigkeitsbereich. Wenn wir heute vom „Superschnellspinnen“ sprechen, müßte man dann vielleicht vom „Ultraschnellspinnen“ sprechen.

Die erzielten Ergebnisse sind meines Wissens etwas widersprüchlich, möglicherweise deshalb, weil es bisher auf Grund der existierenden Technik noch nicht gelungen ist, genügend konstante Betriebsbedingungen zu erreichen, das heißt, eine Spule über eine oder mehrere Stunden laufen zu lassen, bis sich beispielsweise das thermische Gleichgewicht in der Gesamtanlage eingestellt hat. Ich persönlich habe keine große Meinung von Spinn- und Streckgeschwindigkeiten über 6000 m/min für die Praxis.

Es klang in meinem Referat schon etwas an, daß man möglicherweise fertige Fäden durch Streckspinnen nur für Sondereinsatzgebiete herstellen wird. Eine universelle Maschine zur Herstellung von fertigen Fäden sollte meiner Ansicht nach Galetten haben, damit man durch diese Galetten und deren Beheizung die Eigenschaften der Fäden jeweils dem gewünschten Endverbrauchszweck anpassen kann. Sonst ist die Maschine zu einseitig.

Riggert: Sie wiesen mit Recht darauf hin, daß der Gleichmäßigkeit der Fadenspannung während des Changierablaufs eine große Bedeutung zukommt. Nun wird aber ein Unterschied in der Aufspulspannung dadurch erzeugt, daß infolge des Changierdreiecks der Weg zwischen Galette und Fadenführer verschieden lang ist. Das kann man jedoch durch verschiedene Nutentiefen wieder ausgleichen. Zusätzlich wirken aber die Trägheitskräfte des Fadens im Umkehrpunkt, und es gibt kaum eine Möglichkeit, deren Unterschiede auszugleichen.

Bauer: Ja, das ist richtig — gegen die Trägheitskräfte kann man nicht sehr viel tun. Wenn man einen schnell changierenden Faden beobachtet, so führt er eine Art Peitschbewegung, insbesondere im Bereich der Umkehrung, aus. Man kann versuchen, den Faden etwa durch Anschlagbleche oder ähnliches einzuengen, aber das ruft eine unerwünschte Reibung hervor, und man hat die Verhältnisse dann schlechter als zuvor. Wir haben aber den Eindruck, daß glücklicherweise diese Trägheitskräfte für die Fadenspannungsspitzen bzw. -schwankungen im Bereich der Umkehr oder über dem des Hubes nicht entscheidend sind.

Ich bedaure, daß ich nicht das Originaldiagramm der Fadenspannungsschwankungen hier gezeigt habe. Es wird darin nämlich sichtbar, daß dem Fadenspannungsverlauf über den Hub tatsächlich noch einzelne Spitzen überlagert sind, die mindestens teilweise von diesen Trägheitskräften herrühren.

Mit Hilfe des Uster-Diagramms kann man in einzelnen Fällen die Changierperiode erkennen. Es ist aber beim Schnellspinnen von Polyester 167 dtex möglich, selbst bei galettenlosen Spinnmaschinen, die hierin meistens etwas

empfindlicher sind, Uster-Werte von ca. 0,6 bis 0,7 zu erreichen. Das zeigt, daß die jetzt noch vorhandenen Störgrößen nicht sehr gravierend sind.

Pabst: Sie sprachen vorhin beim Film von einem texturierten Teppichgarn. Sind auch alle Voreinrichtungen den hohen Geschwindigkeiten, mit denen man ein derartiges Garn spinn- bzw. streckspinn-texturieren kann, angepaßt?

Bauer: Die Entwicklung der SW4R-Spulköpfe für vollautomatischen Fadenwechsel geht auf den Kundenwunsch zurück, speziell für Spinnstrecktexturiermaschinen von Teppichgarnen geeignete Aufspulmaschinen für Geschwindigkeiten im Bereich bis zu ca. 3000 m/min zu erhalten. Wir haben diesem Wunsch entsprechend zuerst die Spulköpfe und dann komplette Maschinen geliefert, wobei das Texturieraggregat für uns eine Blackbox darstellte, da die Kunden sie selbst entwickelt hatten.

Wir sind dann dazu übergegangen, auch eigene Entwicklungen in Verbindung mit einem Kunden, der uns gewisse Elemente aus seinen Arbeiten zu übernehmen erlaubte, zu betreiben. Wir haben diese etwas modifiziert und sind heute in der Lage, komplette Spinnstrecktexturiermaschinen anzubieten. Diese sind für Polyamid und Polypropylen im Titerbereich bis zu ca. 2000 dtex (Einzeltiter bei Polypropylen bis zu 30 dtex, bei Nylon bis zu 18 oder 20 dtex) geeignet. Nach allem, was wir von unseren Kunden hören, ist die Qualität der Garne sehr gut.

Pabst: Mit welchem Auslastungsgrad würden Sie bei solchen Anlagen rechnen, bzw. sind die Störungen so, daß man sie durch den Einbau verschiedener Elemente rasch beheben kann? Wie hoch schätzen Sie die Instandhaltungskosten?

Bauer: Man sollte diese Frage unterteilen, und zwar den Spinnenteil, den Texturierteil und den Spulenteil betreffend. Am einfachsten läßt sich die Frage beantworten, die sich auf den Spulenteil bezieht. Die Spulwechselsicherheit von vollautomatischen Spulköpfen liegt über 99% — also im Hinblick darauf ist die Maschine sehr betriebssicher.

Was den Spinnenteil anbelangt, so hat man hier mit Unterbrechungen — verursacht durch die beschränkte Düsenstandzeit, die wieder von den Filtern, den Durchsatzmengen, der Polymerqualität usw. abhängt — zu rechnen. Gegenüber den Verhältnissen, die heute an einer Spinnanlage herrschen, wird sich hier nicht sehr viel ändern.

Der Texturierteil ist eigentlich in den seltensten Fällen Anlaß zu Störungen. Diese treten bei solch hohen Durchsatzmengen vorzugsweise im Spinnenteil auf, und zwar wegen der begrenzten Lebenszeit von Düsen, Filtern usw.

Mischungen von Fasern in Vliesstoffen

Dr. rer. nat. Helmut Jörder,
Institut für Textiltechnik, Reutlingen

Die große Bedeutung von Fasermischungen für die Herstellung von Vliesstoffen besteht darin, daß hierdurch Eigenschaften verschiedenartiger Faserstoffe so kombiniert werden können, daß — je nach dem Verwendungszweck der Erzeugnisse — optimale Gebrauchseigenschaften erzielt werden.

Mit der Fasermischung können folgende Zwecke verfolgt werden:

- Verbesserung des Aussehens,
- Verfestigung durch Bindefasern,
- Verdichtung durch Schrumpffasern,
- Verleihung bestimmter Eigenschaften,
- Herabsetzung der Gestehungskosten.

The great importance of fibre-blends in producing non-woven fabrics lies in the fact, that when using this method, the qualities of the different fibres can be combined in such a way that — according to the use of the products — optimum properties are achieved.

The following goals can be pursued with fibre-blends:

- improvement of appearance,
- bonding of fibre-sheets by bonding fibres,
- condensing of fibre-sheets by shrinking fibres,
- imparting special properties,
- reducing the cost of products.

1. Einleitung

Bei allen Verfahren zur Vliesstoffherstellung spielen Fasermischungen eine wichtige Rolle.

Wenn die Faservliese nach dem mechanischen (Kardierverfahren) oder nach dem aerodynamischen Verfahren hergestellt werden, wird die Mischung der Fasern im allgemeinen in der Flocke vor der Vliesbildung durchgeführt. Die Mischung der Fasern erfolgt auf Anlagen, wie sie auch in der Vorspinnerei für die Garnherstellung verwendet werden.

Bei der hydrodynamischen Vliesbildung (Naßverfahren) wird die Mischung der Fasern in Mischbüetten durchgeführt, bevor die Fasersuspension auf dem Sieb zum Vlies abgelegt wird.

Beim Spinnvliesverfahren werden zur Herstellung von Mischfaservliesen Filamente aus unterschiedlichen Polymeren gleichzeitig in geschmolzenem Zustand aus verschiedenen Spinndüsen ersponnen, verstreckt und auf dem Transportband zum Spinnvlies abgelegt (Abb. 1).

Aus den beiden Spinndüsensätzen (1) werden zwei verschiedene Polymere ersponnen. Die beiden Stränge werden in einem gemeinsamen Abzugsorgan zu einem Fadenbündel zusammengefaßt (2) und mit Hilfe eines konzentrisch einwirkenden Luftstroms (4) verstreckt.

Um die in Form eines Bündels zusammengefaßten Fasern wieder zu trennen, erhalten diese beim Durchgang durch den sogenannten „Aspirator“ eine starke elektrostatische Aufladung (3). Diese bewirkt, daß sich

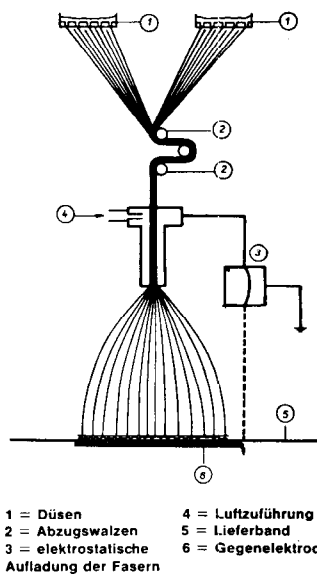


Abb. 1: Schema der Herstellung eines Spinnvlieses aus zwei verschiedenen Polymeren (nach dem Du Pont-Verfahren)

die Filamente beim Austritt aus dem Aspirator gegenseitig abstoßen, sodaß sich die Bündel wieder in Einzelfasern aufteilen, die dann auf einem geerdeten Transportband (5) zu einem Vlies abgelegt werden.

Bei den vier erwähnten Vliesherstellungsverfahren ist es wichtig, daß die Durchmischung sehr sorgfältig vorgenommen wird, weil davon die Qualität der Vliesstoffe abhängt.

Neben den Vliesstoffen, die aus einer möglichst homogenen Fasermischung erhalten werden, können auch Vliesstoffe hergestellt werden, die aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen Fasern aufgebaut sind. Man bezeichnet diese als Mehrschichtenvliesstoffe. Man erhält sie dadurch, daß Faserflore oder Faserschichten aus unterschiedlichen Fasern auf einem gemeinsamen Transportband übereinandergelegt werden. Am Beispiel der hydrodynamischen Vliesbildung soll dies erläutert werden (Abb. 2).

Zwei Suspensionen aus unterschiedlichen Fasern werden mit Hilfe eines Doppelstoffauflaufs gleichzeitig über zwei Blattbildungsräume auf ein Schrägsieb ge-

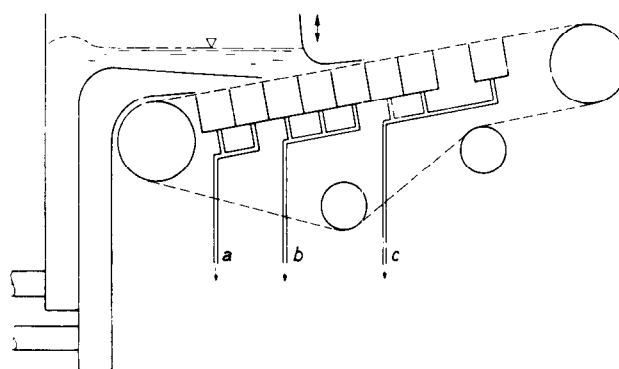


Abb. 2: Schema der Herstellung eines zweiseichtigen Faservlieses (nach dem hydrodynamischen Verfahren)

a = Siebwasser I, b = Siebwasser II, c = Sauger

leitet und auf diesem entwässert. Die beiden übereinanderliegenden Schichten sind fest miteinander verbunden, da die Fasern der Oberschicht bei der Blattbildung in einer Mittelschicht mit den Fasern der Unterschicht verfilzen¹.

Bei der Herstellung mehrschichtiger Bahnen nach dem mechanischen, dem aerodynamischen bzw. dem Spinnvliesverfahren können die Schichten zum Beispiel durch die Nadeltechnik oder mit Hilfe von Bindemitteln miteinander verbunden werden. Dabei tritt in der Grenzzone der Schichten eine Vermischung der Fasern auf. Diese Vermischung ist bei der Verfestigung durch Nadeln besonders ausgeprägt und kann sich hier über den gesamten Vliesstoffquerschnitt erstrecken.

Es ist weiter möglich, Vliesstoffe herzustellen, bei denen über die Vliesbreite Unterschiede in der Faserart bestehen. Wenn man zum Beispiel in die Krempel nebeneinander unterschiedlich gefärbte Fasern einlaufen läßt, so kann man Faservliese mit Mustereffekten (z. B. mit einer Marmorierung) erhalten. In den Grenzonen erfolgt auch hier eine Mischung der Fasern².

Mit dem Einsatz von Fasermischungen kann man folgende Ziele verfolgen:

- Verbesserung des Aussehens der Vliesstoffe,
- Verfestigung der Faservliese durch Beimischung von Bindefasern,
- Verdichtung der Faservliese durch Beimischung von Schrumpffasern,
- Beimischung von Fasern, die den Vliesstoffen bestimmte Eigenschaften verleihen (z. B. Hochfrequenzschweißbarkeit oder antistatische Eigenschaften),
- Beimischung von Fasern, die dazu dienen, die Herstellungskosten der Vliesstoffe herabzusetzen.

2. Mischung zur Verbesserung des Aussehens von Vliesstoffen

Bei der Herstellung von Vliesstoffen aus Stapelfasern werden häufig kurzstapelige Fasern neben längeren Fasern eingesetzt. Dadurch erhalten die Vliesstoffe ein geschlosseneres Aussehen. Mischungen aus groben und feineren Fasern führen zu Vliesstoffen mit fülligerem Charakter. Dies ist dadurch bedingt, daß die feineren Fasern die Zwischenräume des aus groben Fasern gebildeten Skeletts ausfüllen.

Durch Zugabe von Effektfasern, beispielsweise von grobtrigen farbigen Fasern, kann man Vliesstoffen ein dekoratives Aussehen verleihen. Solche Effektfasern können auch auf die Vliesoberfläche vor der Verfestigung aufgestreut werden, zum Beispiel zur Erzielung von Glitzereffekten.

Bei der Spinnvliesbildung besteht ebenfalls die Möglichkeit, Filamente mit unterschiedlichem Titer oder verschiedenen Farben zum Vlies zu vereinigen.

Bei der bereits beschriebenen Herstellung von Mehrschichtenvliesstoffen kann man Musterungseffekte erzielen, wenn man beispielsweise eine Schicht aus gefärbten Fasern durch eine Schicht aus nicht gefärbten oder unterschiedlich gefärbten Fasern auf einer Spezial-Nadelmaschine (z. B. einer DI-LOOP-Maschine der Firma O. DILO) musterförmig hindurch nadelt³. Man

kann dabei auch von zwei Schichten ungefärbter, aber unterschiedlich anfärbbarer Fasern ausgehen und das Vlies nach der Vernadelung einem Bicolor-Färbverfahren unterziehen⁴.

Schließlich kann man auch dekorative Vliesstoffe herstellen, wenn man ein Faservlies aus Schrumpffasern mit einem Vlies aus nichtschrumpfenden Fasern vernadelt und anschließend das Zweischichtenvlies einer Schrumpfbildung unterzieht. Beim Schrumpfen der Schrumpffaserschicht entsteht an der Oberfläche der nichtschrumpfenden Schicht eine dekorative Fältelung⁵.

3. Beimischung von Bindefasern zur Verfestigung von Vliesstoffen

Durch Beimischung von sogenannten „Bindefasern“ können Faservliese zu Vliesstoffen verfestigt werden. Bei den Bindefasern handelt es sich entweder um thermoplastische Fasern, die bei Hitzeeinwirkung, oder um Fasern, die bei Einwirkung eines Lösemittels klebend werden.

Bei der Aktivierung der Bindefasern können diese entweder nur an der Oberfläche klebend werden, sodaß ihre Faserstruktur erhalten bleibt, oder sie können unter Verlust ihrer Faserstruktur schmelzen bzw. sich auflösen. Dies hängt von der Art der Fasern und von den Aktivierungsbedingungen ab. Wenn die Bindefasern schmelzen bzw. in Lösung gehen, verkleben sie das Faservlies an den Kreuzungs- und Berührungspunkten. Man erhält dabei Vliesstoffe mit einer ähnlichen Struktur wie bei der Verfestigung der Faservliese mit Hilfe einer Bindemitteldispersion. Wenn die Struktur der Fasern erhalten bleibt, haben wir eine punktförmige Verklebung. Für den textilen Charakter der Vliesstoffe ist es vorteilhaft, wenn bei der Verfestigung die Struktur der Bindefasern bestehen bleibt.

Die Festigkeitseigenschaften der Vliesstoffe nehmen mit der Anzahl der Bindepunkte zu. Damit ist jedoch auch eine Zunahme der Steifigkeit verbunden. Der Anteil der Bindefasern muß daher — wenn der Vliesstoff einen textilen Griff und gute Drapierfähigkeit aufweisen soll — so dosiert werden, daß die Festigkeit für den gewünschten Zweck gerade ausreicht.

Bei Verwendung thermoplastischer Bindefasern muß der Erweichungs- bzw. Schmelzpunkt niedriger liegen als der der Fasern, denen sie zur Verklebung beigegeben werden. Die Aktivierung der thermoplastischen Bindefasern erfolgt auf Thermofusionsanlagen, auf denen Heißluft oder Heißdampf durch das Mischfaservlies hindurchgesaugt wird, oder durch Hitzeeinwirkung bei einer Kalanderbehandlung. Bei Verwendung von Rollkalandern mit glatter Walzenoberfläche erhält man eine ganzflächige, bei Prägekalandern eine partielle Verfestigung.

Folgende thermoplastische Bindefasern haben in der Vliesstoffherstellung Bedeutung erlangt:

Vinylfasern, zum Beispiel die MP-Fasern der Wacker-Chemie GmbH (Mischpolymerisat aus 85 % Vinylchlorid und 15 % Vinylacetat),

Polyolefinfasern, zum Beispiel Polyäthylen- und Polypropylenfasern,

Copolyamidfasern, zum Beispiel Copolymerisate von Caprolactam mit adipinsäurem Hexamethylendiamin.

Polyesterfasern, zum Beispiel Copolyesterfasern und unverstreckte bzw. schwach verstreckte normale Polyesterfasern, sowie

Bikomponentenfasern, zum Beispiel die von der ICI unter dem Markenzeichen Cambrelle® in den Handel gebrachten Kern-Mantel-Fasern, bei denen der Kern aus Polyamid 6.6 und der Mantel aus Polyamid 6 besteht.

Bei der Verfestigung von Faservliesen durch Beimischung von anlösbaren Bindefasern bringt man auf die Fasermischung vor der Vliesbildung im Kasten- oder auf das bereits gebildete Faservlies ein Quell- bzw. Lösemittel durch feine Zerstäubung mit Druckluft auf. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß man das Mischfaservlies mit dem Lösemittel durch Foulardieren tränkt. Die Aktivierung der Bindefasern wird bei Raumtemperatur oder bei Hitze einwirkung durchgeführt.

Als Bindefasern kommen beispielsweise in Frage:

Viskosefasern: Wenn man ein Krempelvlies aus 60 % Viskosefasern und 40 % Baumwolle durch eine 7%ige wäßrige Lösung von Natriumhydroxid führt, werden die Viskosefasern oberflächlich angelöst und verkleben das Faservlies. Nach diesem Verfahren werden von der Firma Lohmann in beträchtlichem Umfang Vliesstoffe hergestellt.

Zelluloseacetatfasern: Diese können, beispielsweise mit Diacetin oder mit Sulfolan aktiviert werden. Auch durch Aufbringen von 10 bis 20 Gew.-% Dioctylphthalat-Weichmacher können die Fasern so aktiviert werden, daß sie beim Erwärmen partiell schmelzen und das Mischfaservlies verkleben.

Polyamidfasern: Die Aktivierung dieser Bindefasern kann zum Beispiel mit 1- bis 3%igen Zinkchloridlösungen erfolgen.

Polyvinylalkoholfasern: Diese lassen sich durch Wasser aktivieren. Sie schmelzen bei Temperaturen über 80 °C im eigenen Quellwasser und verlieren dabei ihre Faserstruktur. Beispielsweise werden Faservliese aus Viskosefasern durch Zumischung von 5 bis 10 % Polyvinylalkoholfasern verfestigt. Durch eine begrenzte Feuchtigkeitseinwirkung kann man auch erreichen, daß nur die Oberfläche klebend wird und die Faserstruktur erhalten bleibt.

4. Beimischung von Schrumpffasern zur Verdichtung und Verfestigung von Vliesstoffen

Zur Erzielung einer hohen Verdichtung und Verfestigung werden den Hochschrumpffasern nicht schrumpfende Fasern zugemischt. Hochschrumpffasern mit einem Schrumpf bis zu 50 % gibt es zum Beispiel auf Basis von Polyester und Polypropylen. Nach der Vliesbildung erfolgt im allgemeinen zunächst eine Verfestigung durch die Nadeltechnik. Daran schließt sich die Schrumpfbehandlung an. Diese wird durch Einwirkung von Heißwasser, Heißdampf oder Heißluft auf speziellen Anlagen bewirkt.

Das Verfahren findet vor allem bei der Herstellung von Synthesleder auf Vliesbasis Anwendung. Beispielsweise setzt man dafür eine Mischung von 40 % Polyesterhochschrumpffasern, 40 % Polyamidfasern und 20 % Viskosefasern ein.

5. Beimischung von Fasern, die den Vliesstoffen bestimmte Eigenschaften verleihen

Durch Beimischung von bestimmten Fasern können die Eigenschaften der Vliesstoffe in starkem Maße beeinflusst werden. Einige Beispiele für die dadurch erreichbaren Änderungen werden im folgenden aufgezeigt.

Verbesserung der hygroskopischen Eigenschaften

Durch Zugabe von hygroskopischen Fasern, wie Viskose- zu nichthygroskopischer Fasern (z. B. Polyesterfasern) kann die Benetzbarkeit, die Saugfähigkeit, das Wasseraufnahmevermögen und das Wasserdampfspeichervermögen erheblich verbessert werden. Von der Mischung mit solchen Fasern macht man bei der Herstellung von Vliesstoffen, die in der Bekleidungs- und Schuhindustrie eingesetzt werden, Gebrauch. So kann man beispielsweise das Wasserdampfspeichervermögen eines Vliesstoffes aus Polyesterfasern, das bei einer relativen Feuchtigkeit von 65 % nur 0,3 % beträgt, durch Beimischung von 50 % Viskosefasern auf 4,5 % erhöhen. Eine ähnliche Wirkung erzielt man durch Beimischung von Polyvinylalkoholfasern.

Die Beimischung von Fasern, die in Wasser sehr stark quellen bzw. sich lösen, kann auch dazu dienen, die Beseitigung von Einwegvliesstoffen — die beispielsweise im Hygienebereich eingesetzt werden — zu erleichtern. Bei der Wassereinwirkung in der Toilette löst sich der Faserverbund, und der Vliesstoff zerfällt in einen Faserbrei, der leicht weggeschwemmt wird.

Verminderung der statischen Aufladung bzw. Erzielung elektrischer Leitfähigkeit

Vliesstoffe aus Synthesefasern haben — wie andere Textilien aus diesen Fasern — die Eigenschaft, sich elektrostatisch aufzuladen. Beispielsweise tritt dieses Phänomen beim Begehen eines textilen Bodenbelags auf Vliesstoffbasis auf.

Durch Beimischung eines größeren Anteils der im vorhergehenden Abschnitt erwähnten hygroskopischen Fasern erreicht man, daß sich diese Vliesstoffe nicht oder nur in geringem Maße elektrostatisch aufladen. Durch die Zugabe der hygroskopischen Fasern werden naturgemäß auch andere Eigenschaften verändert.

Man kann den Vliesstoffen jedoch auch permanente antistatische Eigenschaften verleihen, indem man den Synthesefasern geringe Mengen von leitfähigen Fasern (z. B. von Stahlfasern oder von Carbonfasern) beimischt, ohne daß sich dadurch auch die anderen Eigenschaften ändern.

Hochfrequenzschweißbarkeit

Wenn man Faservliesen ausreichende Anteile an Fasern mit ausgeprägten Dipolen beimischt, erhält man Vliesstoffe, die sich im Hochfrequenzfeld mit anderen Materialien (z. B. mit Geweben oder Folien) verschweißen lassen. Für diesen Zweck eignen sich u. a. Fasern aus Polyvinylchlorid oder aus Polyvinylidenchlorid. Hochfrequenzschweißbare Vliesstoffe werden beispielsweise im Fahrzeugbau eingesetzt.

Andere Wirkungen

Die Zugabe von Synthesefasern, zum Beispiel von Polyamidfasern, zu Viskosefasern führt zu einer Verbesse-

rung des Erholungsvermögens der Vliesstoffe nach einer Deformation. Dies hat vor allem für die Herstellung von Einlagen für die Bekleidungsindustrie Bedeutung.

Die Beimischung von gekräuselten zu nichtgekräuselten Fasern gibt den Vliesstoffen ein höheres Volumen und eine geringere Steifigkeit.

Die Zugabe von Polyacrylnitrilfasern verleiht den Vliesstoffen eine höhere Flauschigkeit, die Zugabe von Baumwolle zu Viskosefasern bessere Festigkeitseigenschaften.

Auch bei der bereits beschriebenen Herstellung von Mehrschichtenvliesstoffen aus unterschiedlichen Fasern kann man bestimmte Effekte erzielen. So stellt man beispielsweise Filtermedien auf Vliesstoffbasis her, die auf der Reinluftseite aus feineren Fasern aufgebaut sind als auf der Staubluftseite. Ein anderes Beispiel sind Nadelvliesbodenbeläge, deren Nutzschrift aus strapazierfähigen Polyamidfasern und deren Unterschicht aus Reißspinnstoffen besteht.

6. Beimischung von Fasern, die zur Herabsetzung der Gestehungskosten dienen

In großem Umfang werden Fasermischungen für Erzeugnisse auf Vliesbasis, deren Gestehungskosten möglichst niedrig liegen müssen, eingesetzt, beispielsweise für Ölputztücher, Isoliermaterialien, Watten für Industrie und Handwerk, und für Einwegartikel, das heißt für Erzeugnisse, die nach einmaligem oder kurzfristigem Gebrauch weggeworfen werden (z. B. Windeln, Taschentücher usw.).

Bei den nach dem Krempelverfahren hergestellten Vliesstoffen kommen u. a. Fasermischungen zum Einsatz, die beim Reißen nicht sortierter Lumpen erhalten werden, oder nicht sortierte Faserabgänge.

Bei der hydrodynamischen Vliesbildung (Papiermaschinenverfahren) wird den Chemiefasern in erheblichem Umfang zur Erzielung niedriger Gestehungskosten Zellstoff zugesetzt. Der Zellstoffanteil kann bis zu 50 % und mehr betragen. Die Frage, bis zu welchem Zellstoffanteil die so erhaltenen Erzeugnisse noch zu den textilen Flächengebilden zu rechnen sind, ist noch nicht endgültig entschieden. Nach den Vorschlägen der Arbeitsgruppe Vliesstoffe in der BRD sollen Vliesstoffe einen höheren Anteil von Textilfasern, mit mindestens 6 mm Länge, als von Zellstoff enthalten.

7. Zusammenfassung

Die Mischung von Fasern spielt nicht nur für die Vliesstoffe, sondern auch für andere Erzeugnisse auf Vliesbasis, wie Nadelfilze, Woll- bzw. Haarfilze und Watten, eine wichtige Rolle. Beispielsweise müssen für die Herstellung der Wollfilze neben langen Wollfasern auch Wollkämmlinge eingesetzt werden, weil diese besonders gut filzen und dem Filz eine glatte und gleichmäßige Oberfläche verleihen. Neben der Qualitätsverbesserung führen die Kämmlinge auch zu einer Verminderung der Materialkosten. Zu diesem Zweck können den Wollfasern auch Chemiefasern beigemischt werden.

Die große Bedeutung der Mischung von Fasern bei der Herstellung von Textilien auf Vliesbasis besteht darin, daß hierdurch die Eigenschaften verschiedenartiger

Faserstoffe so kombiniert werden können, daß — je nach dem Verwendungszweck der Erzeugnisse — optimale Gebrauchseigenschaften erzielt werden. Außerdem spielt die Möglichkeit der durch Fasermischung erreichbaren Kostensenkung eine wichtige Rolle.

Literatur:

- 1) B. Scholz; Paper Trade Journal **156**, 44 (1972)
- 2) K. Sievers; Melliand Textilber. **55**, 323 (1974)
- 3) Anonym; Textilindustrie **73**, 512 (1971)
- R. Knaus; chemiefasern/textilindustrie **22/74**, 593 (1972)
- 4) H. Jörder; chemiefasern/textil-industrie **25/77**, 44 (1975)
- 5) K. Sievers; Melliand Textilber. **53**, 156 (1972)

Diskussion

Herzog: Danke für den Überblick über die Fasermischungen quer durch die gesamte Vliesstoffindustrie — von mechanisch über aerodynamisch und hydrodynamisch gebildeten Faservliesen bis hin zum Spinnvlies.

van der Meer: Sie haben in Ihrem Vortrag von Mischungen mit Viskosefasern gesprochen. Mich würde interessieren, welche Prozentanteile Sie für wesentlich halten, und welche Bedeutung Sie den Viskosefasern in verschiedenen Mischungen mit Polyamiden und anderen synthetischen Fasern beimessen.

Jörder: Der Einsatz von Viskosefasern beträgt heute noch mehr als 50 %. Auf dem Gebiet der Non-wovens spielen Viskosefasern also eine sehr große Rolle. Diesen folgen Polyester- und Polyamidfasern ungefähr im gleichen Ausmaß. Wesentlich für den Verbrauch ist vor allem der Preis, denn wenn sich die Preise ändern, ändert man sehr oft auch das Mischverhältnis.

van der Meer: Bieten Viskosefasern technologische Vorteile?

Jörder: Sehr viele Non-wovens gehen in ein Einsatzgebiet, bei dem es vor allem auf die Saugfähigkeit ankommt, wie zum Beispiel für viele Wegwerfartikel, Windelaufgaben oder Putztücher, für Syntheselieder, das sowohl als Oberleder als auch als Futterleder verwendet wird und in dem bis zu 50 % Viskosefasern enthalten sein können, aber auch für viele Haushaltsartikel wird das verlangt.

Zauner: Welche Bedeutung hat die Einzelfaserfestigkeit im Vergleich zum Bindemittel auf die Festigkeit der Vliese?

Jörder: Das wird letzten Endes auch wieder vom Verwendungszweck bestimmt.

Zauner: Speziell bei Viskosevliesen.

Jörder: Im allgemeinen wird die Faserfestigkeit in den Vliesstoffen nicht voll ausgenützt.

Zauner: Noch nicht?

Jörder: Nein, noch nicht.

Zauner: Das heißt, man könnte heute mit einer geringeren Festigkeit als mit der, mit der die Normalviskosefasern erzeugt werden, auskommen?

Jörder: Ja, für viele Zwecke wäre das ausreichend. Bei einer Zugbeanspruchung wird meistens der Vliesstoff an den Bindungspunkten auseinandergezogen, aber auch bei Chemikalieneinwirkung, zum Beispiel bei der Chemischreinigung, ist es immer wieder die Bindestelle, die als erste bricht.

Detering: Wie ist die Beständigkeit der Vliese, die in Bekleidungsstücke eingesetzt werden, beim Waschen, beim

Chemischreinigen und beim Tragen? Kann man davon ausgehen, daß chemisch verfestigte Vliese eine Dauerbeständigkeit aufweisen? Oder degradieren diese Vliese unter bestimmten Bedingungen?

Jörder: Wenn Sie entsprechende Bindemittel verwenden, zum Beispiel selbstvernetzende Polyacrylate, und die Vernetzung bei den entsprechenden Temperaturen mit den entsprechenden Katalysatoren durchführen, dann sind diese Vliesstoffe absolut reinigungsbeständig, das heißt stabil gegenüber chemischer Reinigung.

Detering: Und wie sieht es mit der Waschbeständigkeit aus?

Jörder: Diese können Sie unter den gleichen Voraussetzungen erreichen. Natürlich sind auch graduelle Unterschiede vorhanden, das heißt, wenn Sie ein Polyestervlies haben, dann wird die Verklebung nicht so gut halten wie bei einem Viskose- oder einem Polyamidvlies, da die Haftung des Bindemittels zu den Fasern von der Faserart abhängt.

Detering: Wissen Sie vielleicht zufällig auch etwas über die Frostbeständigkeit dieser Bindemittel in Polyestervliesen?

Jörder: Wir haben Versuche an Spinnvliesen durchgeführt und eine Kältebeständigkeit bis zu -30°C festgestellt —, aber das waren thermisch verschweißte Vliese. An mit Bindemitteln verfestigten Vliesen haben wir keine Unter-

suchungen gemacht. Mir sind auch keine Untersuchungen von anderer Seite bekannt.

Detering: Diese bindemittelverfestigten Polyestervliese werden in Schifahrer-Anoraks (d. h. in Thermoanzügen) eingesetzt, wobei es immer wieder zu einer Degeneration des Vlieses kommt, das in einen watteähnlichen Zustand übergeht, ohne daß man genau weiß, wodurch dies verursacht wird. Allerdings ist bekannt, daß diese Erscheinungen zumeist bei der chemischen Reinigung auftreten, man weiß aber nicht, ob diese die Ursache dafür ist, oder ob diese Veränderungen bereits vorher eingetreten waren, beispielsweise durch den Einfluß sehr niedriger Temperaturen.

Jörder: Ich glaube, das hängt damit zusammen, daß diese Füllvliese, wie wir sie nennen, für Anoraks, Steppdecken usw. nur durch oberflächliches Aufsprühen einer Bindemitteldispersion verfestigt werden und nicht durch und durch wie bei normalen Einlagevliesstoffen. Die Verfestigung ist also von Haus aus schon sehr schwach, und durch Beanspruchung in der chemischen Reinigung können die Bindungen möglicherweise gelöst werden. Ich würde dies jedoch für einen Spezialfall halten. Man müßte einerseits eine stärkere Verfestigung im Hinblick auf die mechanische Beanspruchung erwirken, andererseits aber dann auch den Nachteil in Kauf nehmen, daß diese Materialien steif werden, was man bei Bekleidungsstücken natürlich vermeiden möchte.

Chemiefasermodifikationen oder Chemiefasermischungen?

Dipl.-Ing. Bohumil Reichstädter, CSc.,
Forschungsinstitut für Wollindustrie, Brno, CSSR

Das Vermischen verschiedener Faserarten und Fasertypen ist bereits lange Zeit ein laufender Begriff für die Textilindustrie, ganz besonders für die Wollindustrie. Mischungen bildeten stets die Voraussetzung für eine gute Warenqualität sowie für eine ökonomische Herstellung der textilen Stoffe.

Chemiefasern, vor allem Synthesefasern, haben im Laufe ihrer Entwicklung immer wieder gezeigt, daß sie auch in verschiedenen Modifikationsformen, beispielsweise durch physikalische oder chemische Eingriffe, hergestellt werden können.

Textilprodukte dienen vorwiegend dem Verbrauch, ob es sich nun um Bekleidung, um Heimtextilien oder um technische oder industrielle Textilien handelt. Sie müssen in zufriedenstellendem Maße und oft auch sehr schnell die Anforderungen der Verbraucher befriedigen, und zwar hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit als auch ihrer Ästhetik.

Es ist noch nicht lange her, daß wir die Ära der „Marken-Produkte“ erlebt haben, die von den Faserproduzenten (Chemiefaser- und Naturfaserproduzenten) unterstützt wurde. Heute beschränkt man sich immer mehr auf eine Rohstoffbezeichnung, vor allem auf Angaben der Anteile der einzelnen Faserarten. Auch modifizierte Fasern werden mit eingeschlossen.

Eine eingehende Analyse der gewünschten Eigenschaften textiler Erzeugnisse weist auf die Vor- und Nachteile sowie auf die Einsatzmöglichkeiten der Fasermischungen als auch der verschiedenartig modifizierten Chemiefasern hin. Selbstverständlich kommt es dabei auch zu wirtschaftlichen Überlegungen in bezug auf die Fabrikation von Fasern und textilen Produkten, die jedenfalls einen höheren Grad der Konzentration und Spezialisierung erfordert. Was sich dann im Preis niederschlägt. Dieser Preis beeinflusst den Preis des Textilprodukts und entscheidet über seine Verkaufsmöglichkeiten.

The blending of various classes and types of fibres has long been a tradition in the textile and more particularly in the wool textile industry. It has always been regarded as the prerequisite for obtaining a good quality of the products and the economic of their production.

In the course of their development man-made, more particularly synthetic fibres have shown that they may be produced in various modifications obtained by chemical and physical processes as well.

Textile products whether of the apparel, household or technical and industrial types are mostly consumer goods. They must well satisfy the needs of their users — and sometimes at very short notice — both by their performance and by their esthetic qualities. We have recently experienced the era of the "brand products", created by the producers as well of man-made as natural fibres. Nowadays declarations of the raw material are mostly restricted to the generic composition. Modified fibres are also included.

A detailed analysis of the required properties of textile products shows the advantages as well as the limitations both of blending and of using man-made fibres modified in different ways. This leads to a confrontation of the economics of the production of textiles and of fibres, which necessarily involves a much higher degree of concentration and specialisation, the repercussions of which are naturally reflected in the prices of the fibres.

The price of the fibres in its turn strongly affects the price of the textile product and determines its marketability.

Einleitung

Wie jedes, also auch dieses Jahr stellt die Chemiefasertagung in Dornbirn ein Forum dar, bei dem Faserproduzenten und Textilfachleute zusammentreffen, um die Hauptpunkte ihrer gemeinsamen Probleme zu diskutieren und durch gegenseitiges Verständnis Grundlagen für deren Lösung zu schaffen.

Schon das Hauptthema dieser Konferenz — Chemiefaserlegierungen — gibt viele Anregungen zum Nachdenken sowie zur Diskussion, wie wir dies während der vorhergehenden Referate beobachten konnten. Auch ich möchte hier einen Beitrag leisten, und zwar mit der Frage:

Welcher Entwicklungsweg wird in Zukunft größere Chancen haben: die verschiedenen speziellen Chemiefasermodifikationen oder die Vermischung einer nicht zu großen Anzahl von Faserarten und Fasertypen?

Selbstverständlich habe ich mein Referat aus der Sicht eines Textilfachmannes verfaßt, obwohl ich mich auch um eine objektive Stellungnahme zu den Problemen der Chemiefaserproduzenten bemüht habe.

Endziel — das Textilprodukt

Die Interessen der Textilfachleute und der Faserproduzenten scheinen die gleichen zu sein, da am Ende aller Bemühungen immer ein Textilprodukt steht. Wenn wir jedoch die einzelnen spezifischen Probleme bei der Herstellung von Chemiefasern und Textilien betrachten, können wir feststellen, daß dennoch recht unterschiedliche Bedingungen und Probleme vorliegen.

Die Produktion synthetischer Fasern verläuft überwiegend kontinuierlich, wodurch sie zu einer Massenproduktion vorbestimmt ist. Bei der Herstellung von Textilien — ob für Bekleidungsartikel, für Heimtextilien oder für industrielle und technische Verwendungszwecke — besteht noch immer eine bedeutende technologische Gliederung sowie eine kompromißlose Anforderung in bezug auf die große Mannigfaltigkeit der einzelnen Arten und das Aussehen der Endprodukte. Dies ist verständlich, denn es handelt sich ja um eine Ware, die mit ihren Eigenschaften eine große Reihe von oft sehr unterschiedlichen Forderungen seitens der Verbraucher zu erfüllen hat. Dabei werden die Wünsche der Konsumenten hinsichtlich der Eigenschaften der Erzeugnisse von Jahr zu Jahr anspruchsvoller — als Folge des allgemein steigenden Lebensstandards der Bevölkerung — und der größeren oder kleineren Überproduktion an Textilwaren in einem Großteil der Industrieländer der Welt.

Wir werden uns kaum über eine endgültige Wichtigkeitsreihe einzelner Eigenschaften der Textilprodukte einigen können, jedenfalls werden diese aber das Aussehen, den Preis und den Komfort der Produkte umfassen.

Wir werden an dieser Stelle keinesfalls die Komplexität des letzten Begriffes analysieren, dessen Inhalt sich für die Unter- und Oberbekleidung von demjenigen für Heimtextilien deutlich unterscheidet. Letzten

Endes ist bei allen diesen Kategorien von Textilprodukten eine genaue Spezifizierung der Gebrauchseigenschaften sehr schwierig, besonders dann, wenn man sich um ein objektives Urteil bemüht.

Die Chemiefasern — ein Überbau der Naturfasern

Es ist allgemein bekannt, daß die gegenwärtige weltweite Textilproduktion — vor allem in quantitativer Hinsicht — ohne die Existenz der Chemiefasern gar nicht möglich wäre. So erreichen die Chemiefasern beispielsweise bei uns in der tschechoslowakischen Textilindustrie gegenwärtig ca. 45 % aller verarbeiteten Rohstoffe, wobei in der Wollindustrie, in deren Wirkungsbereich unser Institut fällt, dieser Anteil bereits mehr als 70 % beträgt; zwei Drittel davon sind Synthefasern.

In qualitativer Hinsicht wird jedoch noch immer ein Konkurrenzkampf der Chemiefasern mit den Naturfasern, vor allem mit Baumwolle und Wolle, geführt. Diese Konkurrenz betrifft vor allem die ästhetischen und ganz besonders die physiologischen Eigenschaften, welche die wichtigste Grundlage für den bereits genannten Begriff „Komfort“ bilden. Dabei besitzen jedoch die Synthefasern eine ganze Reihe anderer besserer Eigenschaften, deren Vorteile allerdings erst im fertigen Textilerzeugnis zur Auswirkung kommen können, wie zum Beispiel Reißfestigkeit, Scheuer- und Knitterfestigkeit, Erholungsvermögen, Formbeständigkeit, Pflegeleichtigkeit und andere. Freilich ist es sehr schwierig, alle diese erwünschten Eigenschaften in einer einzigen Faserart zu vereinigen.

Als ein weiteres Problem soll der Einfluß des Faserstoffes auf die textile Verarbeitbarkeit — vor allem in den Spinnereien — erörtert werden. Obwohl die Textilindustrie längst begriffen hat, daß ein neuer Rohstoff auch neue Typen von Verarbeitungsmaschinen benötigt, wurde bisher das Problem einer erfolgreichen und ökonomisch effektiven Verarbeitbarkeit noch nicht restlos gelöst. Dies gilt überdies für die Naturfasern ebenso wie für die Chemiefasern.

Die Modifizierung — der Hauptweg zur Chemiefaserinnovation

Während sich die Naturfasern durch ihre biologische Art oder Provenienz voneinander unterscheiden, handelt es sich bei Chemiefasern um planmäßige und zielbewußte Änderungen ihrer Eigenschaften durch eine physikalische oder chemische Modifikation. Dieser Eingriff kann recht verschieden sein und von kleinen Abweichungen bis zu ganz neuen Fasereigenschaften führen, die beispielsweise ihre Verarbeitbarkeit, aber auch die Eigenschaften des daraus erzeugten Fertigproduktes beeinflussen.

Jede Modifikation muß selbstverständlich auch aus ökonomischer Sicht erwogen werden, damit eine eventuelle Preiserhöhung der Faser entweder durch Vereinfachung der Verarbeitungstechnologie oder durch Verbesserung einiger Eigenschaften des fertigen Produktes ausgeglichen werden kann.

Daraus folgt, daß die verschiedenen Modifikationen der Synthefasern auch alle anderen, zu einem gewissen Grade bereits eingeführten Anforderungen der Textilerstellung (Kabel für die Konverterverarbeitung, Anwendungsmöglichkeiten der modernen Verarbeitungs-

technik in Webereien, Färbereien und Veredlungsbetrieben) respektieren müssen.

Der Ausgangsfaserstoff sollte daher in einem möglichst weit fortgeschrittenen Verarbeitungsgrad geliefert werden, jedoch gleichzeitig in einem so vielseitig variierten Zustand, daß er verschiedene Möglichkeiten der textilen Verarbeitung bzw. Veredlung zuläßt. Von diesem Standpunkt aus betrachtet, scheint es, daß die Modifizierung der geometrischen Formen und die physikalische Modifizierung der gelieferten Chemiefasern größere Perspektiven besitzt als die allgemein betonte chemische Modifikation der Fasereigenschaften.

Vorteile der Chemiefasermodifikationen

Aus obgenannten Gründen kann man über die modifizierten Chemiefasern keinesfalls nur im allgemeinen Sinne sprechen. Es ist stets in konkreter Weise der zuständige Modifikationseffekt auszuwerten, und zwar in bezug auf seinen Einfluß auf die Verarbeitbarkeit der Chemiefaser sowie auf die Beeinflussung der Eigenschaften des fertigen Textilproduktes. Manche Modifikationen bewirken mehr Veränderung im Verhalten (z. B. die vereinfachte Verarbeitungstechnologie der texturierten Endlosfasern), andere wieder verleihen den Produkten tatsächlich neue Eigenschaften (z. B. Schwerbrennbarkeit), andere Modifikationsarten wiederum sollen vor allem dazu dienen, die Mischbarkeit mit Naturfasern zu vereinfachen (z. B. durch Verbesserung der Anfärbbarkeit).

Auch im Hinblick auf die Veredlungsoperationen sind modifizierte Synthefasern vorteilhafter einsetzbar als verschiedene Fasermischungen der herkömmlichen klassischen Synthefasern, die die chemische Ausrüstung zum Großteil nicht aufnehmen.

Am wichtigsten ist jedoch die sogenannte Herstellungsmöglichkeit verschiedener, speziell modifizierter Chemie- und insbesondere der Synthefasern „nach Maß“, konkret gesagt: je nach dem künftigen Anwendungszweck. Dies gibt den modifizierten Fasern eine besondere Stellung, über deren Realisierung dann eher ökonomische als technologische bzw. technische Faktoren entscheiden.

Auch wäre es ein Vorteil modifizierter Synthefasern, daß mit einer 100%igen Verarbeitung auch zu Bekleidungszwecken gerechnet werden könnte, wenn zum Beispiel eine Modifizierungsart den Synthefasern die erwünschten physiologischen Eigenschaften verleihen würde.

Nachteile der Chemiefasermodifikationen

Bis jetzt wurde jedoch keine universelle Modifizierungsart entwickelt, die einer Faser alle geforderten Eigenschaften, die im Endprodukt zum Tragen kommen sollen, verleihen würde. Für viele der modifizierten Fasern ist das Einsatzgebiet beschränkt, vor allem, wenn es sich um die Verarbeitung nur von Chemiefasern handelt. Sie eignen sich eher für die Herstellung von verschiedenen technischen oder industriellen Produkten, eventuell und in einem gewissen Grade auch für Heimtextilien; weniger jedoch für Bekleidungszwecke, wobei meistens nur eine kurzzeitige Anwendung dieser Warenartikel in Frage kommt.

Manche Modifizierungen führen zu Komplikationen während der textilen Verarbeitung. Hier wird dann das genaue Einhalten der technologischen Anweisungen verlangt, sowie höhere Anforderungen hinsichtlich Organisation der Produktion und Kaderqualität gestellt, welcher Umstand manchmal zur Folge hat, daß die Textilindustrie für diese Fasern ihr Interesse verliert. Als Beispiel kann hier die bis jetzt noch immer geringe Anwendung von PES-Schrumpffasern für Oberbekleidungsartikel angeführt werden, obwohl ihr Einsatz für die sogenannten Bauschtextilien das Erzielen hoher Gebrauchswerte dieser Waren ermöglicht.

Fast jede Modifikation bedeutet eine Abweichung der Faser von ihrer Universalität sowie die Begrenzung der Einsatzmöglichkeiten und führt oft bis zu einer hohen Spezialisierung. Diese hat immer eine Verschlechterung der Lage der modifizierten Fasern im Konkurrenzkampf mit den anderen Fasern zur Folge.

Und noch eine Bemerkung — diesmal aus der Sicht des Faserproduzenten: Der Charakter der Faserproduktion erfordert — wie ich bereits erwähnt habe — eine wesentlich größere Akkumulierung der Produktion jeder einzelnen Faserart und -type. Dies steht nicht nur mit der kontinuierlichen Technologie, sondern auch mit der Möglichkeit einer Automatisierung und Spezialisierung des Maschinenparks in bezug auf ihre Effektivität in Zusammenhang. Demzufolge kann niemals — meiner Ansicht nach — mit einem zu reichen Sortiment an modifizierten Chemiefasern bzw. mit deren industrieller Großproduktion gerechnet werden.

Das Mischen von Textilfasern — eine alte Tradition

Eine Lösung der bereits besprochenen Probleme kann in der Vermischung von Chemiefasern während ihrer textilen Verarbeitung gesehen werden. Hierbei ist zu betonen, daß diese Mischung von verschiedenen Faserarten und -typen in der Textilindustrie, ganz besonders in der Wollindustrie, von jeher ein allgemeiner Begriff war. Die Fasermischung wurde immer als Voraussetzung für die Erzielung einer guten Qualität sowie einer hohen Wirtschaftlichkeit der Textilproduktion angesehen.

Ursprünglich war das Hauptziel einer solchen Mischung, die maximale Gleichmäßigkeit sonst oft ungleichartiger textiler Naturfaserstoffe zu erreichen. Diese prinzipielle Grundforderung hat in gewissem Grade bis heute auch für die Verarbeitung von Chemiefasern ihre Gültigkeit; dazu kann verständlicherweise auch das Einhalten der Reihenfolge der Ballennummern der Produktionspartie bei deren Verarbeitung beitragen.

Die Textilproduktion hat bereits vor langer Zeit die Vermischung auch verschiedener Faserarten eingeführt, der zu Beginn vor allem ökonomische Aspekte zugrunde lagen. Als Beispiel sollen Mischungen von Wolle mit Baumwolle und später mit Viskosefasern genannt werden. Auf Grund des großen Produktionsaufschwungs der Chemiefasern seit Beginn dieses Jahrhunderts wurde die Problematik der Mischungen stets erweitert und erhielt seit der Entwicklung der Synthesefasern nach dem Zweiten Weltkrieg eine ganz neue Bedeutung. Sie wurde somit zum Hauptpfeiler bei der Zusammensetzung und Konstruktion vieler textiler Erzeugnisse aller Kategorien.

Heute sind drei verschiedene Mischungsarten bekannt. Wir können sowohl

- unterschiedliche Faserarten,
- unterschiedliche Fasertypen als auch
- fertige Garne

miteinander mischen.

Beim Mischen verschiedener Faserarten kommen überwiegend Zweikomponenten- oder höchstens Dreikomponentenmischungen in Frage. Nur selten werden in einer Mischung mehr als drei Faserarten eingesetzt, denn dies führt zu einer Reihe technologischer Komplikationen.

Im Gegensatz hierzu ist das Mischen verschiedener Fasertypen, die sich hinsichtlich Länge, Feinheit, Provenienz usw. voneinander unterscheiden, oft umfangreicher. Der Effekt dieser Mischungen liegt vor allem in der Technologie und in der Wirtschaftlichkeit, wobei die Beeinflussung der Eigenschaften der Fertigung eher von untergeordneter Bedeutung ist.

Sehr interessant sind auch Mischungen von Garnen; diese sind zwar nichts Neues, haben jedoch in den letzten Jahren auf Grund der Anwendung verschiedenster Arten und Typen, vor allem der Texturgarne aus Endlosfasern, eine gewisse Renaissance erfahren. Durch deren Kombination mit ausgesponnenen Garnen (Ein- oder Mehrkomponentengarnen) werden Textilerzeugnisse hergestellt, die oft sehr gute Gebrauchseigenschaften aufweisen. Dabei stellt diese Art der Vermischung, soweit es sich um bunte gewebte oder gewirkte Waren handelt, in technologischer Hinsicht nur Anforderungen an die mechanische Technologie.

Vorteile von Textilfasermischungen

Die Vorteile von Textilfasermischungen jeglicher Art sind bereits in der Praxis längst erprobt worden. Einer der größten Vorteile ist die Tatsache, daß aus wenigen Grundarten und Typen eine große Menge von Kombinationen erzielt werden kann.

Durch die Mischung von Natur- und Chemiefasern bietet sich die Möglichkeit, die günstigen Eigenschaften beider Faserarten zu nutzen. So können beispielsweise verschiedene ästhetische Effekte, die durch aktuelle modische Tendenzen bedingt sind, erzielt werden. Zu diesen gehört auch das Differential-Dyeing-Verfahren.

Durch das Mischen werden die erwünschten Eigenschaften des fertigen Textilerzeugnisses einfacher erreicht als bei Anwendung nur einer einzigen Faserart, die niemals fähig wäre, alle guten Eigenschaften, die zum Komplex des Gebrauchswertes gezählt werden, zu sichern. Letztlich können durch Fasermischungen auch die Kosten für die Faserstoffzusammensetzung und die eigentliche Herstellungstechnologie und somit auch der Preis des Endproduktes bedeutend beeinflußt werden, was gleichfalls schon lange Zeit in der Praxis bekannt ist.

Nachteile von Textilfasermischungen

Das Mischen von Textilfasern ist jedoch auch mit einer ganzen Reihe von Problemen verbunden, besonders dann, wenn Fasern mit deutlich unterschiedlichen Eigenschaften miteinander gemischt werden. Dabei handelt es sich hier nicht nur um die mechanisch-

physikalischen Eigenschaften, die vor allem die Verspinnbarkeit und zum Teil auch die weiteren mechanischen Technologien der Textilverarbeitung beeinflussen, sondern auch um die chemischen und die physikalisch-chemischen Eigenschaften der einzelnen, miteinander kombinierten Faserarten. Diese sind dann meistens Ursache von Problemen und Schwierigkeiten, die während der Veredelungsprozesse, besonders beim Färben, soweit die Ware in Form von Garnen oder Flächengebilden behandelt wird, auftreten.

Die textile Massenproduktion bemüht sich oft, diese Komplikationen durch das getrennte Färben einzelner Faserkomponenten zu beseitigen; dadurch wird zwar die Durchführung dieser technologischen Stufe vereinfacht, gleichzeitig aber der Spinnprozeß kompliziert, denn die Verspinnung von oberflächengefärbten Textilfasern (und nicht nur von Chemiefasern) ist stets in technologischer wie auch in ökonomischer Hinsicht anspruchsvoller als die Verarbeitung rohweißer unbehandelter Fasern.

Es kann also allgemein gesagt werden, daß in bezug auf die Textiltechnologie — bis auf bestimmte Ausnahmen — jede Vermischung zu einer kleineren oder größeren Komplikation während der Verarbeitung führt. Damit steht verständlicherweise zumeist auch eine Erhöhung der Kosten in engem Zusammenhang.

Auch Bikomponentenfasern — bis jetzt kein Ausweg

Zum Schluß dieses Kapitels soll noch auf die Bikomponentenfasern hingewiesen werden, die eine gewisse Anwendung des Vermischungsprinzips bereits bei der Fasererzeugung darstellen. Wir zählen sie zu den modifizierten Fasern, obwohl wir auch oft zögern, in welche Fasergruppe wir sie eigentlich einreihen sollen. Diese Bikomponentenfasern werden sehr häufig auf Kosten einer erheblichen Komplizierung der gesamten Technologie der Chemiefaserproduktion hergestellt, was sich selbstverständlich in deren Wirtschaftlichkeit und demzufolge auch im Preis auswirkt.

Die Anwendung dieser Fasern in der Textilindustrie führte bis jetzt weder auf dem Gebiete der Verarbeitungstechnologie, noch im Hinblick auf die Eigenschaften der Fertigware zu einem so bedeutenden Effekt, daß dieser erhöhte Preis herabgesetzt oder sogar akzeptiert werden könnte.

Kompromiß zwischen den Möglichkeiten der Faserstoffproduzenten und den Wünschen der Textilfachleute

Falls wir alle erwähnten Informationen über die Chemiefasermodifikation und die Chemiefasermischung sowie alle die genannten Vor- und Nachteile beider Prozesse im Gesamtkomplex auswerten, können wir versuchen, die im Titel meines Referates gestellte Frage, ob Chemiefasermodifikationen vorteilhafter als Chemiefasermischungen seien, zu beantworten.

Da wir den objektiven Charakter der Chemiefaser- sowie der Textilproduktion respektieren müssen — wie ich bereits erwähnt habe —, können wir keinesfalls voraussetzen, daß ein breites Sortiment der speziell modifizierten Chemiefasern angeboten wird. Ursache dafür wird stets die ökonomische Forderung nach einem in technologischer Hinsicht hohen Produktionsausstoß sein. Umso bedeutender wird dann

die Entscheidung sein, welche der vielen möglichen Modifikationen Aussichten auf einen Masseneinsatz in der Textilindustrie haben könnte.

Ihre Bedingungen sind und bleiben noch lange vollkommen unterschiedlich. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem Verbrauchscharakter der Fertigware und deren Abhängigkeit von modischen Einflüssen sowie mit der weiteren Gliederung der textilen Herstellungstechnologie, der sehr beschränkten Möglichkeit einer Kontinualisierung und der damit zusammenhängenden Automatisierung. Diese kommt vorläufig nur für einfache Erzeugnisse für technische oder industrielle Zwecke zur Anwendung. Zu dieser Kategorie gehören auch die verschiedenen Herstellungstechnologien für Textilverbundstoffe.

Die Aufgaben der Textilerzeugung sind vom Produktkonzept bestimmt.

Bei der Textilerzeugung stehen die Eigenschaften des Fertigprodukts an erster Stelle. Diesem Kriterium sollten alle sonstigen Faktoren untergeordnet werden:

- die Rohstoffzusammensetzung,
- die Verarbeitungstechnologie sowie
- die eigentliche Konstruktion des Textilprodukts.

Die Notwendigkeit einer operativen Erfüllung der Anforderungen seitens der Verbraucher zwingen jedoch den Produzenten dazu, die äußerlichen Unterschiede im Gesamtaussehen der Ware womöglich bis in die letzte Herstellungsphase zu verschieben.

Die Erfüllung dieser Forderung wird durch den Einsatz eines nicht zu einseitig spezialisierten Rohstoffes, also von einer zu einem gewissen Grade universalen Faser, erfüllt. Dies entspricht aber auch den Vorstellungen, den Möglichkeiten sowie den Interessen der Faserproduzenten.

Die Aufgabe der Textilerzeugung ist es dann, aus dieser in bezug auf das Sortiment beschränkten Faserproduktion ein breites Angebot von Textilwaren für die verschiedensten Einsatzgebiete sowie von Erzeugnissen mit den mannigfaltigsten Eigenschaften und einem unterschiedlichen äußerlichen Aussehen zu erstellen.

Mischungen von modifizierten Chemiefasern

Um diese so anspruchsvolle Aufgabe erfüllen zu können, kann man die Mischung unterschiedlichster Faserarten und -typen, selbstverständlich auch modifizierter Chemiefasern, nicht umgehen.

Ich habe bereits erwähnt, daß die Synthesefasern als eine Art „Überbau“ der Naturfasern betrachtet werden sollten. Umso mehr ist dies für deren verschiedene Modifikationen gültig. Die Anwendung jeder neuen Faserart oder Fasertypen sollte zur Entwicklung neuer Textilerzeugnisse mit neuen Eigenschaften führen.

In letzter Zeit wird eine Übersättigung des Verbrauchers hinsichtlich Eleganz und Schönheit der Produkte aus reinen Synthesefasern beobachtet. Die Suche des Verbrauchers nach Neuem beinhaltet oft entgegengesetzte Extreme. So fordert er beispielsweise neue Textilprodukte, die eine gewisse „Patina“ alter und getragener Waren aufweisen. Hinsichtlich Komfort geben Naturfasern bessere Ergebnisse; aber auch hier

kann keinesfalls von einem komplexen Gebrauchswert gesprochen werden.

Dennoch nehmen wir an, daß die Bemühungen um eine Modifikation der Chemiefasern, besonders der Synthesefasern, vor allem in dieser Richtung geführt werden sollten, daß eine Erhöhung der Wasseraufnahmefähigkeit, eine Verbesserung der Wärmeisolationseigenschaften, eine Verbesserung des Komforts, eine Herabsetzung der elektrostatischen Aufladung usw. erreicht werden.

Bevor jedoch solche Fasern entwickelt werden, müssen wir unsere Textilprodukte aus den gegenwärtig zur Verfügung stehenden normalen und modifizierten Chemiefasern konstruieren und deren Eigenschaften durch Mischen geeigneter Arten und Typen von Textilfasern ergänzen und auf diese Weise verbessern.

Diskussion

Dawczynski: Sie bieten zum Schluß einen Kompromiß zwischen Chemiefaserstoffhersteller, Textilanwender und -verbraucher an, den wir aus der heutigen Sicht der Chemiefaserstoffmodifikation ähnlich einschätzen würden.

Vielleicht könnten Sie noch einige Aspekte darlegen, wie Sie den gesamten Bereich der Polymermischungsverarbeitung im grobtitrigen Bereich einschätzen. Zwar haben wir von Herrn Dr. Dietrich in seinem Vortrag eine recht pessimistische Einschätzung bekommen, vermutlich hat er zu sagen vergessen, daß sich seine Ausführungen lediglich auf

den Feintiterbereich beziehen. Wir glauben, daß im größeren Titerbereich gerade die Polymermischungsverarbeitung mit Polyamid/Polyester in Kombination mit Polypropylen oder Polyäthylen im Hinblick auf die gesamte Folientechnologie eine gewisse Perspektive hat. In der nächsten Dornbirner Tagung werden wir versuchen, aus unseren Arbeiten einige Erkenntnisse darzulegen. — Wie schätzen Sie dies aus Ihren reichen Erfahrungen — Sie arbeiten in der CSSR ja auch auf diesem Gebiet sehr intensiv — ein? Vielleicht können wir dadurch die Diskussion bereichern!

Reichstädter: Die gesamte Textilerzeugung ist nichts anderes als ein ständiges Lösen von Kompromissen. Jede neue modifizierte Chemiefaser hat nur dann eine Chance, wenn sie wirklich etwas Neues hinsichtlich Verarbeitung oder Eigenschaften des Fertigproduktes bringt. Das gilt auch für die Bemühungen, verschiedene Mischpolymere zu verspinnen, um dadurch modifizierte Chemiefasern zu gewinnen. Wenn die neuen Fasern nicht wirklich bessere Eigenschaften aufweisen als die bisherigen, haben sie nach meiner Überzeugung keine Chance für die Großproduktion.

Köb: Ich glaube, wir sollten vor allem unser eigenes Verbraucherverhalten überprüfen. Von den Überlegungen, über die wir hier so viel diskutieren, ist beim Einkauf nur noch sehr wenig die Rede. Die Frage, ob das Material beispielsweise ein Hochbausch ist oder nicht, kommt gar nicht mehr so richtig zum Tragen und beeinflusst in keiner Weise unsere Kaufentscheidung. Wenn es aber schon bei uns so ist, wie soll es dann bei den Kunden sein, die diese Details gar nicht überblicken können? Der äußere Eindruck oder das Modische steht stets im Vordergrund. Vielleicht haben wir deswegen solche Schwierigkeiten, alle unsere Bemühungen, die in die Ware eingegangen sind, richtig an den Mann zu bringen! — Wenn dann noch die ökonomische Frage, die Herr Reichstädter aufgeworfen hat, hinzukommt, dann muß man sich fragen: Darf es dann noch das kosten, was es eigentlich kosten sollte? Deswegen ist die Problematik, die von dieser Seite her unseren schönen, hochfliegenden Plänen entgegengesetzt wird, durchaus richtig gewesen.

ING. GOTTFRIED TSCHAMLER

POSTFACH 134

DÖBLINGER GÜRTEL 3

A-1191 WIEN

TELEFON 34 66 65

TELEX 07-5364

● TEXTILTECHNISCHES BÜRO

● SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

Über die Möglichkeit der Herstellung von unmodifizierten und von modifizierten Fasern aus Hydroxyäthylzellulose

Dipl.-Ing. I. Diacik, DrSc.,
Dozent Dipl.-Ing. M. Jamblich, CSc.,
Dipl.-Ing. V. Jancarik, CSc.,
Dipl.-Ing. I. Kollár, CSc. und
Dipl.-Ing. I. Pechárová,
Forschungsinstitut für Chemiefasern, Svit/CSSR

Zum Schutze unseres Lebensraumes beschäftigen sich Wissenschaftler und Forscher mit der Ausarbeitung neuer Verfahren, die zur Herabsetzung bzw. zur vollkommeneren Beseitigung von unerwünschten und gesundheitsschädlichen Abgasen führen sollen. Für Faserstoffe auf Zellulosebasis wird bei uns an einem Verfahren zur Herstellung von Hydroxyäthylzellulose mit nachfolgendem Verspinnen ihrer Lösungen zu Faserstoffen gearbeitet.

Der auf diese Weise gewonnene Faserstoff zeigt charakteristische Eigenschaften. Je nach Substitutionsgrad und Wahl der technologischen Herstellungsbedingungen kann ein Faserstoff mit unterschiedlichem Quellungsgrad hergestellt werden. Mit seinen physikalisch-mechanischen Eigenschaften im konditionierten Zustand entspricht der Faserstoff den Verarbeitungsanforderungen; im nassen Zustand werden jedoch die für die textile Verarbeitung gewünschten Parameter nicht erzielt. Ein Faserstoff mit solchen Eigenschaften kann zur Herstellung von Vliesstoffen nach dem Naß- und Trockenverfahren vorteilhaft verwendet werden, wobei sich das höhere Quellvermögen auf die Verbundeigenschaften günstig auswirkt.

Das Bestreben der Textilindustrie, Faserstoffe auf Hydroxyäthylzellulosebasis statt klassischen Hydratzellulosefaserstoffen nach dem Viskoseverfahren einzusetzen, führte zur Modifizierung dieser Faserstoffe durch Vernetzung. Die bisher gewonnenen Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet zeigen, daß durch geeignete Wahl der Vernetzungsmittel und der Verfahrensbedingungen die Eigenschaften des Faserstoffs im nassen Zustand günstig beeinflusst werden können. Auf diese Weise werden auch bessere Voraussetzungen für den Einsatz dieses Faserstofftyps in der Textilindustrie geschaffen.

The growing need to protect the environment necessitates the development of suitable substitutes for the present manufacturing methods in which often harmful by-products are released. To employ the cellulose for fibre production a method has been developed to prepare hydroxyethylcellulose and fibres from it. No air-polluting by-products are exhaled in the process of fibre formation.

The fibre obtained has its characteristic properties. Depending on the degree of substitution and combination of technological conditions fibres may be formed which possess various degrees of swelling. The mechanical properties of the fibre in conditioned state meet the requirements of the textile industry, whereas it is not the case for the wet state. The fibres can be used advantageously in non-wovens both wet and dry laid where, in connection with the elevated swelling capacity, its bonding properties find good use. Thus prepared materials may be employed for special technical and sanitary purposes.

The tendency to use hydroxyethyl cellulose fibres in the textile industry as substitutes for the classical cellulose hydrate fibres prepared by the viscose process leads to the modification via cross-linking. The current results of investigation in this field suggest that by suitable selection of conditions and materials it is possible to modify the fibre properties in wet state thus improving the outlook for the fibre in the textile industry.

Einleitung

In den meisten Ländern ist bei der Herstellung von Chemiefaserstoffen nach dem Viskoseverfahren eine Stagnation zu verzeichnen. Dieses Verfahren liefert zwar einen Faserstoff mit den gewünschten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, seine Produktion entspricht jedoch kaum mehr den derzeitigen Ansprüchen, was die Reinheit des Arbeits- bzw. des Lebensraumes betrifft. Bei der Herstellung dieser Faserstofftype entstehen nämlich gesundheitsschädliche Abgase, die Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff enthalten, die auch durch die Anwendung wirksamer Maschinenabdichtungen und nachfolgender Regeneration nicht vollständig zu beseitigen sind. Demzufolge leidet dieser Industriezweig, abgesehen von der stets ansteigenden Mechanisierung und Automatisierung der Arbeitsvorgänge, an einem Mangel an neuen Arbeitskräften. Außerdem werden die Anforderungen an eine entsprechende Arbeitshygiene von Tag zu Tag größer.

Aus diesem Grund beschäftigen sich in mehreren Ländern Forschungsgruppen mit der Möglichkeit einer Überführung der Zellulose in eine Lösung, aus der ein Faserstoff durch ein Verfahren herstellbar wäre, bei dem sich keine gesundheitsschädlichen gasförmigen oder flüssigen Nebenprodukte bilden.

Schließlich ist zu bedenken, daß die Zellulose ein Rohstoff ist, der in der Natur ständiger als Holz nachproduziert wird, und schon deshalb ist auch das Problem eines neuen Faserstofftyps sehr aktuell.

Diesen Fragen wird auch in der CSSR in den betreffenden Forschungsinstituten die gebührende Aufmerksamkeit gewidmet. In unseren Arbeiten wählten wir für die Überführung der Zellulose in eine alkalische Lösung die bekannten und schon vor mehreren Jahren erprobten Zelluloseäther. Wir konzentrierten uns auf die Wahl eines Zelluloseäthers, der auf den vorhandenen Maschinen und Einrichtungen, wie sie allgemein in Viskosefaserwerken zur Verfügung stehen, erzeugt werden kann.

Es war dies keine leichte Aufgabe, doch es gelang uns, sie mit einem befriedigenden Erfolg zu lösen.

Wir untersuchten eine ganze Reihe von Verätherungsmitteln und ihre Kombinationen, wie auch verschiedene Verätherungsverfahren. Das Resultat dieser Untersuchungen war die Herstellung eines in Alkalien gut löslichen Zellosederivats: die Hydroxyäthylzellulose (HÄC).

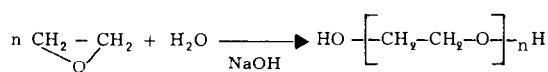
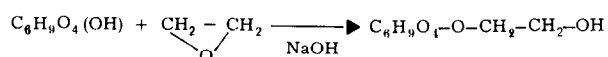
Mit Rücksicht auf die Rohstoffzugänglichkeit in der CSSR und auf Grund der ökonomischen Auswertung des Herstellungsverfahrens zeigte sich die Hydroxyäthylzellulose für unser Vorhaben als das am besten geeignete Derivat unter allen untersuchten Derivaten. Die Problematik ihrer Herstellung wurde im Laboratoriumsmaßstab, aber auch halbtechnisch und großtechnisch bearbeitet.

Grundprinzipien der Herstellung einer alkalilöslichen Hydroxyäthylzellulose

Die Herstellung von Hydroxyäthylzellulose kann durch Einsatz von Äthylenchlorhydrin oder Äthylenoxid erfolgen. Für unser Ziel, Hydroxyäthylzellulose zur Herstellung von Faserstoffen zu verwenden, kam die Anwendung von Äthylenchlorhydrin, das mit der Zellulose

unter Salzbildung reagiert, nicht in Frage. Das entstehende Salz müßte man nämlich dann in den weiteren Verfahrensstufen wieder beseitigen.

Deshalb wählten wir für unsere Arbeiten Äthylenoxid. Dieses Produkt reagiert mit Zellulose unter katalytischer Einwirkung von Natronlauge. Dabei benützten wir unsere Erfahrungen bei der Herstellung von Alkalizellulose wie auch die dafür verwendeten Einrichtungen. Die Reaktion von Alkalizellulose mit Äthylenoxid verläuft mit einer Ausbeute von 50 % u. Als Nebenprodukt entsteht dabei Polyäthylenglykol. Dieses Produkt wirkt in den nachfolgenden technologischen Prozessen als Modifizierungsmittel. Der Reaktionsmechanismus kann vereinfacht folgendermaßen dargestellt werden:



Die Äthoxylierungsreaktion weist in bezug auf die Reaktionskomponenten einen heterogenen Charakter auf, und sie kann unter Einsatz eines Reaktionsmediums, oder auch ohne dieses verlaufen. Wir untersuchten beide Möglichkeiten, und zwar im Hinblick auf den Rohstoffverbrauch, auf die Notwendigkeit der Beseitigung und Regenerierung des Reaktionsmediums wie auch auf die Reaktionskinetik. Wir haben ein Verfahren zur Herstellung von Hydroxyäthylzellulose ohne Anwendung eines Reaktionsmediums ausgearbeitet.

Durch Regelung des Äthylenoxideinsatzes sowie der Reaktionsbedingungen läßt sich Hydroxyäthylzellulose mit unterschiedlichem Substitutionsgrad herstellen, sodaß es entweder in Alkalien oder in Wasser löslich sein kann.

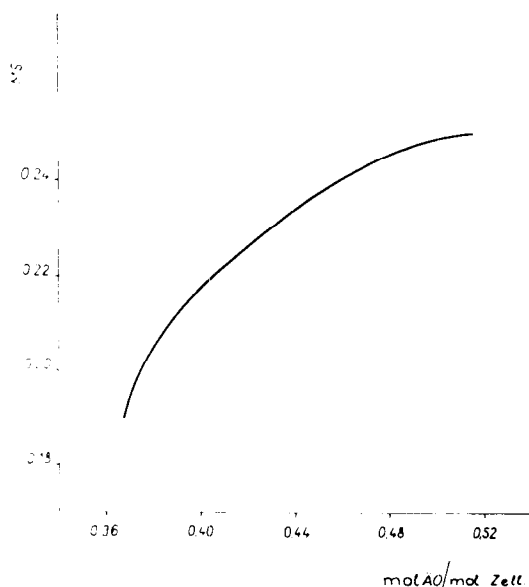


Abb. 1. Abhängigkeit der molaren Substitution vom Molenbruch des Äthylenoxids

In Zusammenhang mit der Faserstoffherstellung aus Hydroxyäthylzellulose beschäftigen wir uns vorwiegend mit der Herstellung alkalilöslicher HÄC. Für diesen Derivattyp benötigt man 0,36 bis 0,52 Mol Äthylenoxid auf 1 Mol Zellulose, um einen guten Reaktionsablauf zu erzielen (Abb. 1).

Aus verfahrenstechnischen Gründen ist es erforderlich, die Verätherung so zu führen, daß die Hydroxyäthylzellulose eine molare Substitution von 0,22 bis 0,25 aufweist.

Durch die molare Substitution wird die Gesamtmenge des gebundenen Äthylenoxids zum Ausdruck gebracht. In der Praxis muß nicht immer eine Äthoxygruppe mit einer freien Hydroxylgruppe reagieren, sondern es können sich hier auch Dimere oder Trimere bilden. Die Bildung längerer Ketten wird durch chromatographische Analysen verfolgt und möglicherweise ausgeschlossen.

Die molare Substitution wird nicht nur durch die Äthylenoxidmenge, sondern auch durch die Temperatur und durch die Reaktionszeit beeinflusst (Abb. 2). Bei der Herstellung von Hydroxyäthylzellulose mit einer molaren Substitution von 0,22 bis 0,25 genügt eine Reaktionszeit von 2 Stunden bei Temperaturen im Bereich von 32 bis 36 °C.

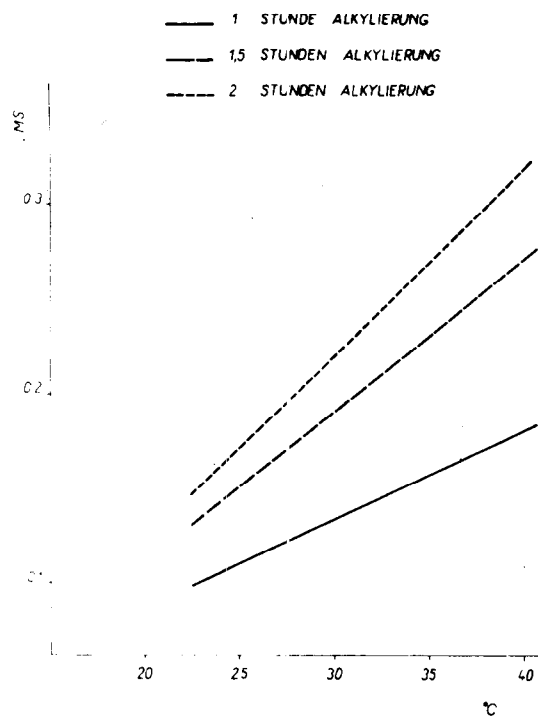


Abb. 2: Abhängigkeit der molaren Substitution von Alkylierungszeit und -temperatur

Zur Einhaltung der Temperatur bei der Reaktion ist es nötig, Äthylenoxid in gasförmigem Zustand der Reaktion zuzuführen. Aus diesem Grunde ist die Alkylierungsanlage so konstruiert, daß die genau abgemessene Menge des flüssigen Äthylenoxids zuerst eine Vergasungsanlage passiert.

Äthylenoxid stellt eine Flüssigkeit dar, deren Siedepunkt bei 10,7 °C liegt. Es handelt sich um einen brennbaren Stoff I. Klasse, und es ist notwendig, ihn

wegen Explosionsgefahr durch ein inertes Gas, wie beispielsweise Stickstoff oder Kohlendioxid, zu verdünnen. Ein Gemisch aus Stickstoff mit weniger als 75 Gew.-% Äthylenoxid ist explosions sicher. Bei allen unseren experimentellen Arbeiten haben wir die erforderlichen Schutzmaßnahmen diesbezüglich streng eingehalten. Auch die Alkylierungseinrichtung wurde vor Eintritt des Äthylenoxids mit Stickstoff durchgespült, um auf diese Weise den Einfluß des Luftsaauerstoffes auszuschalten.

Die Alkylierung erfolgt in Einrichtungen, wie sie allgemein bei der Herstellung von Viskosefaserstoffen zur Xanthogenierung verwendet werden. Die Reaktion des Äthylenoxids mit Alkalizellulose erfolgt unter Vakuum. Das Äthylenoxid wird in der vorgeschriebenen Menge während einer begrenzten Zeitdauer kontinuierlich zugeführt, und seine Zuleitung wird durch den Druck und die Temperatur geregelt. Die Verätherung verläuft stets unter vermindertem Druck (Abb. 3).

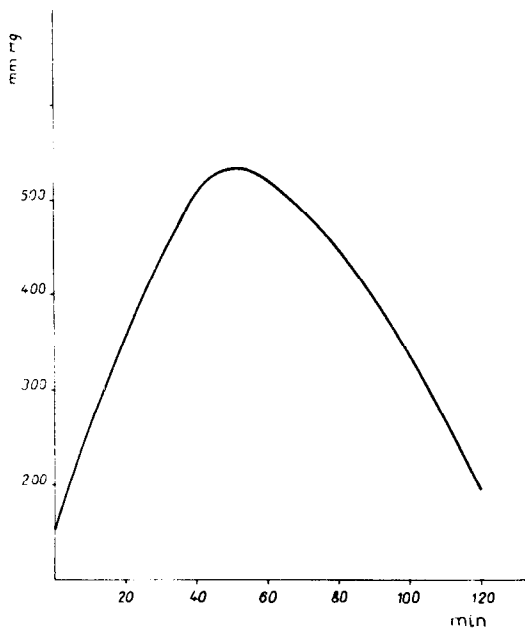


Abb. 3: Druckverlauf während der Alkylierung

Aus der graphischen Darstellung der Druckänderung während der Alkylierung kann man schließen, daß die Reaktion am intensivsten in der letzten Phase der Äthylenoxidzufuhr, die 40 bis 60 Minuten dauert, verläuft.

Unmittelbar nach der Alkylierung wird das gebildete Derivat in Natronlauge entsprechender Konzentration gelöst. Auch für den Lösungsprozeß können Einrichtungen herkömmlichen Typs verwendet werden. Die Lösungen von Hydroxyäthylzellulose in Natronlauge können in Konzentrationsgrenzen, wie sie bei der Viskosezubereitung üblich sind, hergestellt werden. Durch eine entsprechende Vorreife der Alkalizellulose kann man die Viskosität der Lösung wunschgemäß einstellen.

Beim Lösen der Hydroäthylzellulose spielt die Temperatur eine wichtige Rolle (Abb. 4). Aus der graphischen Darstellung geht hervor, daß eine hochwertige alkalische Hydroxyäthylzellulose bei Temperaturen unterhalb 10 ° C gewonnen wird.

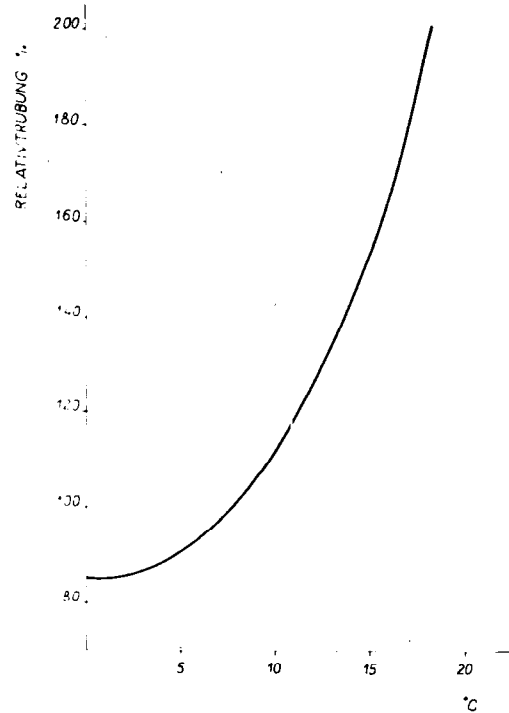


Abb. 4: Abhängigkeit der relativen Trübung der HAc-Lösung von der Lösungstemperatur

Auf die Qualität der Lösung wirkt auch die Lösungszeit bedeutend ein (Abb. 5). Für eine gute Lösung ist eine Mindestzeit von 2 Stunden erforderlich.

Die Qualität der zubereiteten Lösung wird am besten durch den Filterwert charakterisiert. Dieser Wert wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Eine entscheidende Rolle spielen hier die Lösungsdauer und die Lösungs-

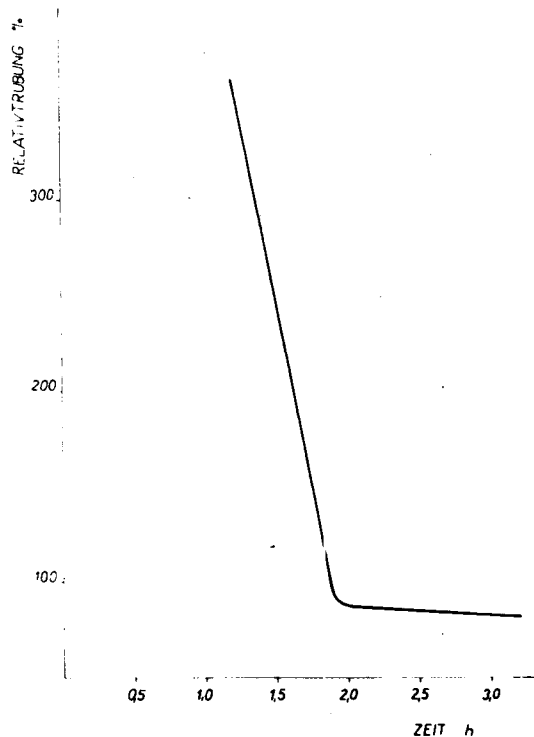


Abb. 5: Abhängigkeit der relativen Trübung der HAc-Lösung von der Lösungszeit

temperatur, aber auch die Menge des zur Alkylierung verwendeten Äthylenoxids (Abb. 6). Mit steigender Menge an Äthylenoxid verbessert sich zwar die Filtrierbarkeit der Lösung, aber dies allein kann man nicht als das einzige Kriterium für die Eignung der Lösung zur Herstellung von Faserstoffen betrachten.



Abb. 6: Abhängigkeit der Filtrierbarkeit vom Molenbruch des dosierten Äthylenoxids

Ein großer Vorteil der Hydroxyäthylzelluloselösungen ist in ihrer Beständigkeit zu sehen. Da es sich hier um einen Zelluloseäther handelt und im alkalischen Medium kein Abspalten der gebundenen Ätheroxygruppe erfolgen kann, unterliegen diese Lösungen keinem Reifevorgang, wie es bei Viskose der Fall ist. Bei diesen Lösungen ist deshalb keine Änderung der Koagulierbarkeit mit der Zeit zu verzeichnen.

Das Prinzip der Faserstoffherstellung aus Hydroxyäthylzellulose

Eine einfache Übertragung der beim Viskoseverfahren üblichen technologischen Spinnbedingungen auf das Verspinnen alkalischer Hydroxyäthylzelluloselösungen zeigte sich als undurchführbar. Sowohl ein Schwefelsäuregehalt im Bad von 120 bis 140 g/l beim Spinnen klassischer Viskosefaserstoffe als auch von rund 70 g/l, wie bei der Herstellung von Modalfaserstofftypen, führten nicht zu Faserstoffen mit einem höheren Orientierungsgrad. Außerdem wies ein unter solchen Bedingungen gesponnener Faserstoff ein enorm hohes sekundäres Wasserrückhaltevermögen auf. Selbst durch die verschiedenen Nachbehandlungsvorgänge konnte man keinen Faserstoff mit entsprechenden Eigenschaften für die textile Verarbeitung erzielen.

Bei der Untersuchung der Spinnbedingungen für Hydroxyäthylzelluloselösungen erwies es sich als vorteilhaft, ein Dehydratationsbad mit einem hohen

Salzgehalt zu verwenden. Durch den Schwefelsäuregehalt im Plastifizierbad werden die Bedingungen für das Faserformen stark beeinflusst. Mit steigender Konzentration sinkt die Streckbarkeit und Orientierbarkeit des Faserstoffes beim Plastifizieren, wodurch bis zu einer bestimmten Grenze die physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Faserstoffes aus Hydroxyäthylzellulose geregelt werden können (Abb. 7).

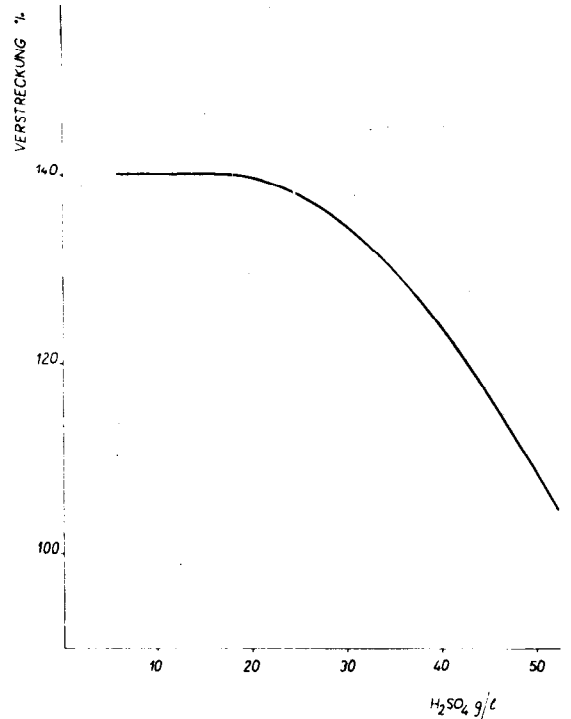


Abb. 7: Abhängigkeit der Fadenstreckbarkeit während der Plastifizierung von der Schwefelsäurekonzentration im Spinnbad

Der Streckvorgang kann auf zwei Arten durchgeführt werden: einmal bei konstanter Geschwindigkeit vor dem Fadeneintritt in die Plastifizierung und einmal bei konstanter Endabzugsgeschwindigkeit. Im zweiten Fall handelt es sich um Spinnbedingungen, die mit einer Änderung des Fadenverzugs an der Spinnöse verbunden sind.

Durch die Streckbedingungen werden die physikalisch-mechanischen Kennwerte des Faserstoffes beeinflusst. Dies steht in Zusammenhang mit seiner Gesamtorientierung. In bezug auf die chemische Zusammensetzung des Zelluloseäthers ist hier im Vergleich zu Hydratzellulosefaserstoffen eine höhere Verstreckbarkeit erforderlich (Abb. 8).

Die Faserorientierung wurde durch die Bestimmung der Doppelbrechungswerte anhand Immersionsmessungen sowie durch die Messung der Schallausbreitungsgeschwindigkeit verfolgt. Es zeigte sich, daß ein Orientierungsgrad von Hydratzellulosefaserstoffen mit einem Doppelbrechungswert von rund $30 \cdot 10^{-3}$ bei Hydroxyäthylzellulosefasern durch eine Verstreckung oberhalb 70 % erzielt wird. Durch eine solche Verstreckung vergrößert sich die Kohäsionsenergie für die Volumeneinheit, was wieder durch ein Herabsetzen der primären und sekundären Faserstoffquellung zum Ausdruck kommt. Dadurch wird auch die Faserstoff-

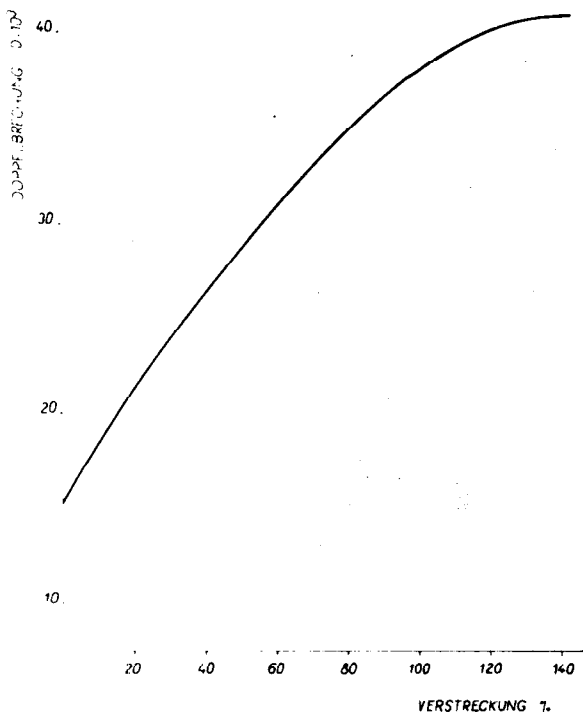


Abb. 8: Abhängigkeit der Faserorientierung von der Verstreckung

festigkeit im konditionierten wie auch im nassen Zustand günstig beeinflusst (Abb. 9).

Aber auch bei einer maximalen Orientierung des Hydroxyäthylzellulosefaserstoffes wurden günstige physikalisch-mechanische Eigenschaften nur im konditionierten Zustand erzielt. Höhere Werte der Naßfestigkeit könnten sich jedoch bei der Anwendung von

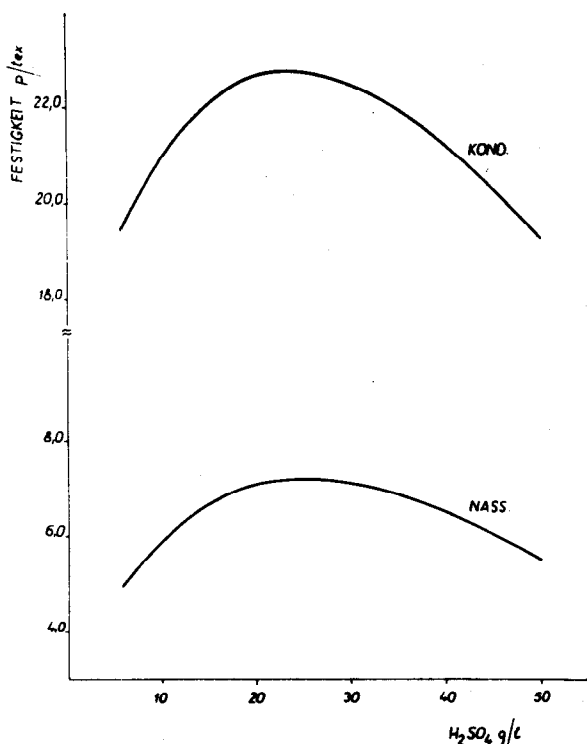


Abb. 9: Abhängigkeit der Reißfestigkeit im konditionierten und im nassen Zustand von der Verstreckung

Hydroxyäthylzellulose mit niedrigerer molarer Substitution ergeben. Man erhält dann Faserstoffe mit niedrigerem sekundärem Wasserrückhaltevermögen. Dies ist aber mit einem größeren Bedarf an Energie bei der Herstellung der Hydroxyäthylzelluloselösungen verbunden.

Der auf diese Weise gewonnene Faserstoff läßt sich durch die entsprechenden Eigenschaften im konditionierten Zustand charakterisieren, wobei sein Wasserrückhaltevermögen zunimmt, was wieder mit einer unzureichenden Naßfestigkeit verbunden ist.

Für einen Faserstoff mit den vorher beschriebenen charakteristischen Eigenschaften suchte man nach entsprechenden Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedenen Zweigen der Gebrauchsgüterindustrie. Er wird im allgemeinen als „unmodifizierter Faserstoff aus Hydroxyäthylzellulose“ bezeichnet.

Eigenschaften und Verwendung von unmodifizierten Faserstoffen aus Hydroxyäthylzellulose

Je nach den Spinnbedingungen wurden Stapelfasern aus Hydroxyäthylzellulose des Baumwolltyps mit folgenden physikalischen Werten hergestellt:

Feinheit	0,13—0,23 tex
Schnittlänge	40 mm
Reißfestigkeit, kond.	20—28 p/tex
Naßreißfestigkeit	5—9 p/tex
Bruchdehnung, kond.	13—18 %
Naßbruchdehnung	20—37 %
Schlingenfestigkeit	5—11 p/tex
Quellung (in Wasser)	180—230 %
Weißgrad	ca. 80 % MgO

Vom Standpunkt der textilen Verarbeitung aus entsprechen die Kennwerte der Reißfestigkeit und der Bruchdehnung im konditionierten Zustand, weiter die Schlingenfestigkeit wie auch der Weißgrad, der höher liegt als bei ungebleichten Rohviskosefasern. Unzureichend sind aber vor allem jene Fasereigenschaften, die mit der hohen Quellung in Wasser zusammenhängen. Es handelt sich hier um eine niedrige Naßreißfestigkeit, die wieder in einer sehr niedrigen Garnfestigkeit im nassen Zustand zum Ausdruck kommt, so beträgt sie zum Beispiel für ein klassisch gesponnenes Garn (25 tex) nur etwa 3,5 bis 4,0 p/tex und für ein OE-Garn sogar nur 2 p/tex. Diese Garne sind praktisch für Erzeugnisse, die einer höheren Beanspruchung bei der Nachbehandlung bzw. bei wiederholter Wäsche ausgesetzt sind, unverwendbar.

Mit der höheren Faserquellung steht auch eine höhere Schrumpfung bei wiederholter Wäsche in Zusammenhang. In der nachfolgenden Übersicht (Tab. 1) werden die Längenänderungen von Garnen (25 tex) aus 100 %

Tabelle 1: Längenänderungen von Garnen aus Zellulosefasern (in %)

Schrumpfung	100 % HÄC	100 % VS	100 % PNS
nach Abkochen bei Nullbelastung	-7,4	-5,6	-1,8
nach der Trocknung	-8,6	-6,6	-2,8
nach Abkochen bei Belastung von 0,7 p/tex	+4,1	+3,2	+1,1
nach der Trocknung	+3,4	+0,1	-0,8

Hydroxyäthylzellulose (HÄC), normaler Viskosezellwolle (VS) und Polynosicfasern (PNS) nach einer Abkochung in Wasser, bei Nullbelastung bzw. bei einer Belastung von etwa 0,7 p/tex und nach Trocknung im freien Zustand miteinander verglichen.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß sich Garne aus Hydroxyäthylzellulose im nassen Zustand relativ stark verlängern, während ohne Spannung eine hohe Schrumpfung zu verzeichnen ist. Die Maßänderungen liegen hier höher als bei Garnen aus normaler Viskosezellwolle, die übrigens nicht als Faserstoff mit guter Formbeständigkeit gilt. Die Unterschiede zwischen HÄC und PNS sind so markant, daß sich ein weiterer Kommentar erübrigt.

Ein weiteres Problem, das mit dem hohen Quellvermögen von Hydroxyäthylzellulosefasern zusammenhängt, stellt die besonders hohe Affinität zu Saturnfarbstoffen mit einem sehr raschen Aufziehvermögen dar. Der Unterschied gegenüber normaler Viskosezellwolle ist aus den isothermischen Färbungskurven auf Abbildung 10 für Saturngrau LRN bei 60°C gut zu sehen. Sogar ohne Elektrolytzusatz, wobei Viskosezellwolle praktisch unausgefärbt bleibt, erfolgt ein zirka 80%iges Aufziehen des Farbstoffes an die Hydroxyäthylzellulosefaser bereits schon zu Beginn des Färbens.

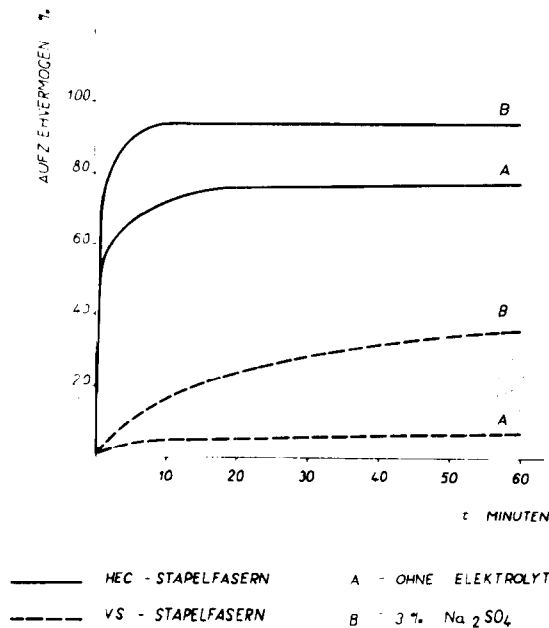


Abb. 10: Isothermische Färbungskurven von Hydroxyäthylzellulose- und von Viskosefasern

Diese Tatsache verursacht Schwierigkeiten bei der gleichmäßigen Ausfärbung von Hydroxyäthylzellulosefasern im Färbeapparat: die Faseraußenschichten sind gut ausgefärbt, während die Innenteile unausgefärbt bleiben.

Infolge der Löslichkeit von Hydroxyäthylzellulosefasern in Alkalien sind Farbstoffe zu verwenden, die für nicht alkalische Färbäder geeignet sind. Diese Beschränkung ist bei eventuellen Mischfasern aus HÄC und Baumwolle zu beachten. Wie bekannt, müssen Baumwollgarne oder -gewebe oft alkalischen Vorbehandlungen (Merzerisierung, Druckabkochung) un-

terworfen werden, was eine Beschädigung der Hydroxyäthylzellulosefasern zur Folge hätte.

Der größte Nachteil der HÄC-Fasern liegt im nicht-textilen Charakter der aus ihnen hergestellten Gewebe und Gewirke. Der Griff der nassen Erzeugnisse ist schleimig bzw. gelartig, die mit Wasser getränkten Erzeugnisse sind schwer und können in diesem Zustand leicht beschädigt werden. Nach der Trocknung haben sie dann einen sehr rauen bis scharfen und steifen Griff.

Obleich die Hydroplastizität der HÄC-Faserstoffe bei ihrer Verarbeitung zu klassischen textilen Erzeugnissen mit Problemen verbunden ist, so läßt sich doch diese Eigenschaft in anderen Einsatzgebieten, wo ihr hohes Quellvermögen gewünscht wird, vorteilhaft ausnutzen.

In der Papierindustrie wurden mit Hydroxyäthylzellulosefasern zur Herstellung von Filtrierpapier nach dem klassischen Papierherstellungsverfahren sehr viele Versuche durchgeführt. Die HÄC-Fasern wurden in Mischung mit Holzzellstoff und Viskosezellwolle in einem Holländer gemahlen. Aus dieser Masse bereitete man auf der Papiermaschine verschiedene Sorten von Filtrierpapier zu. Allgemein konnte auf diese Weise eine wesentlich bessere Blattfestigkeit erzielt werden, wobei eine gute Luftdurchlässigkeit und ein hohes Filtriervermögen erhalten blieb (Tab. 2).

Tabelle 2: Parameter des Filtrierblattes

Bezeichnung des Materials	Reißlänge (m)	Luftdurchlässigkeit (1/m ² · s)	Porendurchmesser Höchstwert 10 ⁻⁶ m
mit HÄC-Fasern	1290	1050	96
mit Viskosefasern	550	700	92

Man kann also ein bestimmtes Selbstbindevermögen der HÄC-Fasern mit den anderen Fasern voraussetzen. Die auf diese Weise hergestellten Filtrierpapiere können beispielsweise in der Kraftwagenindustrie sowie für weitere technische Zwecke vorteilhaft verwendet werden.

Auf Grund der positiven Ergebnisse bei der Anwendung von HÄC-Fasern im Papiersektor konnten wir schließen, daß es auch möglich wäre, diesen Faserstofftyp zur Herstellung von Vliesstoffen nach dem Naßverfahren einzusetzen. Für ein solches textiles Material interessieren sich insbesondere verschiedene sanitäre Institutionen. Es handelt sich hier vor allem um Erzeugnisse wie Leintücher, Windeln, Arbeitsmäntel u. dgl. Es bleibt aber noch auf Grund technischer und ökonomischer Überlegungen zu entscheiden, inwieweit das Naß- oder das Trockenverfahren zur Herstellung von Vliesstoffen für die einzelnen Anwendungsgebiete vorteilhafter wäre.

Die zuletzt genannten Textilien stellen ebenfalls eine wirkungsvolle Möglichkeit für den Einsatz von HÄC-Fasern dar. Auf diesem Gebiet werden in der CSSR intensive Forschungsarbeiten betrieben. Es wurden dabei bereits günstige Teilergebnisse, zum Beispiel bei Mischungen von 70% PET/30% HÄC in elastischen Kleidungseinlagen auf der Callaron-Anlage durch Imprägnierung des Vliesstoffes, gewonnen. Die physika-

lisch-mechanischen Werte der Textilien entsprechen dem Standardmaterial mit normaler Viskosezellwolle. Vorteilhaft ist dabei der höhere Weißgrad der Einlagen aus PET/HÄC-Mischungen, hauptsächlich für den Bereich der Konfektion diverser Wäscheerzeugnisse.

Ein interessantes Gebiet für den Einsatz von HÄC-Faserstoffen bieten Zigarettenfilter. Außer Acetatkabel und Papierfilter werden hierfür auch große Mengen von Viskosezellwolle verarbeitet. Orientierungsversuche mit HÄC-Fasern in Zigarettenfiltern unter Anwendung eines neuen Verfahrens zur Herstellung von Verbundbänden deuten auf bessere physikalische Parameter als bei Verwendung von Viskosezellwolle. In Vorbereitung sind Versuche größeren Ausmaßes. Man kann annehmen, daß sich die HÄC-Fasern auch in Zigarettenfiltern gut bewähren werden.

Aus unseren bisherigen Überlegungen geht hervor, daß unmodifizierte Faserstoffe aus Hydroxyäthylzellulose für eine ganze Reihe von Verarbeitungsgebieten interessant sein könnten. Während sich für einige dieser Sektoren die experimentellen Arbeiten noch im Anfangsstadium befinden, sind unsere heutigen Vorstellungen darüber, wie sich die HÄC-Fasern bei ihrer Verarbeitung auf der Papiermaschine durchsetzen werden, schon verhältnismäßig klar.

Eigenschaften und Anwendungen von modifizierten Faserstoffen aus Hydroxyäthylzellulose

Durch Änderung der technologischen Bedingungen beim Fadenformen ist es uns nicht gelungen, die Eigenschaften des Faserstoffes im nassen Zustand zu verbessern. Wir suchten deshalb nach Wegen einer Modifizierung. Günstige Ergebnisse erhielten wir durch die Anwendung von Vernetzungsverfahren.

Es wurde eine ganze Reihe von Vernetzungsmitteln untersucht. Für den gegebenen Zweck entsprachen am besten bifunktionelle Verbindungen von Harnstoff/Formaldehyd-Vorkondensaten.

Der Vernetzungsvorgang wurde in zwei Richtungen bearbeitet: einmal durch Zusatz des Vernetzungsmittels in die alkalische Hydroxyäthylzelluloselösung vor dem Verspinnen der Faser, das andere Mal durch Beigabe des Vernetzungsmittels in der Endphase der Nachbehandlung.

Bei beiden Verfahren war es notwendig, solche Bedingungen zu schaffen, daß das Vernetzungsmittel nicht nur frei in die zwischenfibrillären Bereiche eingelagert wird, sondern daß auch durch Kondensation chemische Bindungen entstehen.

Durch Temperatur und Kondensationszeit kann das sekundäre Wasserrückhaltevermögen beeinflusst werden, und demzufolge werden auch die Faserstoffeigenschaften im nassen Zustand verbessert (Abb. 11).

Wenngleich die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Faserstoffvernetzung noch nicht abgeschlossen sind, kann man schon heute sagen, daß beide Wege gut begehbar sind. Den Vernetzungsvorgang kann man bereits so weit führen, daß man einen Faserstoff mit einem enorm niedrigen Quellvermögen und einer genügend hohen Naßreißfestigkeit erhält, was allerdings mit einer erhöhten Fasersprödigkeit verbunden ist.

Auf jeden Fall wird es notwendig sein, Bedingungen zu schaffen, durch die man einen Faserstoff mit ent-

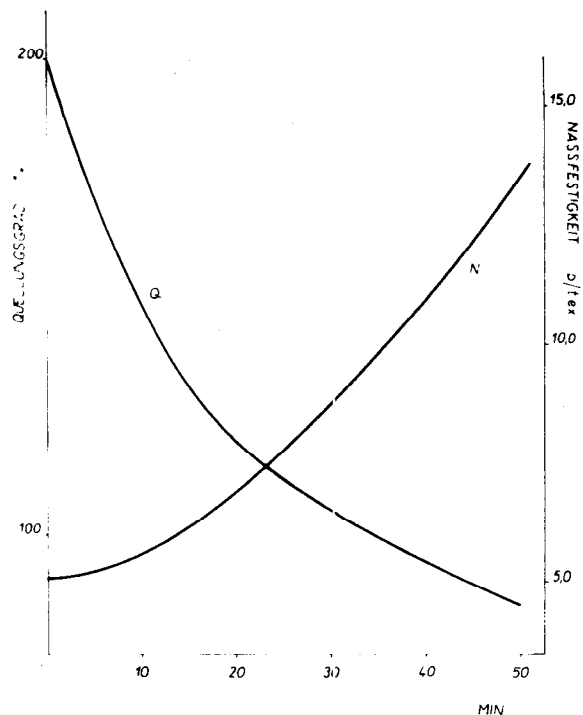


Abb. 11: Abhängigkeit der sekundären Quellung und der Naßreißfestigkeit von der Kondensationszeit

sprechend guten physikalisch-mechanischen Eigenschaften, etwa auf dem Niveau eines klassischen Hydratzellulosefaserstoffes, erhält.

Die bisher erarbeitete technologische Grundlage zur Herstellung von modifizierten Hydroxyäthylzellulosefaserstoffen ermöglichen es, einen Faserstoff mit folgenden physikalisch-mechanischen Eigenschaften im Vergleich zum unmodifizierten Ausgangsfaserstoff zu erhalten (Tab. 3).

Tabelle 3: Physikalisch-mechanische Werte von modifizierten und unmodifizierten Faserstoffen aus Hydroxyäthylzellulose

Kennwerte	HÄC-Faserstoff	
	unmodifiziert	modifiziert
Feinheit (dtex)	2,09	2,10
Reißfestigkeit, kond. (p/tex)	23,2	22,9
Naßreißfestigkeit (p/tex)	7,7	12,5
Bruchdehnung, kond. (%)	13,8	12,8
Naßbruchdehnung (%)	19,0	18,8
Schlingenfestigkeit (p/tex)	8,2	6,4
sekundäre Quellung	202	112

Möglichkeiten der textilen Verarbeitung von modifizierten Faserstoffen aus Hydroxyäthylzellulose

Voraussetzung für den Einsatz von modifizierten Faserstoffen aus Hydroxyäthylzellulose für klassische Textilerzeugnisse, für Web- und Wirkwaren bzw. für Textilien, die einer Wäsche unterzogen werden, ist ein wesentliches und beständiges Herabsetzen des Quellvermögens in Wasser, zumindest auf ein Niveau wie bei Viskosezellwolle. Weitere daraus hervorgehende Folgerungen, betreffend Naßfestigkeit, Schrumpfung,

Anfärbung und Griff, wurden bereits vorher erörtert.

Durch eine Vernetzung der HÄC-Faserstoffe wäre es grundsätzlich möglich, die gewünschten Eigenschaften zu erzielen. Die textilen Verarbeiter würden es sicher begrüßen, wenn durch den Vernetzungsvorgang zugleich auch die Knitterbeständigkeit verbessert würde, sodaß die Knitterfestausrüstung bei der Nachbehandlung der Gewebe entfiel. Wichtig ist aber vor allem, daß die Vernetzung bei wiederholter Wäsche genügend beständig bleibt. Außerdem sollte die Oberflächenausrüstung mit Präparationsmitteln eine gute Auflockerung beim Ausspinnen ermöglichen.

Vorläufig nehmen wir an, daß sich modifizierte Hydroxyäthylzellulosefasern des Baumwoll- und Wolltyps auf dem Markt durchsetzen könnten. Die Herstellung von Feinseide wäre bedeutend schwieriger. Es wäre nicht angebracht, hier von einem bloßen „Ersatz“ der Viskosezellwolle durch modifizierte HÄC-Fasern zu sprechen, da doch manche charakteristische Kennzeichen, wie zum Beispiel die niedrigere Alkalienbeständigkeit, auch bei modifizierten HÄC-Fasern, erhalten bleiben. Deshalb wird es notwendig sein, ein weites Sortiment von Erzeugnissen aus 100 % modifizierten HÄC-Fasern und aus ihren Mischungen mit Wolle und synthetischen Faserstoffen für verschiedene Anwendungszwecke zu bemustern. Bekleidungs- und Raumtextilien, an die geringere Ansprüche gestellt werden, könnten solchen Kriterien entsprechen.

Selbstverständlich wollen wir damit den bewährten Modalfasern oder gar hochwertiger Baumwolle in textilen Spitzenerzeugnissen keine Konkurrenz machen. Auf diese Weise wäre es aber vielleicht möglich, den Mangel an normaler Viskosezellwolle auf dem Markt der Textilrohstoffe zu beheben, insofern billige synthetische Faserstoffe aus sichergestellter Rohstoffbasis, permanent antistatisch ausgerüstet, physiologisch entsprechend und gut verarbeitet, noch nicht in genügender Menge zur Verfügung stehen.

Als Beispiele können wir einige Kennwerte eines Kleiderstoffgewebes aus 100 % HÄC-Fasern des Baumwolltyps (Garn 25 tex in Kette und Schuß), vernetzt bei der textilen Nachbehandlung, anführen:

Reißfestigkeit, kond.,	Kette . .	24—26 kp/100 Fäden
	Schuß . .	18—20 kp/100 Fäden
Naßreißfestigkeit,	Kette . .	13—15 kp/100 Fäden
	Schuß . .	13—14 kp/100 Fäden
Schrumpfung nach der 5. Wäsche (40 °C)	Kette . .	3—5 %
	Schuß . .	0,5—3 %
Knitterfestigkeit nach der 5. Wäsche	trocken	.107—114 °
	naß . . .	82—110 °

Diese Werte können als entsprechend gut bezeichnet werden.

Es besteht zwar noch ein Vorbehalt in bezug auf die niedrigere Scheuerfestigkeit, ausgedrückt durch den Gewichtsverlust am Akzelerator (16—17 %), aber der textile Charakter des Gewebes im trockenen wie auch im nassen Zustand ist akzeptabel.

Dies ist ein Beweis dafür, daß Hydroxyäthylzellulosefasern gemäß der Ansprüche seitens der textilen Verarbeiter durch Vernetzung modifizierbar sind. Es wird aber notwendig sein, diese Modifizierung schon während ihrer Herstellung durchzuführen, um Probleme beim Ausfärben und bei den Naßausrüstungen in der Textilindustrie vermeiden zu können.

Zusammenfassung

Auf Grund der experimentell durchgeführten Arbeiten können wir sagen, daß Hydroxyäthylzellulose zur Herstellung eines Zellulosefaserstoffes mit spezifischen Eigenschaften verwendet werden kann.

Wir konnten das Alkylierungsverfahren auf Anlagen, wie sie im Prinzip zur Viskosezubereitung dienen, bereits entwickeln. Das labormäßig ausgearbeitete Verfahren zur Verätherung der Zellulose und zur Herstellung von alkalischen Hydroxyäthylzelluloselösungen wurde halbtechnisch und großtechnisch erprobt. Großtechnisch wurden auch schon reproduzierbare Werte hinsichtlich der Qualität der Lösungen erzielt.

Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Verspinnens alkalischer Hydroxyäthylzelluloselösungen haben bisher den Rahmen von halbtechnischen Versuchen noch nicht überschritten. Der hergestellte Hydroxyäthylzellulosefaserstoff erweist sich wegen seiner spezifischen Eigenschaften zur Herstellung von Vliesstoffen nach dem Naß- und Trockenverfahren als geeignet. Seitens der Verarbeiter besteht Interesse dafür, diesen Faserstoff für Erzeugnisse zum einmaligen Gebrauch (Wegwerfartikel) zu verwenden.

Die bisher gewonnenen Ergebnisse auf dem Gebiet der Modifizierung der Hydroxyäthylzellulosefaserstoffe berechtigen uns, diese Problematik weiterhin zu untersuchen.

Die besonderen Gegebenheiten unseres Landes, das heißt die Notwendigkeit, große Mengen von Rohstoffen zu importieren, wie auch die Konzentration der Produktion von Viskosefaserstoffen in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte, sprechen dafür, die Aufnahme der Produktion eines Zellulosefaserstoffes auf der in diesem Referat behandelten Derivatbasis eingehend zu erwägen.

Diskussion

Rogovin: Sie haben jahrelang an diesen Verfahren gearbeitet, die heute schon im halbtechnischen Maßstab und in den nächsten Jahren sicher auch bereits großtechnisch ausgeführt werden. Allerdings ist es nicht die einzige Methode, um die Nachteile des Viskoseverfahrens zu beseitigen, aber eine originelle.

Polyäthylenglykol, das als Nebenprodukt anfällt, verwenden Sie als Modifizierungsmittel. Für welchen Zweck?

Diačik: Das Polyäthylenglykol verwendet man beim Verspinnen von Viskosefasern.

Rogovin: Aber Sie brauchen die Modifizierung nur bei hochfesten Viskosefasern, zum Beispiel bei Reifenkord, den Sie aber nicht produzieren.

Albrecht: Darüber kann man ein wenig streiten. Es gibt auch gute Zellwollefabrikanten, die etwas dazumischen.

Rogovin: Ja, schon, aber man kann nicht wäßrige, verdünnte Polyäthylenglykollösungen von einer Fabrik in die andere befördern.

Sie haben ganz richtig gesagt, daß bei der Äthylierung der Zellulose die Reaktion mit Äthylenoxid in zwei Richtungen gehen kann:

- Man kann die Hydroxylgruppen der Zellulose selbst alkylieren, und
- man kann die Hydroxylgruppen der Oxyäthylgruppen alkylieren und Dimere und Trimere herstellen.

Haben Sie experimentelle Daten darüber, wie groß der Verbrauch von Äthylenoxid in beiden Fällen ist?

Diačik: Ja, dieses Nebenprodukt macht ungefähr 50 % aus, und 50 % gehen auf die Zellulose.

Rogovin: Man kann statt der Vernetzung auch eine Pfropfmethode benutzen, um zum Beispiel die Quellung zu vermindern. Besonders durch das Pfropfen bifunktioneller Verbindungen können Sie vermutlich einfacher und mit höherer Effektivität diese Frage lösen. Haben Sie Versuche dieser Art gemacht?

Diačik: Dies wäre zwar auch eine Möglichkeit, wird aber bei uns nicht gemacht.

Rogovin: Ich möchte Ihnen vorschlagen, in nächster Zeit diese Versuche durchzuführen.

Haben Sie auch probiert, den Prozentgehalt an Hydroxylgruppen, die vernetzt werden, zu bestimmen? Man kann das theoretisch berechnen und mit Hilfe der Gaschromatographie experimentell feststellen.

Diačik: Wir haben nur den Stickstoffgehalt bestimmt.

Rogovin: Der Stickstoffgehalt paßt nicht. Es liegen verschiedene Polymerisationsgrade dieses Harzes vor, und man kann diese Bestimmung nur durch den Zerfall von Molekülen — gaschromatographisch oder auch nach anderen Methoden — durchführen.

Diačik: Wir haben anschließend die Löslichkeit der Fasern in Cadoxen geprüft.

Rogovin: Gut. — Wieviel Prozent der vernetzten Faser sind in 10%iger Natronlauge löslich?

Diačik: Ungefähr 45 % in 10%iger Natronlauge.

Rogovin: Das heißt, daß Sie nur eine kleine Menge vernetzter Brücken haben.

Zum Schluß möchte ich nochmals wiederholen, daß ich die Arbeiten unserer Fachgenossen aus der CSSR sehr hoch einschätze. Ich glaube, daß Sie uns auf einem der nächsten Dornbirner Symposien schon von vernetzten Fasern, die bis dahin sicher große Bedeutung gewonnen haben werden, berichten können.

Berger: Sie haben interessante Informationen für die Vliesstoffherstellung gegeben. Läßt sich bei der Verarbeitung auf dem Schrägsieb bzw. die Partie auf dem Schrägsieb bei einem zusätzlichen Anteil von Hydroxyäthylzellulose gut aufführen?

Diačik: Versuche über die Möglichkeit der Herstellung von Naßvliesstoffen auf der Papiermaschine wurden bei uns bis jetzt noch nicht gemacht. Wir haben nur Filtrierpapiere auf einer gewöhnlichen Papiermaschine hergestellt. Aus den Ergebnissen schließen wir aber, daß es möglich wäre, auch auf einer Papiermaschine mit Schrägsieb Naßvliese zu machen.

Berger: Ich würde dieses Verfahren wegen des hohen Quellungsanteils für erfolgversprechend halten. Ist bei diesen Untersuchungen anstelle von Äthylenoxid auch Propylenoxid eingesetzt worden?

Diačik: Propylenoxid wurde nicht verwendet.

Berger: Das Polyäthylenglykol, das als Nebenprodukt entsteht, könnte in den weiteren Reaktionen als Dispergiermittel, also als Hilfsstoff, wirken, sowohl für das Fließen der Spinnlösung als auch für die anderen Weiterverarbeitungsstufen. Ist das so?

Diačik: Ja, Sie haben recht.

Dawczynski: Sie erwähnten, daß die Hydroxyäthylzellulosefasern auf der Papiermaschine verarbeitbar sind. Sie haben auch weiter ausgeführt, daß Sie zurzeit noch technisch-ökonomische Überlegungen in bezug auf die Verwendung des Trocken- oder des Naßverfahrens bei der Herstellung dieser Vliesstoffe anstellen. Können Sie diesbezüglich genauere Angaben machen?

Sehr interessant waren auch Ihre Ausführungen über die Zigarettenfilter. Haben Sie schon Versuche dazu angestellt? Wie bewähren sich diese Filter in der Praxis, insbesondere in bezug auf Verträglichkeit?

Diačik: Was die Vliesstoffe betrifft, sind wir uns noch nicht ganz im klaren, welche Non-wovens für sanitäre Zwecke auf dem nassen Weg und welche auf dem trockenen Weg gemacht werden sollen. Das ist eine ökonomische Frage. Wir haben den Naßprozeß auf der Papiermaschine noch nicht erprobt und können daher diese Frage erst in Zukunft beantworten.

Über Zigarettenfilter wurden bereits erste Versuche eingeleitet, und die Tabakindustrie ist mit den Ergebnissen zufrieden.

Albrecht: Wenn nun der Quellwert so hoch ist, wird dann nicht der Saugwiderstand in dem Filter zu hoch, wenn dieses naß wird?

Diačik: Hierzu hat die Tabakindustrie nichts Nachteiliges gesagt. Derzeit sind für diese Zwecke Zellwolle- oder Papierfilter im Einsatz. Wir beabsichtigen, die Papierfilter mit Hydroxyäthylzellulose zu ergänzen oder gleich anstatt Zellwolle Hydroxyäthylzellulose als Stapelfasern zu verwenden.

Dawczynski: Sie haben Mischungen 70 % Polyäthylenterephthalatfasern und 30 % Hydroxyäthylzellulosefasern eingesetzt. Haben Sie auch noch andere Mischungen, zum Beispiel im Verhältnis 20:40, 40:60 u. a., eingesetzt?

Diačik: Nein, es wurde nur die Mischung 70:30 eingesetzt. In einer Fabrik werden Betteinlagen aus einer Mischung von 70 % Polyester und 30 % Viskosefaser produziert, und dort wurde nur der Anteil an Viskosefasern versuchsweise durch Hydroxyäthylzellulose ersetzt.

Dawczynski: Der Weißgrad dieser Mischungen ist erheblich gestiegen. Können Sie diese Weißgradangabe konkretisieren?

Diačik: Der Weißgrad lag hier etwas höher als bei normalen Viskosestapelfasern, denn unsere Stapelfasern werden nicht gebleicht.

Albrecht: Haben Sie auch mit Zigarettenpapier Versuche gemacht?

Diačik: Das steht jetzt auf dem Programm.

Albrecht: Durch das Mahlen dürfte sich eine gewisse Verbesserung ergeben.

Diačik: Ja, das glaube ich auch.

Kräsig: Um dieses Verfahren und die Zukunftschancen, vor allem in bezug auf die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, beurteilen zu können, wäre es interessant — wahrscheinlich haben Sie das schon gemacht —, die Feinstruktur dieser Faser zu untersuchen, um zu sehen, inwieweit diese Hydroxyäthylsubstituenten die Kristallisationsfähigkeit und die Länge der Kristallite beeinflussen und inwieweit sie die Orientierungsfähigkeit sowie die Ausbildung einer besseren Struktur behindern. Liegen darüber schon Untersuchungsergebnisse vor? Wie sind diese im Vergleich zur Struktur und zur Orientierung der Viskosefasern?

Diačik: Diese Arbeiten sind jetzt im Gange.

Mori-König: Wie sieht der Querschnitt Ihrer Hydroxyäthylzellulosefaser aus? Ist er rund oder wie der der Viskosefaser etwas eckig?

Diačik: Er ist beinahe, aber nicht ganz regelmäßig rund.

Albrecht: Also dem Kreis näher als der der herkömmlichen Viskosefaser.

Zu dieser Naßweiterverarbeitung möchte ich noch eine Frage stellen: Ist nicht wegen des höheren Quellwerts auch die Dispergierbarkeit in der Flotte besser?

Diačik: Ja, Sie haben ganz recht.

Albrecht: Die Vernetzung mit gasförmigem Formaldehyd haben Sie noch nicht versucht? Es gab nämlich schon früher ein Verfahren von Courtaulds, das in Amerika angewendet wurde, bei dem entweder im Anschluß an den Trocknungsprozeß oder in dessen letzter Phase mit gasförmigem Formaldehyd vernetzt wurde. Die Faser war gar nicht schlecht, nur ist sie in den USA aus Kostengründen nicht angekommen.

Diačik: Nein, das haben wir nicht versucht.

Herstellung, Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von Bikomponentenfasern aus Polyamid und Polypropylen

Dr. Frigyes Geleji, Dr. Gábor Drusbacky und Dr. Katalin Mathe
Magyar Viscosagyár, Nyergesujfalu/Ungarn

Seit längerer Zeit wird intensive Forschungsarbeit zur Entwicklung von Fasern mit wollähnlichem Charakter durchgeführt. Die vom rein morphologischen Gesichtspunkt aus gesehene Wollähnlichkeit (Kräuselung) kann man mit verschiedenen Methoden erreichen.

Die mechanische Kräuselung ist nicht genügend beständig, sie ist nämlich meistens nur in zwei Dimensionen entwickelt. Um dieses Problem zu lösen, wurden von vielen Forschern verschiedene bikomponente Fasern hergestellt.

Wir haben eine bikomponente Faser entwickelt, die sich aus zwei verschiedenen Polymeren aufbaut. Da die verschiedenen Polymeren eine schlechte Haftung aneinander aufweisen, mußten wir statt einer bilateralen Faser eine Kern-Mantel-Struktur entwickeln. Die beiden Komponenten sind Polypropylen und verschiedene Polyamide. Es wurden die Schrumpfeigenschaften der einzelnen Komponenten untersucht, und es wird gezeigt, welche Kombination die günstigsten Eigenschaften ergibt.

Außerdem wurde auch eine bikomponente Faser aus reinem Polypropylen hergestellt. Dazu wurden Polypropylene verschiedenen Molekulargewichts verwendet. Eine der Herstellungsmöglichkeiten wird hier erörtert, und die Anwendungsmöglichkeiten dieser Fasern werden besprochen.

Some years ago research started to develop a synthetic fiber with wool-like characteristics. From the morphological point of view this feature may be achieved by several methods.

The mechanical crimp is not stable enough, and is only two-dimensional. To solve this problem fibres with bi-component structure were created.

We have developed bicomponent fibres containing two different polymers. As the different polymers do not adhere to each other a core sheath type fibre was produced. The two components applied were polypropylene and various polyamides. The shrinking properties of the two components were investigated separately, and we will show which combination shows the best properties.

Bicomponent fibres from pure polypropylene were produced as well. For this purpose polymers with different molecular weights were produced. A production possibility is represented and the end-uses of these fibres, primarily in home textiles, are discussed.

Einleitung

Vor einigen Jahren wurde der Weg zur Herstellung texturierter Garne über Bikomponentenfasern als eines der besten Zukunftsverfahren betrachtet. Die bekannten Argumente waren:

- die hohe Geschwindigkeit der Texturierung, die praktisch der Spinnengeschwindigkeit gleich ist,
- die Tatsache, daß keine extra Texturierprozesse mit dem dazugehörigen Aufwand erforderlich sind,
- daß das Garn glatt verarbeitet und
- die Kräuselung erst im Flachengebilde entwickelt werden kann.

Die meisten bikomponenten Garne konnten sich aber bisher noch nicht durchsetzen, wozu einerseits die schlechte Marktsituation, andererseits aber auch technische Probleme beigetragen haben.

Am Ende der sechziger Jahre wurden auch bei uns Arbeiten begonnen, deren Ziel die Aufklärung der Möglichkeiten war, für die speziell unsere Produktionsanlagen herangezogen werden konnten. Da die Polypropylenfasern in Entwicklung waren und die Polyamidfasern schon längere Zeit produziert wurden, wurden Versuche an den Schmelzspinnanlagen mit Polypropylen und Polyamid als Ausgangsmaterialien durchgeführt. Über die Erfahrungen, die wir einerseits bei der Herstellung, andererseits bei der Verarbeitung solcher Faserstoffe gesammelt haben, möchte ich berichten.

Herstellungstechnische Aspekte

Aus der Theorie der Bikomponentenfasern¹ ist bekannt, daß die Bauschigkeit, die Elastizität bzw. die Kräuselung der Bikomponentenfasern einerseits von der Schrumpfdifferenz, andererseits von der geometrischen Anordnung der beiden Komponenten abhängt. Der Einfluß der Geometrie des Querschnitts wurde von uns nicht systematisch geprüft, wir legten den Schwerpunkt der Untersuchungen vielmehr auf die Schrumpfdifferenz in einer Seite-an-Seite-Struktur. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die hergestellte Struktur.

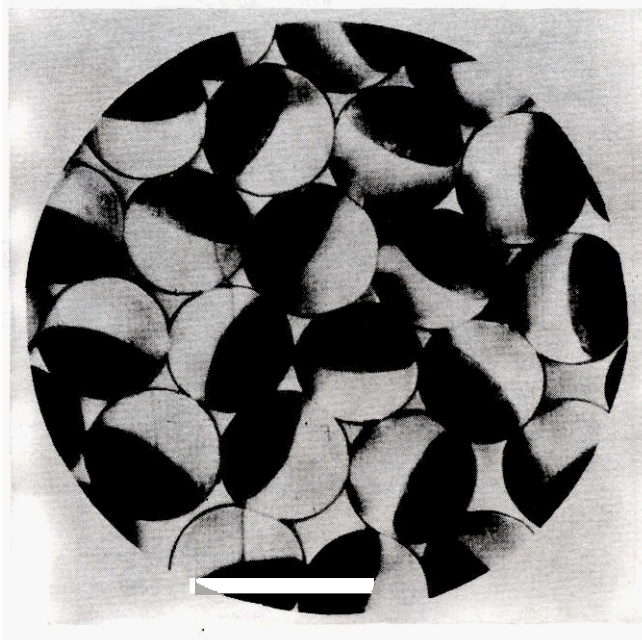


Abb. 1: Querschnitt von Bikomponentenfasern aus Polypropylen mit Seite-an-Seite-Struktur

Fasern aus reinem Polypropylen (PP)

Die Schrumpfwerte der PP-Fasern stehen in engem Zusammenhang mit dem Molekulargewicht und der Molekulargewichtsverteilung dieses Materials. Der Schrumpf ist umso höher, je mehr lange Moleküle die Fasern enthalten³. Bei unseren Versuchen wurden die beiden Komponenten an einem Extruder aus einem Polymergranulat hergestellt. Die angewandte Anlage

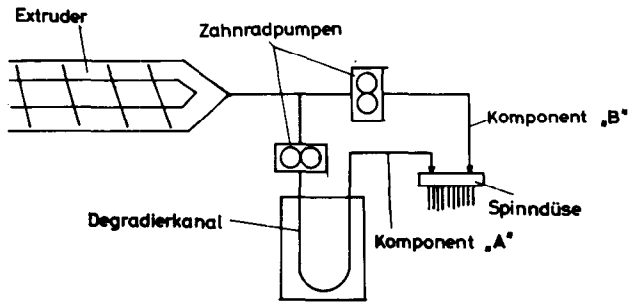


Abb. 2: Einrichtung zur Herstellung von Bikomponentenfasern aus Polypropylen

mit dem speziellen Spinnkopf ist in Abbildung 2 zu sehen.

Aus dem Bild wird ersichtlich, daß die Schmelze nach dem Extruder in zwei Ströme geteilt wird. Der eine Teil fließt direkt zur Spinndüsenvorrichtung, der andere muß zuvor noch einen beheizten Degradierkanal durchströmen. Bei der erhöhten Temperatur werden hier die langen Moleküle am schnellsten abgebaut, die für die hohen Schrumpfwerte verantwortlich sind. Auf diese Weise können die unterschiedlich schrumpfenden Komponenten aus dem gleichen hochmolekularen Ausgangsmaterial hergestellt werden.

Die Länge des Degradierkanals kann verändert und dadurch die Verweilzeit des einen Schmelzstromes variiert werden.

Abbildung 3 zeigt den Einfluß der Verweilzeit auf das Molekulargewicht der Faserkomponente „A“. Man sieht, daß sich die Differenz der Molekulargewichte zwischen der degradierten und der undegradieren Faser mit dem Degradationsvorgang erhöht.

Um den Einfluß der einzelnen Faserkomponenten zu untersuchen, wurden diese an der gleichen Anlage auch einzeln hergestellt. Der Zusammenhang zwischen der Verweilzeit im Degradierkanal, das heißt dem Molekulargewicht und dem Schrumpfung, wird in Abbildung 4 dargestellt. Man sieht, daß der Schrumpfungunterschied zwischen der nichtdegradierten Faser „B“ und den degradierten Fasern mit geringerem Molekular-

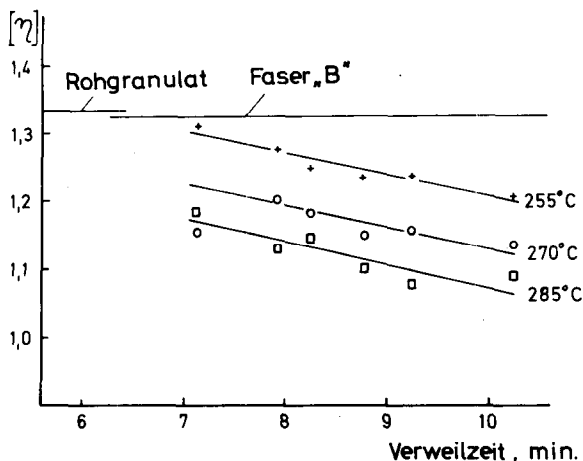


Abb. 3: Einfluß der Degradation auf das Molekulargewicht des Polypropylens

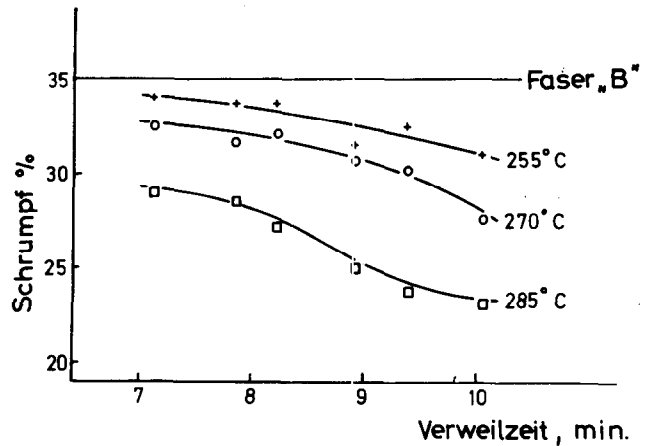


Abb. 4: Schrumpfwerte von Polypropylenfasern verschiedener Molekulargewichte (Schrumpftemperatur 130 °C)

gewicht in Abhängigkeit von der Verweilzeit der Schmelze im Degradierkanal zunimmt.

Die Elastizitätswerte, das heißt die prozentuelle Verlängerung bei einer Belastung von 0,5 p/dtex, der so hergestellten Bikomponentenfasern stehen in engem Zusammenhang mit den Schrumpfungunterschieden (Abb. 5).

Aus dem Vergleich der Abbildungen 4 und 5 kann man schließen, daß dieses Verfahren unter technisch ausführbaren Degradierbedingungen (Temperatur 285 °C, Verweilzeit 9–10 min) Bikomponentenfasern mit ausreichenden Elastizitätswerten von 150 bis 160 % ergibt.

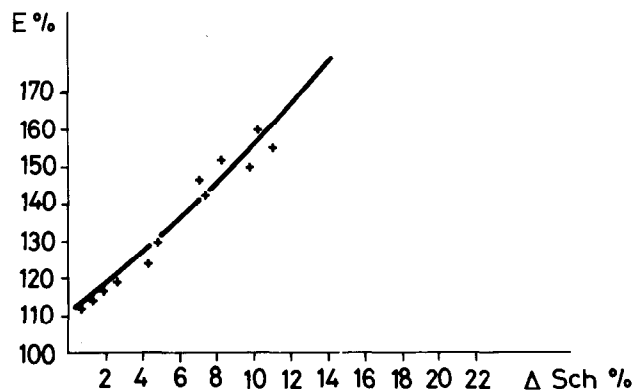


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Schrumpfungunterschieden der Komponente und der Elastizität der Polypropylenbikomponentenfaser

Bikomponentenfasern auf Basis Polyamid 6 (PA6)

Bikomponentenfasern aus Polyamid, deren Komponenten sich durch das Molekulargewicht unterscheiden, können nicht hergestellt werden, da die Veränderung des Molekulargewichts in dem Bereich, der noch einen guten Spinnvorgang erlaubt, keine ausreichenden Schrumpfungunterschiede hervorrufen kann. Wir prüften deshalb Polyamide verschiedener chemischer Zusam-

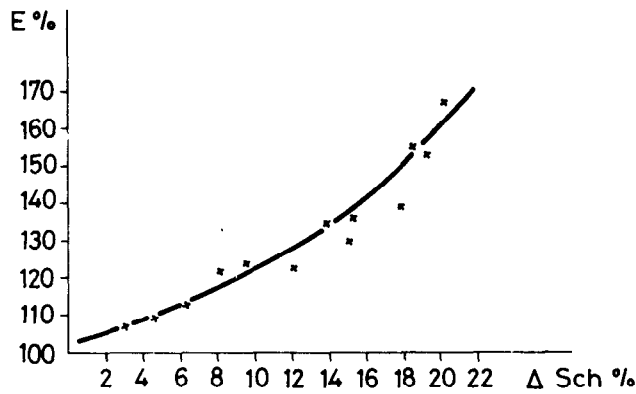


Abb. 6: Zusammenhang zwischen den Schrumpfunter-schieden der Komponenten und den Elastizitäts-werten der Polyamidbikomponentenfaser

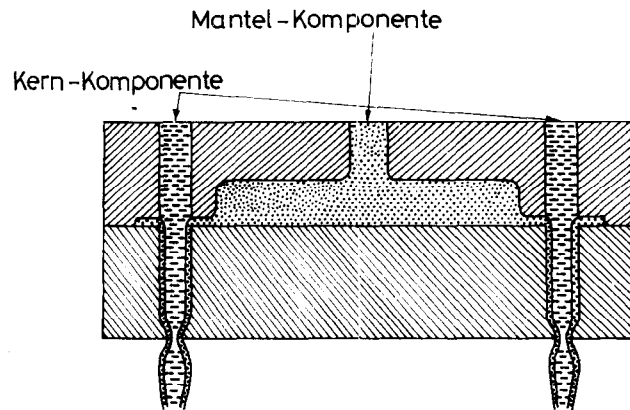


Abb. 8: Spindüsenvorrichtung für die Herstellung von Bikomponentenfaser mit Kern-Mantel-Struktur

mensetzung sowie in Kombination mit Polyamid 6 wie folgt:

- a) PA6+PA12 und
- b) PA6+MPA (modifiziertes PA6-Copolymeres).

Die Modifizierung des Polyamid 6 erfolgte durch Zu-gabe geringer Mengen an zwei- und dreiwertigen Carbonsäuren, die durch eine gewisse Vernetzung die Struktur des Polymeren so veränderten, daß die ge-wöhnliche Schmelzpunktabnahme nur ganz gering war. Die Schmelze dieses modifizierten Polyamids war elastischer und auf dem Extruder leichter verarbeitbar als das normale PA6-Homopolymere.

Von diesen Polymeren schrumpft das PA12 weniger, das modifizierte Produkt dagegen mehr als das PA6.

Die Schrumpfunter-schiede beeinflussen die Elastizi-tätswerte der Bikomponentenfaser ähnlich wie beim Polypropylen (Abb. 6).

- c) PA6+PP

Eine interessante Kombination von Polyamid 6 war

die mit Polypropylen. Diese Kombination wurde im Versuchsbetrieb in Mengen von einigen 10 Tonnen hergestellt und auch in der Textilindustrie erprobt.

Polyamid 6 und Polypropylen haften nicht aneinander. Diese Tatsache machte es unmöglich, den vorhandenen Schrumpfunter-schied der beiden Polymeren in einer Seite-an-Seite-Struktur auszunutzen. Deshalb wurde die in Abbildung 7 gezeigte Querschnittskonstruktion hergestellt.

Die Faser hat also eine Kern-Mantel-Struktur, wobei der Kern asymmetrisch angeordnet ist.

Eine derartige Struktur kann mit der in Abbildung 8 schematisch dargestellten speziellen Spindüsenvor-richtung produziert werden. Aus der Komponente, die den Mantel der Faser ergibt, wird ein Bad gebildet, durch das die Kern-Komponente hindurchgepreßt wird. Eine Voraussetzung der Gleichmäßigkeit des Spinn-vorgangs sowie des Faserquerschnitts ist, daß die Vis-kosität der Schmelze im Bad niedriger ist als die des Kerns. Bei unserem Materialpaar PA6+PP wurde diese Voraussetzung erfüllt.

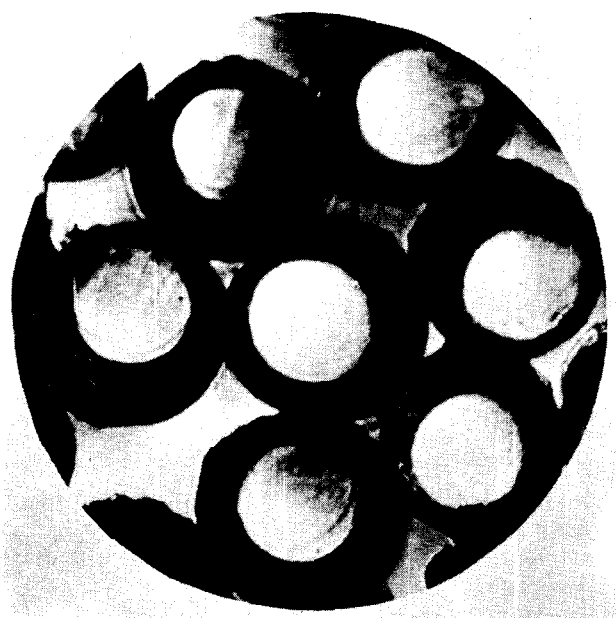


Abb. 7: Querschnitt der PA6+PP-Bikomponentenfaser

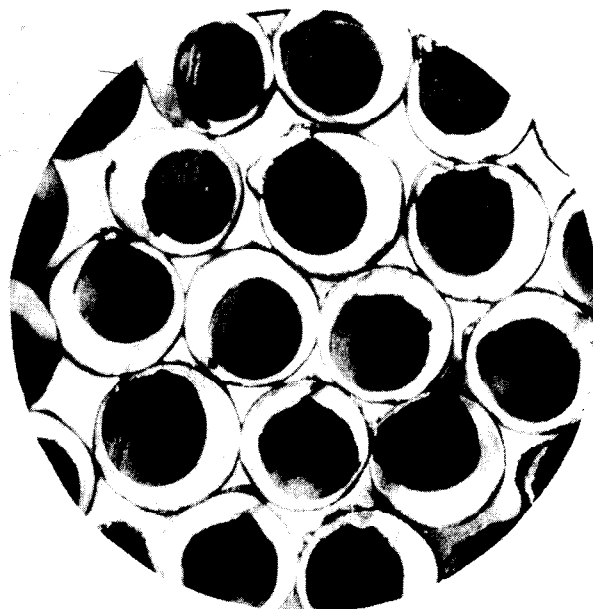


Abb. 9: Querschnitt von Bikomponentenfaser; Kern — massengefärbtes PP, Mantel — glänzendes PA6

Den Kern bildet also das Polypropylen, den Mantel das Polyamid. Eine solche Struktur bietet manchen Vorteil, der ihre Wahl begründet:

- Die Faser entwickelt eine Kräuselung, trotz der nicht idealen Anordnung der Komponenten.
- Die Faser enthält Komponenten, deren Rohstoff handelsüblich und dadurch relativ billig und in großen Mengen zugänglich ist.
- Der Polyamidmantel erlaubt eine Anfärbung, wie sie bei den normalen Polyamidfasern möglich ist.
- Der Polypropylenkern kann aber auch in der Masse pigmentiert und mit einem glänzenden Polyamid 6-Mantel umgeben werden, sodaß einfach und wirtschaftlich massengefärbte Bikomponentenfasern erhalten werden (Abb. 9).

Die Kräuselung der Fasern ist in Abbildung 10 zu sehen. Die Einzelfasern nehmen eine dreidimensionale Gestalt an.

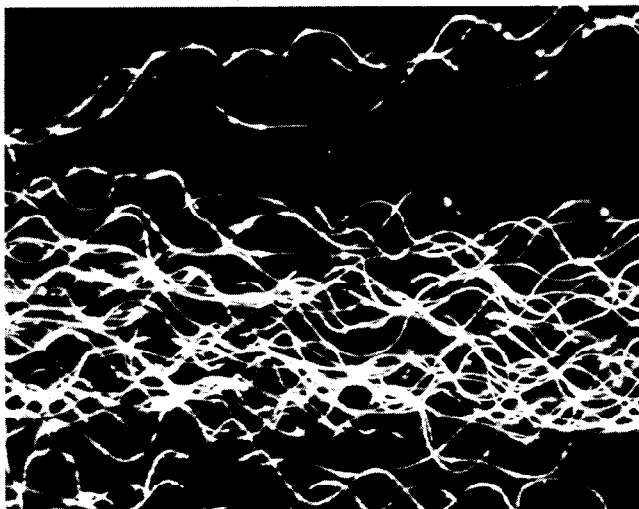


Abb. 10: Kräuselung von Bikomponentenfasern; PP-Kern/PA6-Mantel

Probleme der Entwicklung der Kräuselung

Die Elastizität der Bikomponentenfasern kann auch durch die Bedingungen bei der Entwicklung der Kräuselung beeinflußt werden. Die Behandlungstemperatur spielt unter anderem eine bedeutende Rolle, da sich die Schrumpfwerte der einzelnen Komponenten und dadurch auch die Schrumpfunterchiede verändern.

Untersucht man den Zusammenhang zwischen den Schrumpfwerten und der Schrumpftemperatur, so ergeben sich die in Abbildung 11 gezeichneten Kurven.

Man sieht, daß die Schrumpfunterchiede mit der Temperatur meistens ansteigen, das heißt, daß die Kombinationen mit Polyamid 6 bei höheren Temperaturen höhere Elastizitätswerte geben. Eine Ausnahme bildet die Kombination von Polyamid 6 mit Polypropylen, da hier der Schrumpfunterchied in dem untersuchten Temperaturbereich praktisch unverändert bleibt.

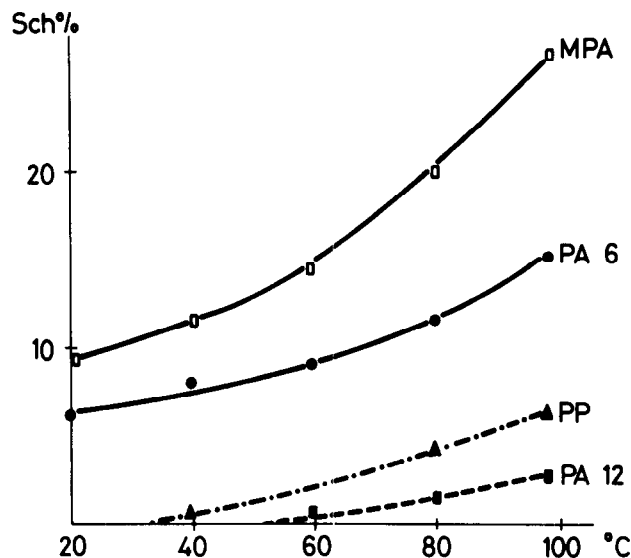


Abb. 11: Schrumpfwerte von Polyamid- und Polypropylenfasern bei verschiedenen Schrumpftemperaturen

Aus Abbildung 12 geht hervor, daß die theoretisch vorausgesagten Erscheinungen wirklich auftreten, das heißt, daß die Elastizitätswerte der Kombinationen PA6 mit PA12 und PA6 mit modifiziertem PA6 mit der Temperatur steigen, während die Elastizität bei der Kombination PA6 mit PP unverändert bleibt.

Das Medium der Hitzebehandlung hat auch auf den Schrumpf dieser Polymeren einen Einfluß, was aus Abbildung 13 ersichtlich wird.

Das hydrophile Polyamid 6 erreicht nur in Wasser höhere Schrumpfwerte als das Polypropylen, in Luft bleiben sie immer unter denen des Polypropylen. Die Schrumpfunterchiede bei einer Behandlung in Luft sind bis zu einer Temperatur von 100 °C unbedeutend,

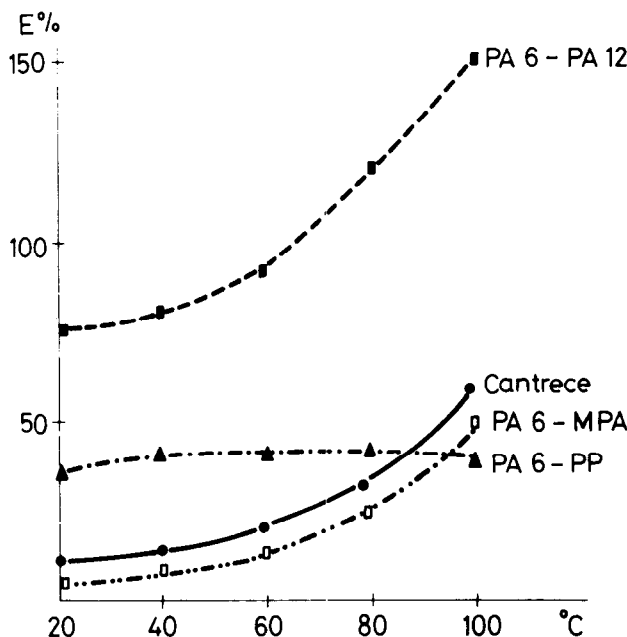


Abb. 12: Elastizität bikomponenter Fasern bei verschiedenen Temperaturstufen

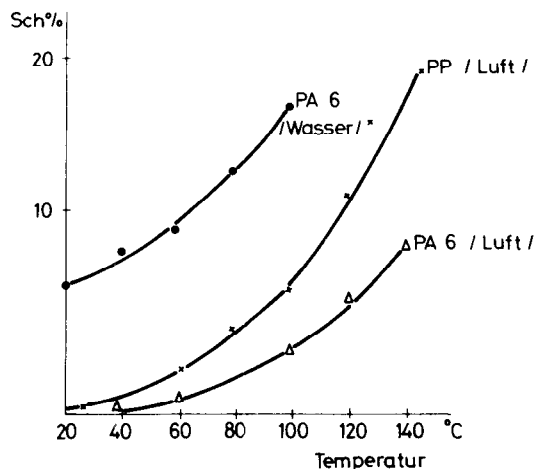


Abb. 13: Schrumpfung von PA6- und PP-Fasern bei Hitzebehandlung in Wasser und in Luft bei verschiedenen Temperaturen

darum erhält man eine Kräuselung bei dieser Temperatur nur bei Behandlung in Wasser.

Bei einer Heißluftbehandlung von 140 °C ergibt sich zwar eine Kräuselung, wobei aber das PP die schrumpfende Komponente darstellt. Wird aber eine derart gekräuselte Faser nachher in Wasser von 100 °C getaucht, so verschwindet die Kräuselung, da nun das PA6 auf die gleiche Länge schrumpft wie das Polypropylen zuvor in Luft.

Aus diesen Untersuchungen wurde klar, daß diese Bikomponentenfasern am besten in Wasser bei 100 °C zu entwickeln sind, beispielsweise während des Färbeprozesses, was auch wirtschaftlich vorteilhaft ist.

Ein anderer wichtiger Parameter bei der Entwicklung der Kräusel ist die Geschwindigkeit, mit der die Faser die Schrumpftemperatur erreicht. Um diesen Parameter zu prüfen, wurden Faserproben bei verschiedenen Ausgangstemperaturen in Wasser getaucht und mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 4 °C/min auf 100 °C erwärmt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 14 zu sehen.

Man kann feststellen, daß die langsame Behandlung die Elastizität erheblich verringert. Die Ursache dafür ist die Tatsache, daß die langsame Hitzezufuhr den Schrumpfung der höherschumpfenden Komponente stärker herabsetzt als den der niedriger schrumpfenden Komponente, sodaß der Schrumpfungunterschied der Faserkomponenten abnimmt. Diese Abnahme kann bei den verschiedenen Polymerkombinationen sehr unterschiedlich sein, sodaß sie von Fall zu Fall neu bestimmt werden muß. Wir haben besonders bei der Kombination PA6+MPA eine starke Abnahme bemerkt.

Vom anwendungstechnischen Gesichtspunkt her ist es sehr wichtig, zu prüfen, ob sich die Kräuselung auch dann entwickeln kann, wenn die Schrumpfung während der Heißbehandlung behindert ist. Für diese Untersuchung wurden Heißbehandlung und Trocknung auch unter isometrischen Bedingungen, das heißt mit fest eingeklemmten Proben, durchgeführt. Es wurde festgestellt, daß sich die Kräuselung im Falle veränderter Schrumpfung während der Heißwasserbehandlung bei der Kombination PA6+MPA6 bzw. bei der ähnlich zusammengesetzten Faser „Cantrece“

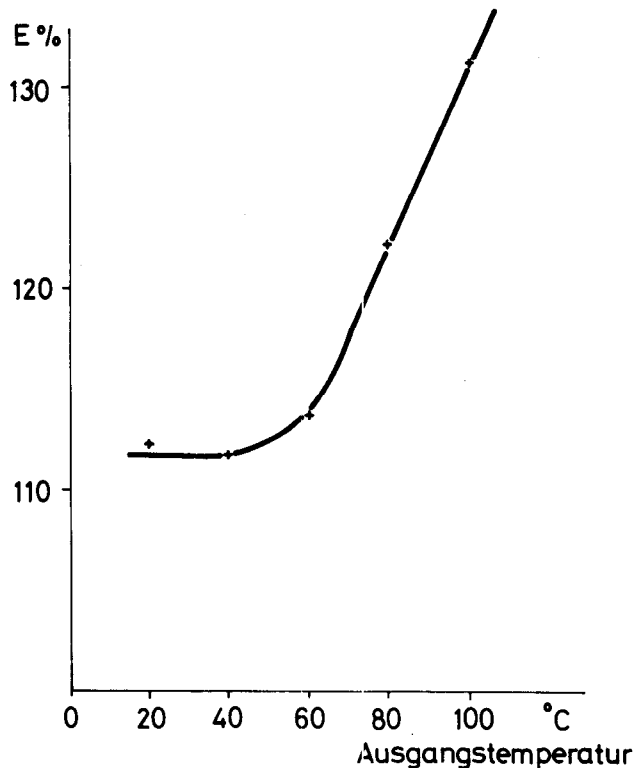


Abb. 14: Elastizitätswerte in Abhängigkeit von der Ausgangstemperatur der Hitzebehandlung (Endtemperatur = 100 °C)

der Firma Du Pont gar nicht entwickelt. Bei diesen Fasern ist die höherschumpfende Komponente immer ein modifiziertes Polyamid.

Bei den bikomponenten Fasern aus PA6+PA12 und PA6+PP, bei denen die höherschumpfende Komponente die hydrophile PA6-Faser ist, kann die Spannung während der Heißwasserbehandlung die Kräuselbildung nicht völlig unterdrücken.

Nach unseren Untersuchungen steht dieser Einfluß der Spannung während der Heißwasserbehandlung in engem Zusammenhang mit der Reversibilität bzw. der Irreversibilität der Kräuselung. In der Literatur wird die Kräuselung als „reversibel“ bezeichnet, wenn sie im nassen Zustand verschwindet oder bedeutend abnimmt. In diesem Fall soll sich die Kräuselung nach dem Trocknen wieder voll zurückbilden.

Von den geprüften Fasern haben wir die Kräuselung bei PA6+MPA und bei der Cantrece-Faser als irreversibel, also als unempfindlich gegen Wasser, gefunden, während die Kombination PA6+PA12 und PA6+PP ihre Kräuselung im nassen Zustand teilweise einbüßen.

Die Verhältnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt, wo die Kräuselwerte relative Angaben sind, bezogen auf den größten Kräuselungswert, den man im Fall von Heißwasserbehandlung im lockeren Zustand und nachträglicher Trocknung erhalten kann.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die Fasern, bei denen die höherschumpfende Komponente ein hydrophiles Polymeres ist, eine reversible Kräuselung entwickeln. Diese Fasern kräuseln sich erst während der Trocknung nach der Heißwasserbehandlung. So kann

Tabelle 1: Kräuselverhältnisse von Bikomponentenfasern bei Heißwasserbehandlung und nachfolgendem Trocknen

Zusammensetzung		Kräuselung		
höherschrumpfende Komponente	niedriger schrumpfende Komponente	im lockeren Zustand, getrocknet (%)	im isometrischen Zustand, getrocknet (%)	im lockeren Zustand, naß (%)
PA6	PA12	100	90	10
PA6	PP	100	50	50
MPA	PA6	100	0	95
MPA*	PA*	100	0	95

* Cantreco, Du Pont

schon die Trocknung im lockeren Zustand gekräuselte Fasern ergeben, sogar dann, wenn die Schrumpfung während der Heißwasserbehandlung nicht frei war.

Die reversible Kräuselung ist aber bei Bekleidungsartikeln offenbar ein Nachteil und verhindert auf diesem Gebiet den Einsatz von Bikomponentenfasern ohne Mischkomponente.

Fasern mit der Zusammensetzung PA6+MPA bleiben jedoch auch im nassen Zustand gekräuselt, ihre Kräuselung entwickelt sich aber nur dann vollkommen, wenn die Schrumpfung nicht verhindert wird.

Unsere Empfehlung für die anwendungstechnischen Versuche mit den Bikomponentenfasern PA6+PP wäre also:

Nach Möglichkeit mindestens 6 bis 8 mm lange freie Faserenden in verschiedenen Velourswaren, Kunstpelzen u. ä. sowie schockartige Hitzebehandlung bei 100°C in Wasser. Es sollen solche Anwendungsgebiete gewählt werden, in denen diese Faser Wolle ersetzen kann.

Anwendungstechnische Prüfungen

Für die anwendungstechnischen Versuche wurden die folgenden Faserstoffe in PA6/PP-Mantel-Kern-Struktur hergestellt:

- Grobseide — 1100 dtex, 80fach
- Stapelfasern — 5,6 dtex
- 8,8 dtex
- 11,0 dtex
- 13,0 dtex
- 17,0 dtex

Mit der 1100/80-dtex-Grobseide wurde eine Doppelplüschware als Kunstpelz hergestellt, deren Oberfläche durch die Kräuselbildung bei der Färbung ein interessantes lammfellartiges Aussehen erhielt.

Bei der Herstellung eines Möbelstoffes mit Kettstruktur konnte man an der Anzahl der Kettfäden sparen, da die Oberfläche durch die Kräuselung der Polfasern besser bedeckt wurde.

Die wollähnliche Kräuselung der Stapelfasern nach der Heißwasserbehandlung der Fasergarne ergibt interessante Möglichkeiten für Fasermischungen. Einige Beispiele, die diese Anwendungsmöglichkeiten charakterisieren, sind

- a) Garn, Nm 6,0/1:
Zusammensetzung: 50 % Biko, 11,0 dtex/100 mm
50 % Wolle

Die hergestellten Flächengebilde waren sehr wollähnliche Decken, Mantel- und Damenoberbekleidungsstoffe.

- b) Garn, Nm 6,0/2:
Zusammensetzung: 30 % Biko, 17,0 dtex/64 mm
30 % Biko, 8,8 dtex/64 mm
40 % Wolle

Hergestellt wurden schöne, wollähnliche Mäntel- und Damenoberbekleidungsstoffe mit gutem Griff und Oberflächenausfall.

- c) Garn, Nm 4,0/5:
Zusammensetzung: 30 % Biko, 17,0 dtex/100 mm
30 % Biko, 8,8 dtex/ 80 mm
40 % Zellwolle, 4,4 dtex/ 60 mm

Die hergestellten Waren sind wollähnliche, sehr schöne Teppiche. Die Materialkosten für dieses Garn waren etwa die Hälfte jener für reine Wolle.

- d) Garn, Nm 10,0/2 (Cheviot-Typ)
Zusammensetzung: 50 % Biko, 5,6 dtex/64 mm
50 % Wolle

Die Eigenschaften von Pullovern, hergestellt aus diesem Garn, waren jenen aus reiner Wolle ähnlich, die Pillneigung war allerdings höher.

- e) Garn, Nm 6,0/1:
Zusammensetzung: 40 % Biko, 5,6 dtex/64 mm
60 % Acryl, 3,0 dtex/70 mm

Hergestellt wurden getuftete und gewebte Kunstpelze und Decken mit sehr schönen, gleichmäßigen, dichten Oberflächen.

Zusammenfassung

In unseren spinntechnischen Untersuchungen haben wir festgestellt, daß die Bikomponentenfasern einerseits auf Basis modifizierter Polyamide und Polyamid 6 andererseits durch Kombination der Polymeren PA6 mit PP mittels relativ einfachen Einrichtungen und Technologien hergestellt werden können.

In unseren anwendungstechnischen Versuchen haben die Bikomponentenfasern folgende Hauptvorteile ergeben:

- größeres Deckvermögen bei Velourswaren,
- Wollähnlichkeit in Mischgarnen sowie
- ein ganz eigenartiges Warenbild.

Die ersten beiden Gebiete können wirtschaftliche Vorteile bringen, das dritte kann das Angebot bereichern.

Aus den Versuchen mit Bikomponentenfasern schließen wir, daß Grobseide in dieser Form keine Kon-

kurrenz für die Texturgarne bedeuten kann, da die Voraussetzung der spannungsfreien Entwicklung ihre Anwendung in Wirkwaren nicht erlaubt.

Obwohl die Nachfrage nach Bikomponentenfasern in den größeren Titerbereichen zur Zeit sehr gering ist, haben diese Fasern dennoch Eigenschaften, die ihre Verbreitung in Zukunft rechtfertigen werden.

Literatur:

- 1) Brand und Becker; Text. Res. J. 1, 39 (1962)
- 2) Brown und Onions; J. Text. Inst. 52, 101 (1961)
- 3) Druzbaczky und Bodor; Faserforsch. u. Textiltech. 25 (9), 392 (1974)

Diskussion

Albien: Sie haben eine Faser aus Polypropylen im Kern und Polyamid 6 im Mantel hergestellt. Naturgemäß unterscheiden sich beim Schmelzspinnprozess die Schmelzviskositäten durch die Spinntemperatur. Wie stark unterscheiden sich die Schmelzviskositäten im vorliegenden Fall bzw. wie stark dürfen oder wie stark müssen sie sich unterscheiden?

Geleji: Wir haben ein Polypropylen mit einem Schmelzindex von 20 dazu verwendet, und zwar definitionsgemäß bei 230 °C und einer Belastung von 2,16 kg. Das Polyamid 6 war für Spinnzwecke geeignet und hatte eine relative Viskosität von 2,5. Die Verarbeitungstemperatur betrug 255 °C im Spinnkopf. Unter diesen Bedingungen hatten wir keine Schwierigkeiten beim Spinnen.

Albien: Über die Differenz der Schmelzviskositäten in Poise können Sie nichts sagen?

Geleji: Nein, leider, das haben wir nicht gemessen.

Steurer: Bei der Herstellung der Polypropylenbikomponentenfaser besaß das Material der beiden Schmelzen verschiedene Viskositäten, eine Komponente wurde degradiert. In welchem Prozentverhältnis haben Sie die beiden Komponenten zusammengeführt? Ließ sich das Material einwandfrei spinnen, und können Sie die mechanischen Daten dieser Faser beschreiben?

Geleji: Der Prozentsatz der beiden Komponenten war etwa 50:50. Die beiden Spinnpumpen wurden so eingestellt, daß sie in der Zeiteinheit ungefähr die gleiche Polymermenge durchfloß.

Die Werte der mechanischen Eigenschaften dieser Fasern wichen von den normaler Polypropylenfasern ab. Die Festigkeit betrug 3,5 p/den, was nach unserer Meinung für diese Art Fasern ausreichend ist. Der Dehnungswert betrug etwa 70%. Weder die Scheuerfestigkeit noch die Lichtbeständigkeit unterschied sich von der normalen Polypropylenfaser. Die Elastizitätswerte habe ich ja besprochen.

Albrecht: War der Griff trotz der Kräuselung nach wie vor noch polypropylenähnlich, oder hatte er schon etwas mehr Ästhetik?

Geleji: Das ist eine pikante Frage! Er war zwar weniger wachsig als bei Polypropylen, aber vollkommen verliert die Bikomponentenfaser diesen eigentümlichen Griff nicht.

Albrecht: Läßt sich das vielleicht durch eine Querschnittsänderung beeinflussen?

Geleji: Ja, aber nicht in Bikomponentenfasern.

Riggert: Verschiedentlich wird die Meinung vertreten, daß bei der Entwicklung der Kräuselung von Stapelfasergarnen aus Bikomponentenfasern der Differenz der Schrumpfspannung eine größere Bedeutung zukäme als dem Schrumpfbetrag. Wie ist Ihre Meinung dazu?

Geleji: Es ist sehr schwer, diese Frage allgemein zu beantworten, da das Relaxationsvermögen der Moleküle, das bei verschiedenen Polymeren mit verschiedenem Molekulargewicht verschieden ist, eine wichtige Rolle spielt. Wir haben Fasern gefunden, bei denen die Schrumpfspannung eine große Wirkung auf die Schrumpfbarkeit der Fasern ausgeübt hat, wir haben aber auch Fälle gehabt, wo die Schrumpfkraft nur einen geringen Einfluß besaß. Nach den bei uns durchgeführten Prüfungen kamen wir zu dem Schluß, daß man bei Bikomponentenfasern eigentlich vier Typen unterscheiden kann, wenn man Spannung und Schrumpfvormen kombiniert. Ich kann Ihnen keine eindeutige Antwort geben, nur, daß sich bei verschiedenen Bikomponentenpaaren die Spannung verschieden auswirkt.

Riggert: Können Sie die Breite der Molekulargewichtverteilung des Polypropylens, das Sie verwendet haben, vielleicht durch das Verhältnis vom Gewicht zum Zahlenmittel charakterisieren?

Geleji: Wir haben sie gemessen, aber ich habe die Zahlen nicht im Kopf.

Berger: Gibt es eine Abhängigkeit der Kräuselung vom Durchmesser der Komponentenanteile, und wie hoch ist die Bogenzahl/cm, die Sie gefunden haben?

Geleji: Den Einfluß des Verhältnisses von A zu B haben wir in diesem Zusammenhang nicht geprüft. Wir haben immer nur Bikomponentenfasern im Verhältnis 50:50 mit gleichem Titer hergestellt. Bei den feineren Fasern erhielten wir einen größeren Kräuselungsgrad, etwa bis 15 Bogen/cm, bei den gröberen waren es etwa 6 bis 8 Bogen/cm.

Mayer: In welchem Titerbereich — ich spreche vom Einzeltiter — können Sie nach diesem Verfahren Bikomponentenfasern herstellen?

Geleji: Wir stellten unsere Fasern auf einer Anlage her, die für größere Titer geeignet ist. Der feinste Titer, den wir erreichten, war 5,6, der grösste 17 dtex. Wir wollten nur Garne für den Teppichsektor erzeugen, feinere Titer herzustellen, war nicht beabsichtigt, weil dabei die Verhältnisse zu schwierig werden.

Albrecht: Im Zusammenhang mit den Teppichversuchen eine Frage: Hat sich die Wiedererholung so wie bei Polyamid oder so wie bei Polypropylen verhalten?

Geleji: Das Wiedererholungsvermögen dieser Teppiche war dem von solchen aus Polyamid viel ähnlicher, hat aber dieses nicht erreicht. Gegenüber Polypropylen war das Wiedererholungsvermögen etwas besser, vom Polyamid ausgehend jedoch weniger gut.

Anonym: Haben Sie bei der Teppichherstellung eine Fibrillierneigung Ihrer Bikomponentenfaser festgestellt?

Geleji: Ja, in geschnittener Form, im Velours. Leider kann man die Unverträglichkeit der beiden Polymeren nicht vermeiden. Polypropylen fibrilliert selbst nicht, wohl aber zeigte sich, daß an den Schnittoberflächen die beiden unverträglichen Komponenten auseinandergehen. Dadurch erhielt der Teppich ein glänzendes Aussehen, und man kann sich überlegen, ob das als ein Vorteil oder als ein Nachteil gelten kann.

Dawczynski: Welche Anschmutzungseigenschaften zeigen die Flächenprodukte aus diesen Bikomponentenfasern? Haben Sie hierüber systematische Untersuchungen gemacht, oder gibt es visuelle Abschätzungen?

Geleji: Systematische Untersuchungen diesbezüglich haben wir nicht gemacht, denn die Fasern waren nicht so, wie wir Sie erwarteten. Die visuelle qualitative Beurteilung der Anschmutzung haben wir in praktischen Abnutzungsversuchen geprüft, und bei Teppichen daraus war sie nicht schlechter als bei solchen aus Polypropylenfasern.

Dawczynski: Wie schätzen Sie persönlich die großtechnische Nutzung dieser Produkte ein? Wird in Ungarn in nächster Zeit an eine Großproduktion gedacht, oder werden Sie weiterhin diese Produkte nur im kleintechnischen Maßstab erzeugen?

Zum Spinnprozeß von Schmelzdispersionen

Dr. Klaus Dietrich

Institut für Polymerchemie der Akademie der Wissenschaften der DDR, Teltow-Seehof, DDR

Am Beispiel von Fäden aus der Mischung von Polyäthylenterephthalat und Hochdruckpolyäthylen werden Probleme des Schmelzspinnens von Polymermischungen diskutiert.

Beim Mischen von Polyester- und Polyäthylengranulaten werden infolge der gleichsinnigen elektrostatischen Aufladung keine gleichmäßigen Granuladmischungen erhalten. Die Mischungsgleichmäßigkeit läßt sich aber durch elektrostatische Umladung eines der Mischungspartner verbessern.

Die Extruderschneckenkonstruktion übt keinen bestimmenden Einfluß auf den Zerteilungsgrad der dispersen Phase aus, da beim eigentlichen Schmelzspinnprozeß bei hohen Schergeschwindigkeiten infolge Deformations- und Relaxationsvorgängen ein Zerfall der dispersen Phase in bzw. unterhalb der Spinndüse erfolgt.

Die Verarbeitungseigenschaften der unverstreckten Fäden werden stark vom Spinnverzug beeinflusst, für unterschiedliche Polyäthylentypen existieren maximal höchstmögliche Spinnverzüge, oberhalb dieser ist eine Verstreckung der Fäden nicht mehr möglich.

Die verstreckten Fäden erleiden beim Texturieren einen wesentlich stärkeren Festigkeitsabfall als normale Polyesterseide; auf Grund der geringen gegenseitigen Haftung von Polyäthylenterephthalat und Polyäthylen finden dabei Aufspießvorgänge an den Phasengrenzen statt. Versuche zum Einsatz von Haftvermittlern brachten keine Verbesserung der Aufspießneigung.

Die Arbeiten wurden durch den VEB Chemiefaserkombinat Schwarza „Wilhelm Pieck“ materiell unterstützt.

The problems of melt spinning of polymer blends are discussed, referring to filaments from blends of polyethyleneterephthalate and high pressure polyethylene.

Blending of polyester and polyethylene particles results in inhomogeneous mixtures, due to formation of electric charges of equal sign. The homogeneity can be improved by changing the sign of the particles of one of the components.

The degree of fineness of the disperse phase is not affected by the design of the extruder screw because in the melt spinning process the disperse phase is destroyed within or behind the spinneret by deformation and relaxation processes.

The processing properties of undrawn filaments depend largely on the degree of stretching in spinning. With different samples of polyethylene maximum degrees of stretching in spinning were observed, above which further drawing is strictly limited.

The drawn filaments show considerably higher decrease in strength on texturizing than common polyester multifilament yarns. The low mutual adherence of polyethyleneterephthalate and polyethylene results in splitting at the component interface. The addition of adhesives did not result in decrease of the splitting tendency.

The investigations were supported by VEB Chemiefaserkombinat Schwarza.

1. Einleitung

Die Herstellung von Schmelzspinnfaserstoffen aus Polymermischungen ist in den letzten Jahren als

Gegenstück zur Fadenmodifizierung durch Verwendung von Copolymeren zur Fadenherstellung häufig bearbeitet worden¹. Die Mischungsmodifizierung besitzt dabei auf den ersten Blick eine Reihe von Vorteilen:

- Die Mischungspartner können je nach den gewünschten Fadeneigenschaften variiert werden.
- Es können als Zusatzstoffe Polymere verwendet werden, die man großtechnisch herstellen kann und deshalb billig sind.
- Die Mischung von Polymergranulaten kann leicht vor dem Schmelzspinnprozeß durchgeführt werden.
- Die Extruderschnecke bewirkt beim Aufschmelzen eine Zwangsdispersion des modifizierenden Polymeren in der Matrix der Hauptkomponente.

In dieser Arbeit soll am Beispiel der Herstellung von Matrix/Fibrillenfäden mit vorzugsweise Hochdruckpolyäthylen (PE) als disperser Phase gezeigt werden, wie die disperse Phase den Spinnprozeß, die Fadenbildung und die Fadeneigenschaften bestimmen kann.

Die Schmelzspinnversuche wurden unter Laborbedingungen mit einem 20-mm-Extruder durchgeführt. Ausgangsprodukte waren die in Tabelle 1 spezifizierten Polymergranulate.

2. Spinnverhalten und Fadenbildung

Beim Verspinnen von Schmelzdispersionen aus Polyamiden und Polyäthylenterephthalat (PÄT) tritt unterhalb der Düse die bekannte Schmelzstrahlaufweitung auf². Diese Aufweitung (Abb. 1) wird durch die Deformation der tröpfchenförmigen dispersen Phase in der Dehnströmung im Düseninlauf bzw. in der Düsenbohrung zu Mikrofasrillen mit Durchmessern von etwa 1µ und deren Relaxation unter dem Einfluß der Grenzflächenspannung nach Austritt aus der Düse verursacht^{3,4}. Im Gegensatz zur Strahlaufweitung bei dem System Polyamid/Polyester ist: das Schmelzspinnverhalten von Mischungen aus Polyester und Hochdruckpolyäthylen normal, eine Strahlaufweitung tritt nicht auf.

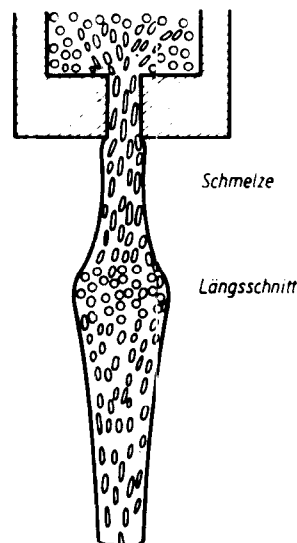


Abb. 1: Schema der Schmelzstrahlaufweitung beim Verspinnen von Schmelzdispersionen aus Polycaprolactam und Polyäthylenterephthalat

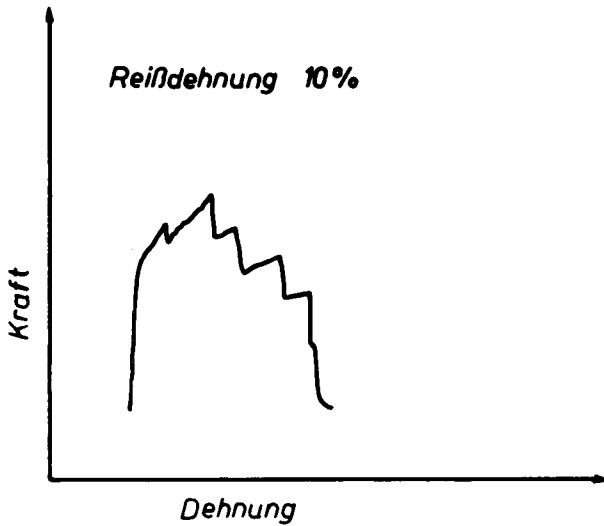


Abb. 2: Kraft/Dehnungsdiagramme von unverstreckten Fäden aus PÄT/PE 1300 (30 Masse-%; Düse 8 · 0,25 mm; Abzug 1000 m/min; Spinnverzug 1 : 40)

Trotzdem besitzt die disperse Polyäthylenphase einen entscheidenden Einfluß auf die Fadenbildung. So erhält man zum Beispiel mit einem Polyäthylen mittlerer Molmasse (MIRATHEN 1300) unter normalen Schmelzspinnbedingungen unverstreckbare Fäden mit Reißdehnungen von nur etwa 10 % und Festigkeiten von 1 bis 2 p/tex (Abb. 2).

Verringert man den Spinnverzug durch Erhöhung der Spritzgeschwindigkeit (Verringerung der Düsendurchmesser), so erhält man Fäden, die auch bei hohen Abzugsgeschwindigkeiten noch verstreckbar sind. Die Verstreckbarkeit läßt sich anhand der Kraft/Dehnungsdiagramme beurteilen (Abb. 3).

Wenn noch ein annähernd linearer Fließbereich im Kraft/Dehnungsdiagramm auftritt, lassen sich die Fäden normalerweise gut verstrecken. Unter den in Abbildung 3 angegebenen Bedingungen ist die Verstreckung bei Spinnverzügen oberhalb 17 (Abzugsgeschwindigkeit 850 m/min) nicht mehr möglich. Da-

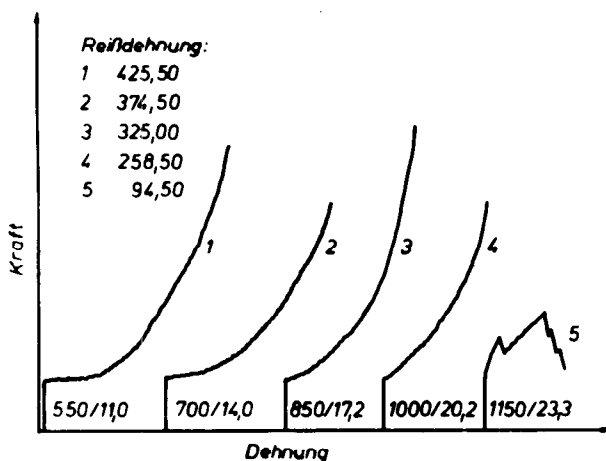


Abb. 3: Kraft/Dehnungsdiagramme von unverstreckten Fäden aus PÄT/PE 1300 (30 Masse-%, Düse 9 · 0,18 mm; Abzug 550 bis 1150 m/min; Spinnverzug 1 : 11 bis 1 : 23)

mit ist auch gleichzeitig die Grenze der mit der Mischung PÄT/PE 1300 (30 Masse-%) minimal herstellbaren Fadenfeinheiten erreicht; eine Erhöhung der Spritzgeschwindigkeit ist unter Beibehaltung des Fördervolumens durch Verringerung der Düsenbohrungen großtechnisch nicht mehr möglich. Deshalb beträgt die minimale Feinheit der verstreckten Einzeläden ca. 0,4 tex.

Tabelle 1: Charakterisierung der eingesetzten Polymeren

PÄT = Polyäthylenterephthalat (Chemiefaserkombinat Schwarza „Wilhelm Pieck“) PE = Hochdruckpolyäthylen MIRATHEN des VEB Leunawerk „Walter Ulbricht“ PA = Polycaprolactam			
Probe	relative Lösungsviskosität	M _n	Schmelzindex ⁶⁾
PÄT	1,395 ¹⁾	23.300 ²⁾	
PA	1,616 ³⁾	16.600 ⁴⁾	
PE M 1100		34.200 ⁴⁾	0,5
PE M 1200		30.400	0,5— 1
PE M 1300		27.200	1,1— 3
PE M 1500		22.700	6,1— 8
PE M 1700		19.500	17,1—25

1) Phenol/Tetrachloräthan; 20° C; 0,5 g/dl

2) nach Koeppe und Werner²

3) 95,6%ige H₂SO₄ 0,5 g/dl; 20° C

4) nach Reinisch³

5) ermittelt nach Harris⁴ in p-Xylol bei 75° C

6) Angaben des Herstellers

Eine geringe Erniedrigung der Feinheit ist durch Verringerung der Molmasse des verwendeten Polyäthylens möglich, denn mit PE 1500 (Tab. 1) kann man unter gleichen Spinnbedingungen bis zu Spinngeschwindigkeiten von 1000 m/min verstreckbare Fäden erhalten (Abb. 4).

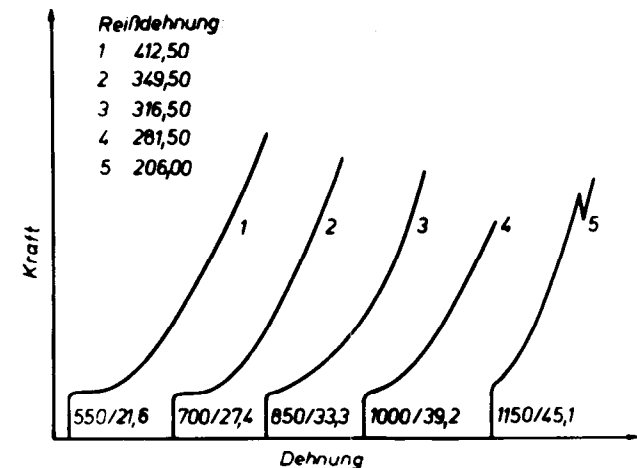


Abb. 4: Kraft/Dehnungsdiagramme von unverstreckten Fäden aus PÄT/PE 1500 (30 Masse-%; Düse 9 · 0,18 mm; Abzug 550 bis 1150 m/min; Spinnverzug 1 : 21 bis 1 : 45)

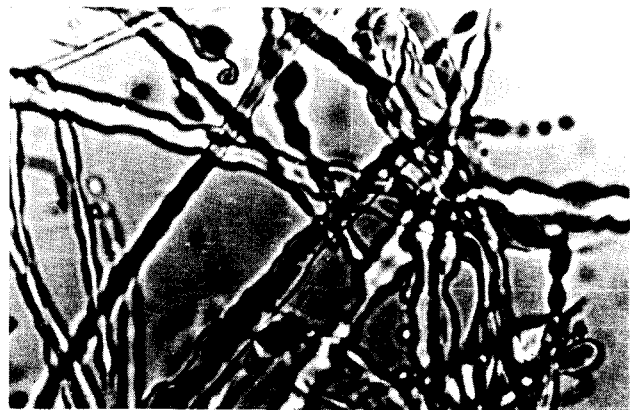
Die minimale Einzelfadenfeinheit verringert sich dadurch auf etwa 0,3 tex. Damit wird auch deutlich, daß Fasern mit „Wollfeinheit“ im Prinzip aus Polyester und Polyäthylen herstellbar sind, während Versuche zur Herstellung von Fasern mit „Baumwollfeinheit“ sinnlos sind.

Für jede der verwendeten Polyäthylentypen ergibt sich aus den beschriebenen Untersuchungen ein „kritischer Spinnverzug“, oberhalb dessen Fäden aus Mischungen von Polyester und Hochdruckpolyäthylen nicht mehr verstreckt werden können. Die für die Mischung PÄT/PE 85/15 Vol-% (vergl. dazu Lit. 7) ermittelten kritischen Spinnverzüge sind in Tabelle 2 angegeben. Hochdruckpolyäthylen mit relativen Molmassen von unter 20.000 ergaben beim Verspinnen mit Polyäthylenterephthalat keine brauchbaren Fäden, bei höheren Zusätzen von Polyäthylen verschieben sich die kritischen Verzüge nach niedrigeren Werten.

Tabelle 2: „Kritische Spinnverzüge“ beim Schmelzspinnen von Mischungen aus Polyäthylenterephthalat und Hochdruckpolyäthylen 85/15 Mol-%

Polyäthylentyp ¹⁾	M _n ¹⁾	maximal möglicher Spinnverzug
1100	34.200	15
1300	27.200	25
1500	22.700	40

¹⁾ vgl. Tabelle 1

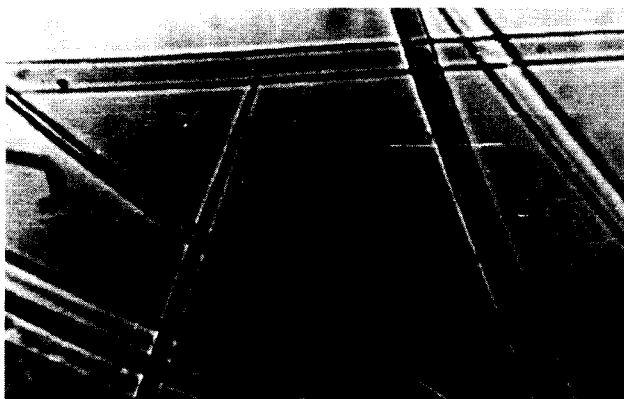


a) abgeschreckt



b) relaxiert

Abb. 6: Disperse Polyäthylenphase ($\dot{\gamma} = 5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$)



a) abgeschreckt



b) relaxiert

Abb. 5: Disperse Polyäthylenphase ($\dot{\gamma} = 1 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$)
(1 cm = 10 μ)

Der starke Einfluß von bereits 10 Masse-% Polyäthylen auf das Spinnverhalten des Polyäthylenterephthalats war Anlaß, die Vorgänge bei der Fadenbildung näher zu untersuchen^{7,8}. Dazu wurden Schmelzstrahlen unmittelbar unterhalb der Düse in -70°C kaltem Petroläther abgeschreckt (gekühlte Probe), eine weitere Probe wurde unmitttelbar unter der Düse auf einem Blech abgenommen und normal abgekühlt (relaxierte Probe). Als Matrix wurde wegen der besseren Löslichkeit Polycaprolactam verwendet; das Mischungsverhältnis betrug 90/10 Masse-%.

In den Abbildungen 5 bis 8 sind die Strukturen der dispersen Polyäthylenphase nach Ablösen der Polyamidmatrix dargestellt. Bei der Extrusion unter relativ niedriger Scherung in der Spinn Düse ($\dot{\gamma} = 1 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$) wird die disperse Polyäthylenphase ähnlich wie das Polyäthylenterephthalat in den Matrix/Fibrillenfäden aus Polyamid und Polyester (Abb. 1) zu langen, nadelartigen Fibrillen mit glatter Oberfläche deformiert, für die im abgeschreckten Zustand spitze Enden charakteristisch sind (Abb. 5 a).

Beim langsamen Abkühlen beginnen diese Fibrillen vor dem Erstarren von den Enden her zu relaxieren, es entstehen dadurch an den Fibrillenenden charakteristische „Tröpfchenstrukturen“ (Abb. 5 b).

Wird die Schergeschwindigkeit in der Düse erhöht, zeigen die Fibrillen schmelzbruchartige Erscheinungen, die Oberfläche wird rissig, und die Durchmesser längs der Einzelfibrillen werden ungleichmäßig (Abb. 6 a).

Beim langsamen Abkühlen tritt nicht nur von den Enden her eine Relaxation ein, sondern die Fibrillen

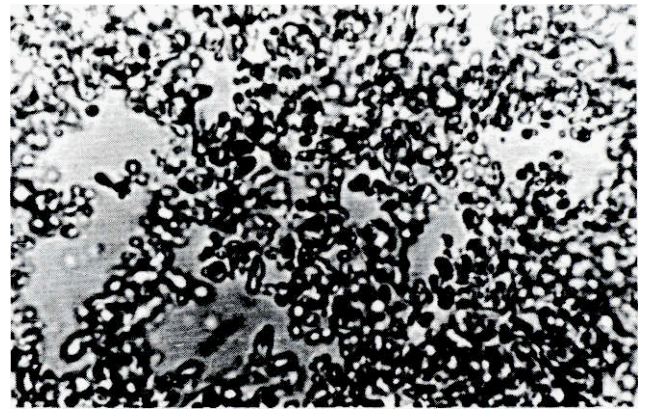
zerfallen auf Grund ihrer unregelmäßigen Struktur zu Tropfchen, die teilweise perlschnurartig durch dünne Polyathylenfadchen zusammenhangen (Abb.6b).

Bei weiterer Erhöhung der Schergeschwindigkeit beginnen die Polyathylenfibrillen bereits in der Diise zu zerfallen, es entstehen kantige, teilweise noch zusammenhangende Bruchstücke (Abb. 7 a), die zu kugeligem Gebilden relaxieren (Abb. 1b): Dabei tritt an den Faden äußerlich ein Schmelzbruch auf.

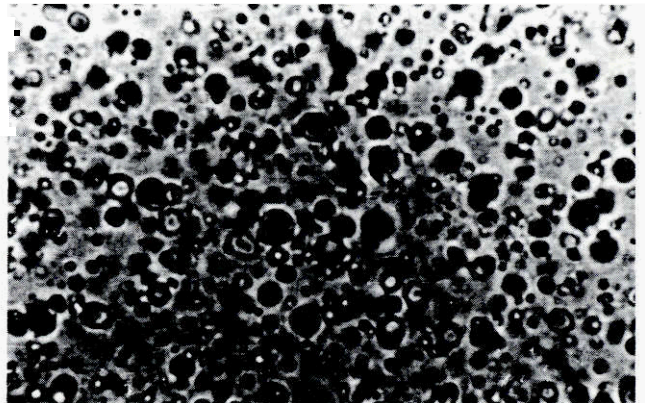
Bei noch hoherer Schergeschwindigkeit wird der Schmelzestrahle äußerlich wieder glatt, der Fibrillenzerfall geht aber weiter, und es entstehen sehr klein Bruchstücke (Abb. 8 a), die zu kleinen Polyathylenkügelchen relaxieren (Abb. 8 b).

Ursache des Zerfalls ist die Viskoelastizität der Hochdruckpolyathylen-schmelze; für nicht viskoelastische Schmelzen, wie zum Beispiel Polyamid- oder Polyester-schmelze^{9, 10}, tritt ein ähnlicher Zerfall erst bei Schergeschwindigkeiten von über 10^5 s^{-1} auf⁸.

Der Beginn des Zerfalls ist von der Molmasse der verwendeten Polyathylen abhängig: Je niedriger die Molmasse, desto eher setzt der Zerfall ein (Abb.9). Der Hauptzerfallsbereich umfaßt etwa eine Zehnerpotenz der Schergeschwindigkeit; durch den Fibrillenzerfall wird im Fadensystem ein Schmelzbruch induziert, der ebenfalls von der Molmasse der Polyathylen abhängig ist. Der Schmelzbruch der Polyamidmatrix setzt erst bei Scherungen von über $3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$ ein

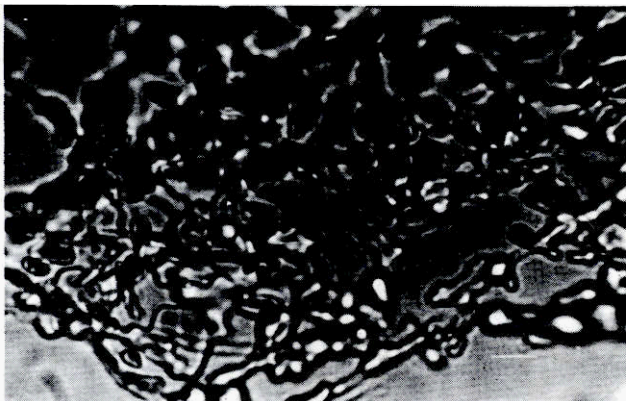


a) abgeschreckt

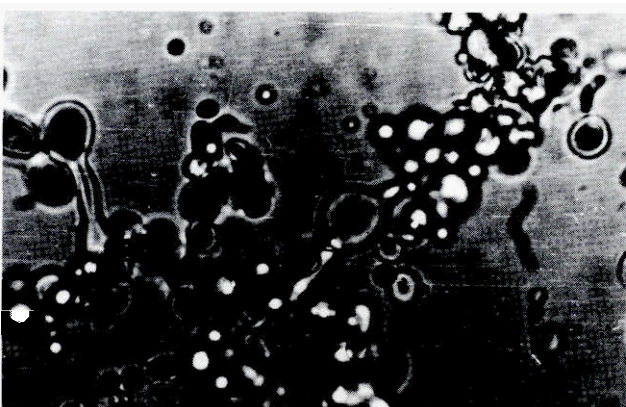


b) relaxiert

Abb. 8: Disperse Polyathylenphase ($\dot{\gamma} = 3 \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}$)



a) abgeschreckt



b) relaxiert

Abb. 7: Disperse Polyathylenphase ($\dot{\gamma} = 1 \cdot 10^4 \text{ s}^{-1}$)

Die Verschiebung der Zerfallsbereiche durch die unterschiedlichen relativen Molmassen der Polyathylen erklärt auch die Unterschiede im Fadenbildungsverhalten. Bei jenen Spinnversuchen, die zu den Fäden mit den in den Abbildungen 2,3 und 4 dargestellten Kraft/Dehnungsverhalten führten, betrug die Schergeschwindigkeit in den Diisenkapillaren $5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$. Der Vergleich mit Abbildung 9 zeigt, daß das hochmolekulare Polyathylen 1100 bei dieser Scherung noch sehr grobdispers vorliegt; Polyathylen 1300 beginnt gerade zu zerfallen, Polyathylen 1500 ist bereits zerfallen

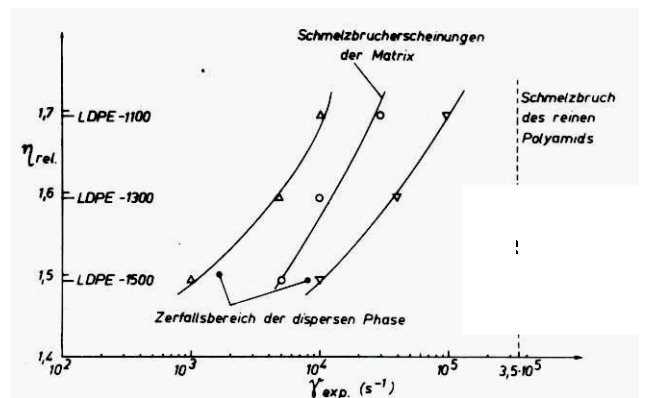


Abb. 9: Abhängigkeit des Zerfallsbereichs der Polyathylenfibrillen von der relativen Molmasse (Polycaprolactam/Hochdruckpolyathylen 90/10 Masse-%)

und der induzierte Schmelzbruch der Matrix abgeklungen.

Aus den Unterschieden in den Zerfallsbereichen und der Viskoelastizität der Polyäthylenschmelzen erklären sich auch die kritischen Verzüge¹¹, die Unabhängigkeit der Verteilung der dispersen Polyäthylenphase vom Typ der verwendeten Extruderschnecken (wenn die Extrusion durch enge Düsen erfolgt)¹² und die im Gegensatz zum System Polyester/Polyäthylenterephthalat fehlende Schmelzstrahlaufweitung.

3. Fadeneigenschaften

Die Eigenschaften von Matrix/Fibrillenfäden setzen sich aus den spezifischen Eigenschaften beider Phasen zusammen. Beispielsweise war ja der modulerhöhende Einfluß von Polyäthylenterephthalat auf Polyamidfäden ein Grund für umfangreiche Arbeiten zur Entwicklung von Polyamidreifenkord mit höherem Modul.

Da Hochdruckpolyäthylen im Gegensatz zu Polyäthylenterephthalat eine niedrigere Glasumwandlungs-, Erweichungs- und Schmelztemperatur, einen hohen Schrumpf bei Anisotropie, aber auch relativ schlechte mechanische Kennwerte besitzt, bringt es im Vergleich zu PÄT wenig positive Eigenschaften mit. Eine Eigenschaftsverbesserung von Polyesterfaserstoffen im Hinblick auf den textilen Einsatz erschien — abgesehen von einer spekulativen Verringerung der Pillneigung — wenig wahrscheinlich. Dazu kommt noch die Unverträglichkeit zwischen den beiden Polymeren¹³.

Die Untersuchungen sollten deshalb zur Klärung der Frage beitragen, ob durch den partiellen Ersatz von teurem Polyester durch billiges Polyäthylen eine Verbilligung von Polyesterfaserstoffen ohne wesentliche Verschlechterung der Eigenschaften erreicht werden kann. Neben der Prüfung der textilphysikalischen Eigenschaften wurden zur Charakterisierung der Fadenstruktur isometrische Schrumpfkraftuntersuchungen an verstreckten Fäden durchgeführt¹³.

Die Gegenüberstellung der isometrischen Schrumpfkraftkurven von Fäden aus der Mischung von Polyester mit 10, 20 und 30 Masse-% Hochdruckpolyäthylen und Polyester (Abb. 10) zeigt, daß der qualitative Ver-

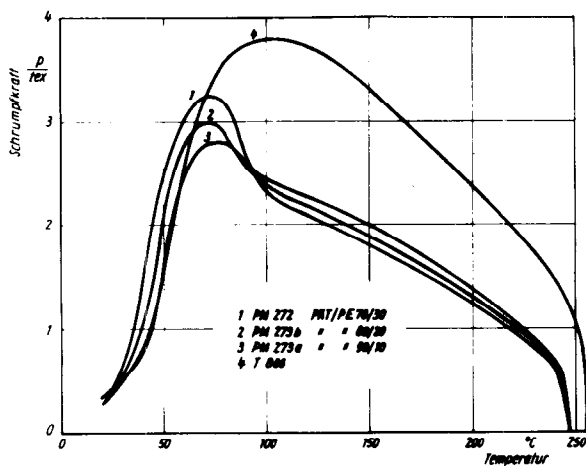


Abb. 10: Isometrische Schrumpfkraftkurven von verstreckten Fäden aus Polyester und Hochdruckpolyäthylen und Polyesterfäden

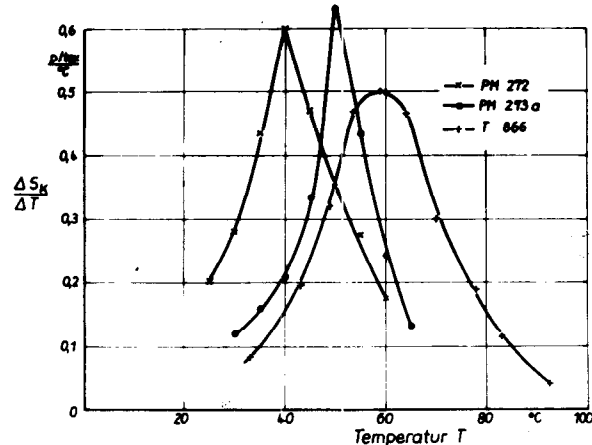


Abb. 11: Differentialkurven des Schrumpfkraftverlaufs von Polyesterfäden (T 866) und Matrix/Fibrillenfäden mit 10 Masse-% (PM 273 a) und 30 Masse-% (PM 272) Hochdruckpolyäthylen

lauf der isometrischen Kurven der Matrix/Fibrillenfäden im ansteigenden Teil bis 75 °C und im fallenden Teil ab 100 °C prinzipiell der Matrixsubstanz Polyester entspricht. Die wesentlichen Unterschiede bestehen in dem früheren Anstieg mit steigendem Polyäthylengehalt und einem Schrumpfkraftabfall zwischen 75 und 100 °C.

Aus den Kurven läßt sich eine höhere Inhomogenität der Fadenstruktur bei den Matrix/Fibrillenfäden und besonders ein mit steigendem Polyäthylengehalt steigender Energiegehalt ableiten. Offenbar bewirkt die Schrumpftendenz der orientierten Polyäthylenfibrillen eine zunehmende Schrumpftendenz des gesamten Fadensystems bei niedrigeren Temperaturen (Abb. 11). Das bedeutet, daß die Matrix/Fibrillenfäden in einem Zustand vorliegen, der weiter vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernt ist als der der Polyesterfäden.

Die Wirkung der Polyäthylenfibrillen wird bei der Messung der Schrumpfkraft von Fäden, die einer Thermobehandlung unterworfen wurden, besonders deutlich. Werden die Fäden auf über 110 °C (d. h. über den Polyäthylenschmelzpunkt) unter konstanter Länge

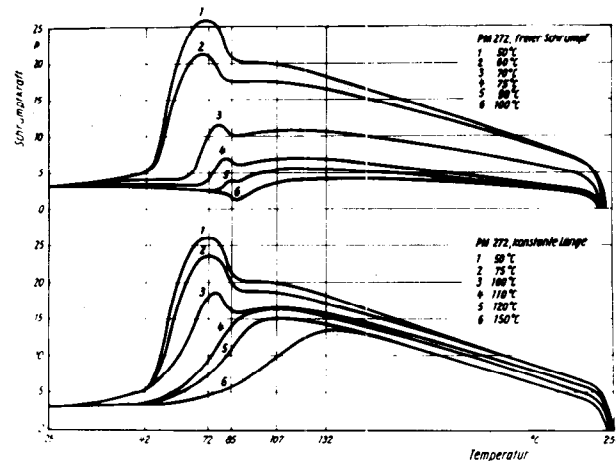


Abb. 12: Einfluß der Thermobehandlung auf das Schrumpfkraftverhalten von Fäden aus Polyester und Hochdruckpolyäthylen mit 70/30 Masse-%

erhitzt, verschwindet der Einfluß der Polyäthylfibrillen vollständig, die Schrumpfkraftkurven enthalten dann nur ein Maximum.

Ähnliches läßt sich aus den Kurven von spannungslos fixierten Fäden ableiten. Die Relaxation der Spannungen verläuft dabei aber auch in der Polyestermatrix sehr weitgehend, wenn die Fäden über die Glasübergangstemperatur (68°C^{15}) erhitzt werden (Abb. 12).

Die Zusammenstellung einiger Prüfergebnisse (Tab. 3) zeigt, daß die mechanischen Kennwerte des Polyesters (Festigkeit und Modul) verschlechtert werden, daß der Texturieverlust mit zunehmendem Polyäthylengehalt zunimmt und die Lichtbeständigkeit nicht wesentlich beeinflußt wird. Die Beständigkeit gegenüber wäßrigen Säuren wird deutlich verbessert.

Tabelle 3: Vergleich einiger Prüfergebnisse von Matrix/Fibrillenfäden aus Polyäthylenterephthalat und Hochdruckpolyäthylen

Parameter	PÄT 100 %	PÄT/PE 90/10	PÄT/PE 80/20	PÄT/PE 70/30
Festigkeit (p/tex)	32,9	27,0	26,2	25,1
Modul (kp/mm ²)	1401	1245	1074	838
Festigkeit nach dem Texturieren (p/tex)	32,4	27,1	22,8	17,9
Scheuerfestigkeit (Touren)	5801	1092	581	544
Restreißkraft nach 400 h Xenotest (%)	92,9	83,9	81,5	84,3
Restreißkraft nach 8 h in 20%iger HCl bei 80° C (%)	58	82	74	80
Restreißkraft nach 8 h in Perchloräthylen bei 100° C (%)	93	93	91	100

In einer früheren Arbeit wurde bereits angedeutet, daß die Fäden bei Beanspruchung quer zur Fadenachse an den Grenzflächen zwischen Matrix und disperser Phase leicht aufspießen¹². Beim Falschdrahttexturieren wirken starke Torsionskräfte auf den Faden ein, es tritt bei den Matrix/Fibrillenfäden ein höherer Festigkeitsverlust als bei PÄT-Fäden auf. Erschwerend kommt beim Texturieren der Matrix/Fibrillenfäden noch hinzu, daß auf Grund der schlechten Haftung der Komponenten aneinander ein Abrieb von Polyäthylen an den Texturierelementen stattfindet.

Bei der Herstellung von Polymerverbunden mit beispielsweise Glasfasereinlagerungen ist es üblich, zur Verbesserung der Haftung zwischen den Komponenten „Haftvermittler“ zu verwenden und damit die mechanischen Eigenschaften der Verbunde zu verbessern. Die Übertragung des Konzepts der Haftvermittlung auf Matrix/Fibrillenfäden ist problematisch, da im Gegensatz zu den Glasfaserverbunden, bei denen mit der Oberfläche der Glasfasern die spätere Phasengrenzschicht modifiziert wird, die Phasengrenzen zwischen Matrix und disperser Phase bei den Matrix/

Fibrillenfäden erst beim Schmelzspinnprozeß entstehen und deshalb nicht gezielt modifiziert werden können. Trotzdem ist von Polymermischungen für den Kunststoffeinsatz bekannt, daß oftmals geringe Konzentrationen eines Blockcopolymeren aus den beiden unverträglichen Polymerbausteinen eine entscheidende Verbesserung der mechanischen Eigenschaften bewirken (vgl. dazu z. B. Lit. 14).

Versuche mit einer Reihe von potentiellen Haftvermittlern ergaben aber keine positiven Resultate, im Gegenteil, der Festigkeitsverlust beim Texturieren war bei allen Versuchen größer als bei Fäden ohne Haftvermittler (Tab. 4).

Tabelle 4: Versuche zur Verringerung der Festigkeitsverluste beim Texturieren durch Zusatz von potentiellen Haftvermittlern (Polyester/Polyäthylen 70/30 Masse-%)

Zusatz	Konzentration	Restreißfestigkeit (%)
ohne Zusatz	—	86,7
TiO ₂ -Zusatz	0,50	86,4
γ-Glycidoxy-(2-methyl)-propyltriäthoxysilan	0,10	83,8
γ-Methacryloxypropyltrimethoxysilan	0,10	81,7
Polydecylenterephthalat	0,85	77,5
Polyhexylenterephthalat	0,10	74,5
Maleinsäureanhydrid	0,10	73,0
Succinimid	0,30	76,2
Surlyn	1,00	72,3
Surlyn	5,00	81,7

Als Ergebnis der Versuche zur Herstellung von Fäden aus Polyester und Hochdruckpolyäthylen muß zusammenfassend festgestellt werden, daß zwar

- Faserfeinheiten vom Baumwolltyp nicht erreicht werden,
- die Verwendung als Endlosmaterial wegen der verminderten Texturierfähigkeit nicht möglich ist, sowie
- die Fadeneigenschaften gegenüber Polyesterfäden bis auf eine bessere Säurebeständigkeit nicht verändert oder verschlechtert werden,

im Rahmen dieser Arbeiten aber eine Reihe von interessanten wissenschaftlichen Ergebnissen über rheologische Eigenschaften von Schmelzdispersionen erhalten wurden.

Den Herren Oberingenieur H. Versäumer, Dr. sc. F. Winkler, Textilingenieur F. Schmidt, Diplomchemiker R.-W. Heldt und Frau Dr. M. Roose danke ich für die kollegiale Zusammenarbeit, Frau F. Wagener und Herrn H.-D. Schuldt für die Durchführung der Spinnversuche. Dem VEB Chemiefaserkombinat Schwarzta „Wilhelm Pieck“ gilt mein besonderer Dank für die langjährige materielle und personelle Förderung unserer Arbeiten.

Literatur:

- 1) K. Dietrich und S. Tolsdorf; Faserforsch. u. Textiltechn. **21**, 295 (1970)
- 2) H.-M. Koeppe und H. Werner; Makromol. Chem. **32**, 79 (1959)
- 3) G. Reinisch; Faserforsch. u. Textiltechn./Z. Polymerforsch. **25**, 111 (1974)
- 4) I. Harris; J. Polymer Sci. **8**, 353 (1952)
- 5) B. T. Hayes; Chem. Eng. Prog. **65** (10), 50 (1969)
- 6) K. Dietrich und H. Versäumer; Faserforsch. u. Textiltechn./Z. Polymerforsch. **26**, 347 (1975)
- 7) K. Dietrich und R.-W. Heldt; Faserforsch. u. Textiltechn./Z. Polymerforsch. **26**, 404 (1975)
- 8) R.-W. Heldt; Dissertation in Vorbereitung
- 9) K. Dietrich und S. Tolsdorf; Faserforsch. u. Textiltechn. **23**, 325 (1972)
- 10) D. R. Gregory und M. T. Watson; J. Polymer Sci., Part C **30**, 399 (1970)
- 11) K. Dietrich; Faserforsch. u. Textiltechn./Z. Polymerforsch. **26**, 543 (1975)
- 12) K. Dietrich und H. Versäumer; Faserforsch. u. Textiltechn./Z. Polymerforsch. **26**, 483 (1975)
- 13) M. Roose; Dissertation Universität Dresden 1975
- 14) H. Cherdron; Lenzinger Ber. **30**, 44 (1970)
- 15) E. Sacher; J. Macromol. Sci. — Phys. B4 (2), 449, (1970)

Diskussion

Ruzek: Sie haben den Einfluß des Schergefälles auf die Dispergierung der zweiten Phase untersucht. Haben Sie auch das Verhalten des Filterpakets geprüft und festgestellt, daß zwischen einer frischen und einer abgenutzten Düse ein Druckanstieg von ca. 50 bar zu erwarten ist?

Dietrich: Wir haben keine speziellen Untersuchungen in bezug auf das Filterpaket durchgeführt. Aus meiner Erfahrung würde ich annehmen, daß die Scherung in der engen Düse doch wesentlich größer ist als im Filterpaket. Ausschlaggebend für die Zerfallsprozesse sind nach unseren Erfahrungen nur die erreichten Schergeschwindigkeiten.

Ruzek: Nach dem Druckverlust wäre ich anderer Meinung, weil dieser unter Umständen an einem guten Filterpaket viel größer ist als an der Spinn Düse direkt.

Dietrich: Da müßte man die Scherung und die Durchlässigkeit ausrechnen — das kann man im Kopf jetzt schlecht machen.

Albrecht: Was verstehen Sie unter „enger“ Düse? Können Sie eine Dimension angeben?

Dietrich: Eine enge Düse hat einen kleineren Spinnlochdurchmesser als 0,25 mm. Wir haben solche mit einem Durchmesser bis zu 0,19 mm verwendet und sind der Meinung, daß feinere Düsen großtechnisch wahrscheinlich nicht hergestellt werden können.

Riggert: Normalerweise ist die Scherung im Filterpaket größer als in der Spinn Düsenbohrung. Ich weiß nicht, welche Filter Sie verwendet haben, aber normalerweise nimmt man in der Schmelzspinnerei etwa ein 25- bis 40- μ -Filter als feinstes Filter, während die Spinn Düsenbohrung bei etwa 250 bis 500 μ liegt.

Dietrich: Das ist natürlich möglich. Wir verwendeten keine speziellen Sinterfilter, sondern normale Siebfilter.

Riggert: Ja, ich spreche in diesem Fall von Siebfiltern.

Sie charakterisierten das Spinnverhalten über das Spinnverzugsverhältnis und führten die Eigenschaften des Streckverhaltens darauf zurück. Ich würde es für sinnvoller halten, nicht das Spinnverzugsverhältnis anzugeben, sondern die Differenz zwischen Abzugsgeschwindigkeit und Spritzgeschwindigkeit. Ich hielte diesen Kennwert in diesem Fall für praxisnäher.

Dietrich: Ja, das ist doch der Spinnverzug.

Riggert: Nein, das ist der Quotient, den Sie nannten, soviel ich verstanden habe. Ich meine die Differenz.

Dietrich: Nach unserer Erfahrung ist es egal, wie das Verhältnis ist — der Quotient ist maßgebend und nicht die Differenz.

Riggert: Ich wäre der Meinung, daß die Differenz den Ausschlag gibt, weil von der Differenz auch die Spinnverzugsspannung abhängt, nicht aber das Spinnverzugsverhältnis.

Dietrich: Das ist möglich.

Falkai: Wenn Sie die beiden Schmelzviskositäten, das Verhältnis η -Schmelze der Komponente A und der Komponente B auftragen und dabei eine Art Isoviskositätskurve erhalten, so kann im Bereich von 30 bis 70 % eine Phasenumwandlung stattfinden. Wir haben diese Kurven vermessen, die einen bestimmten Verlauf zeigten. Wie sieht dieser Verlauf in Ihrem System aus? Welche Konsequenzen ergeben sich für das Spinnverhalten, und wie weit darf ich überhaupt meine Spinnparameter ändern?

Dietrich: Wir haben beim System Polyester/Polyäthylen ein Minimum in dessen Kurve gefunden, etwa zwischen 30 und 70 %. Schon 10 % Polyäthylenzusatz zum Polyester verringern die Schmelzviskosität sehr drastisch. Umgekehrt — bei einem Zusatz von 10 % Polyester zu Polyäthylen — kann man unter bestimmten Bedingungen, obwohl das Polyäthylen einen starken Schmelzbruch zeigt, durch die 10 %ige Polyamidbeigabe noch einen gut extrudierbaren Strang erhalten. Die Viskosität sinkt sehr stark, auch schon bei 10 %igem Zusatz.

Falkai: Ihr System verläuft in dieser Hinsicht also günstiger als das unsere.

Hirt: Können Sie das Phänomen der Strangaufweitung mit echten thermodynamischen Kriterien koppeln oder korrelieren — beispielsweise mit der freien Mischungsenthalpie? Besteht da kein Zusammenhang, oder ist er nicht bekannt?

Dietrich: Das ist mir nicht bekannt.

Filamentmischgarne zur Erzeugung einer kammgarnähnlichen Warenoberfläche mit „Heathereffekt“

Dr. A. Z. Fresco, Dr. G. C. Najour und
Dr. H. C. Jammers
Du Pont de Nemours International S.A., Genf

Eine neue, von Du Pont entwickelte Technologie gestattet es, Filamentgarne zu spinnen, die der Markttendenz zu einem kammgarnähnlichen Warenbild mit „Heathereffekt“ entsprechen.

Der Spinnprozeß beruht auf simultaner Extrusion von Filamenten zweier verschiedener Polymertypen, zusammengeführt zu einem für die Texturierung geeigneten Filamentmischgarn. Durch die Variation von Spinnbedingung und Anzahl der Filamente beider Polymertypen kann ein weiter Bereich von kammgarnähnlichen Effekten erzeugt werden. In diesem Vortrag werden nach dieser Technologie hergestellte Produkte sowie ein Modell beschrieben, mit dem die Abhängigkeit des „Heathereffekts“ vom Grad der Filamentvermischung gezeigt wird.

New cospinning technology developed by Du Pont allows a fiber producer to make continuous filament products which satisfy trade's desire for yarns with worsted heather appearance.

The process calls for simultaneously extruding filaments of two different polymer types into a singular texturing feed yarn giving a cospun filament blend. By adjusting the process conditions and the number of filaments of each polymer type, a wide range of worsted-like visual effects can be achieved with these cospun yarns. Along with the description of the products resulting from this technology, a model which relates heather appearance to the degree of filament mixing is presented in this paper.

I. Ursprung, Form und Zweck von Fasermischungen

Das Hauptthema der diesjährigen Dornbirner Tagung, „Legierungen“, hat seine Parallele bei Metallverbindungen und beschreibt auf unserem Gebiet Fasermischungen. In beiden Fällen handelt es sich um zwei oder mehrere Materialien, die so intim vermischt werden, daß ein neues Produkt mit neuen Eigenschaften, die von den Einzelkomponenten nicht oder nur unvollständig erreicht werden können, entsteht. Diese Definition ist nicht neu und ist uns aus früheren Vorträgen über Mischgarne bekannt, zum Beispiel aus dem Vortrag von Herrn Dr. Heim der Deutschen Rhodoceta auf dem IVC-Dozenten-Symposium im September 1974.

Der Gebrauch von Mischungen textiler Materialien ist alt. Stofffragmente, in denen mehr als eine Fasertypen nachgewiesen wurde, hat man in ägyptischen Gräbern gefunden. In dem sehr gut erhaltenen Stoff aus einem koptischen Grab, das Sie heute im Lyoner Textilmuseum bewundern können (siehe Abb. 1), befindet sich Leinen in der Kette und Wolle mit Leinen im Schuß. Aus mittelalterlichen Meisterbriefen wissen wir, daß es mit zur Webereikunst gehörte, den Warengriff mit Hilfe von verschiedenen Fasermischungen zu variieren. Einen enormen Aufschwung nahm der Ge-



Abb. 1: Totenkissen aus einem koptischen Grab (Musée Historique Des Tissus — Lyon); Kette — Leinen. Schuß — Wolle und Leinen

brauch von Fasermischungen im 19. Jahrhundert durch den zunehmenden weltweiten Austausch von Faserrohstoffen, die Mechanisierung und die Industrialisierung der Verarbeitung. Die Erfindung der synthetischen Fasern im zweiten Quartal dieses Jahrhunderts und die inzwischen gewonnenen Erfahrungen bei ihrer Mischung mit natürlichen oder Chemiefasern eröffnen heute eine Fülle von Möglichkeiten.

1. Faserbeimischung zur Verstärkung

Mischungen von synthetischen mit natürlichen Fasern werden weithin benutzt, um die Verarbeitbarkeit zu verbessern. Zum Beispiel können die synthetischen Fasern als Tragerfasern für kürzere oder schwächere Naturfasern dienen. Festigkeit und Scheuerbeständigkeit von Woll- und anderen Artikeln lassen sich durch Beimischungen von synthetischen Fasern verbessern. So erhöht sich bekanntlich die Strapazierfähigkeit von Wollsocken durch Zugabe eines geringen Prozentsatzes von Nylon zu den Wollgarnen. Bei Baumwollartikeln hat das Aufkommen von Kunstharzausriestverfahren eine Verstärkung durch Beimischung von synthetischen Fasern unumgänglich gemacht. Du Pont bietet neben den normalen Polyesterspinnfasern eine speziell für Verstärkungen gedachte Nylon-Fasertyp T 420 mit hohem Modul und niedriger Dehnung an.

2. Verbesserte Pflegeleichtigkeit

Mischungen aus Polyester und Naturfasern ergeben bessere Form- und Knitterbeständigkeit bei leichtem Warengewicht, ohne die Vorteile der Naturfasern, wie gute Wasseraufnahmefähigkeit, trockener Griff u. ä., wesentlich zu beeinträchtigen.

Bekanntere Beispiele sind „Tropicals“ aus Polyester/Wolle mit einem Mischungsverhältnis von 55/45 % oder bugelfreie Stoffe aus Polyester/Baumwolle mit einem Polyesteranteil, der bis zu 80 % gehen kann.

Bei einer kürzlich durchgeführten Meinungsumfrage der IVC in Westdeutschland antworteten 70 % der Hausfrauen auf die Frage, warum sie Synthetics vorzogen: ...weil diese pflegeleicht sind, das heißt maschinenwaschbar, schnell trocknend und bugelfrei.

3. Bauscherhöhung durch Differentialschrumpf

In den fünfziger Jahren entdeckte man, wie der Warenbausch durch Differentialschrumpf der verwendeten Mischgarne aus hoch und niedrig schrumpfenden Fasern erhöht werden kann. Das Prinzip beruht darauf, daß die unter Einwirkung von Hitze oder Dampf stark schrumpfende Faserkomponente die gering schrumpfenden Fasern aufschieben und zur Bildung von Faserschlaufen bringt, wodurch das Garn- bzw. Warenvolumen bei gleichem Warengewicht ansteigt. Man nennt solche Mischgarne „Hochbauschgarne“. Es gibt auch Endlosgarne aus Filamenten mit unterschiedlichem Schrumpf, die bei der Ausrüstung nach demselben Prinzip eine mehr oder weniger bauschige Ware erzeugen. Zum Beispiel bietet Du Pont Nylon der Type 472 an, das in Warenform unter dem Namen „Qiana“* bekannt ist.

4. Musterungseffekte durch Differentialfärbung oder Kreuzfärbung

Eine andere Entwicklung der fünfziger Jahre war die Kombination von Acryl- mit Wollfasern in Mischgarnen, die, auf Jacquard-Maschinen verstrickt, interessante Musterungsmöglichkeiten je nach Art der Stückfärbung gestatteten. In einer kationischen Färbung zum Beispiel wurden die Acrylfasern angefärbt und die Wollfasern reserviert (Differentialfärbung).

Durch aufeinanderfolgende anionische und kationische Färbungen konnten die Acryl- und Wollfasern in verschiedenen Farben gefärbt werden (Kreuzfärbung).

Differential- und Kreuzfärbetechniken werden heute vielfach zur Musterung für Oberbekleidungsstoffe, Heimtextilien und Teppiche verwendet. Dabei kommen nicht nur Spinnfasermischgarne, sondern auch Filamentmischgarne oder -zwirne zum Einsatz. Es wurde eine Reihe von solchen Filamentmischgarnen für die Texturierung und den Oberbekleidungssektor entwickelt sowie Erfahrungen bei Herstellung und Anwendung gesammelt, von denen in der nachfolgenden Abhandlung ein Ausschnitt gebracht wird.

II. „Cospun“ – Filamentmischgarne, eine Möglichkeit zur Erzeugung von Waren mit „Heathereffekt“

Der Gebrauch von texturierten Polyesterfilamentgarnen in gestrickten oder gewebten Oberbekleidungsstoffen erfreut sich wegen der bekannten Vorteile im Vergleich zu Spinnfasergarnen großer Beliebtheit.

Diese Vorteile sind:

- leichte Verarbeitbarkeit,
- geringe Kosten,
- Pflegeleichtigkeit und
- Tragekomfort.

Die Musterungsmöglichkeiten solcher Garne sind jedoch begrenzt, insbesondere ist es nicht möglich, mit konventionellen Garnen ein kammgarnähnliches Warenbild mit „Heathereffekt“ (Mélange- oder Farbmischeffekt) zu erhalten. Ein solches Warenbild wurde früher mit Hilfe von Mischungen aus Fasern unterschiedlicher Anfärbung erreicht.

Das Ziel unserer Entwicklungsarbeiten war es nun,

texturierbare Filamentmischgarne aus zwei verschiedenen anfärbbaren Polymertypen zu schaffen, die unter Beibehaltung der genannten Vorteile zusätzlich eine möglichst getreue Wiedergabe des beschriebenen Warenbildes erlaubten. Hierzu wurde der patentierte „Cospun“-Prozeß entwickelt, der es gestattet, zwei Polymertypen nebeneinander zu verspinnen und die Filamente der beiden Gruppen in inniger Mischung zu einem Mischfaden zu vereinigen.

In dem hier beschriebenen Beispiel der 1972 in USA eingeführten Dacron®-Type 232 sind die zwei Komponenten der normale homopolymere, nur dispers anfärbbare Polyester und der aus anderen Dacron®-Garnen bekannte copolymer, dispers und kationisch anfärbbare Polyester.

Dacron® T 232 ist ein halbmattes, für die Texturierung geeignetes Garn mit runden, gleichgroßen Querschnitten der beiden zu gleichen Anteilen im Garn enthaltenen Filamentsorten.

Durch die Cospun-Garne erhält der Zwirner eine weitere Möglichkeit, mit texturierten Garnen einen Heathereffekt zu erzeugen. Die beiden ersten Möglichkeiten bestanden in der Verarbeitung von zwei getrennten, unterschiedlich anfärbenden Fäden, zum Beispiel das homopolymere Dacron® T 56 und das copolymer Dacron® T 92.

Die dritte durch Cospun-Garne gebotene Möglichkeit hat zwei wichtige Vorteile: der erzeugbare Heathereffekt ist kostengünstiger und besser.

Wie kostengünstig die durch das Cospun-Garn Dacron® T 232 gebotene Möglichkeit ist, ergibt sich ohne besondere Rechnung aus der Gegenüberstellung mit zwei anderen Möglichkeiten am Beispiel der Garne für Rundstrickwaren (Tab. 1).

Tabelle 1: Drei Wege zur Erzeugung des Heathereffekts mittels texturierten Polyester-garnen aus Dacron®

	1 Zwirnen	2 Cotexturieren	3 Cospun
Ausgangsmaterial	2 Fäden 78 dtex	2 Fäden 78 dtex	1 Mischfaden 167 dtex
— Homopolymer	T 56	T 56	} T 232
— Copolymer	T 92	T 92	
Verarbeitungsstufen	● Texturieren 2x3300 T/m ● Fachen/ Zwirnen	● Fachen ● Texturieren 1x2400 T/m ● Zwirnen	● Texturieren 1x2400 T/m

In Abbildung 2 wird der unterschiedliche, nach den drei Verfahren in einer Rundstrickware erreichbare Heathereffekt vergleichend dargestellt. Sie sehen, daß man durch den Cospun-Weg dem gewünschten, sonst nur durch Fasermischgarne erzeugbaren Heathereffekt am nächsten kommt.

Die innige Mischung der beiden Filamentsorten der Cospun-Garne, bereits vorgegeben durch das nach dem patentierten Verfahren gemeinsame Verspinnen,

* Du Pont's eingetragenes Warenzeichen

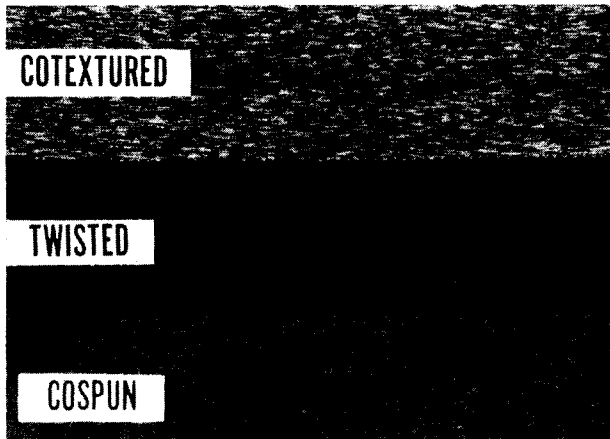


Abb. 2: „Heathereffekt“ erzeugt nach den drei Verfahren: Getrennt-Texturieren und Zwirnen (twisted), Co-Texturieren (co-textured) und Texturieren eines „Cospun“-Garns (Cospun)

wird noch erhöht durch die allen Dacron®-Garnen gemeinsame Luftverwirbelung („Interlace“). Sie macht ein Zwirnen nach dem Texturieren überflüssig, da der erreichte Heathereffekt bereits gut ist. Bei getrennter Texturierung eines Homopolymer- und eines Copolymergarns mit anschließendem Zusammenführen der beiden Enden kann man ohne Zwirnen gar keinen akzeptablen Heathereffekt erreichen. Beim Co-texturieren der beiden Enden in derselben Spindel unter Abziehen von getrennten Rohgarnspulen oder von einer gemeinsamen Fachspule kann bereits ein grober Heathereffekt auch ohne Zwirnen erreicht werden. Dieser reicht jedoch in vielen Fällen nicht aus, weshalb dann trotzdem gezwirnt werden muß.

III. Qualitätsmerkmale des Heathereffektes in Abhängigkeit von der Filamentanordnung im Garn

Die Qualität des Heathereffektes läßt sich durch zwei Größen beschreiben:

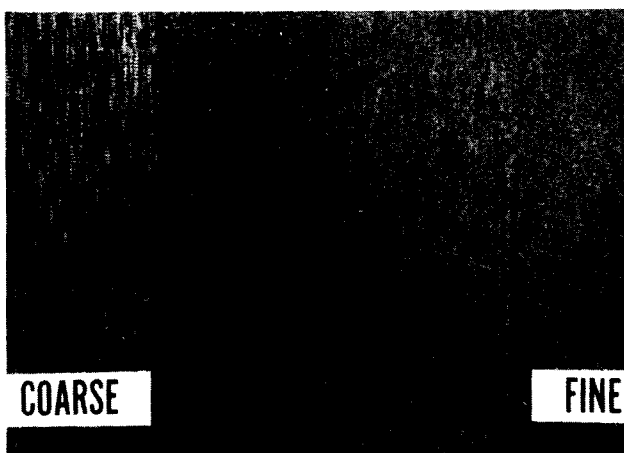


Abb. 3: Der Heathereffekt in Abhängigkeit vom zunehmenden Filamentmischgrad (coarse = grob, bei schlechter Mischung, fine = fein, bei guter Mischung)

- a) **Ausrichtung** („Directionality“), ein Maß für die Länge der hellen und dunklen Streifen, und
- b) **Kontrast**, ein Maß für den Farbtonunterschied zwischen den hellen und dunklen Streifen.

In Abbildung 3 sehen Sie die weite Spanne des mit Cospun-Garnen erreichbaren „Heathereffekts“, dessen Ausrichtung und Kontrast in den gezeigten Strickmustern von links nach rechts in Abhängigkeit eines zunehmenden Filamentmischgrades abnimmt. Das Muster rechts außen hat den angestrebten feinen Heathereffekt, der die Warenoberfläche kammgarn-ähnlich macht.

Eine gute Filamentmischung des texturierten Cospun-Garns ist also von großer Wichtigkeit. Sie wird nur dann erreicht, wenn sie bereits im Rohgarn optimal vorhanden ist und die Texturierung möglichst ohne Entmischung übersteht. Ein schlecht gemischtes oder entmischtes Cospun-Garn würde den auf der linken Seite der Abbildung dargestellten groben Heathereffekt ergeben.

Der im Rohgarn vorhandene Filamentmischgrad (DFI = „Degree of Filament Intermingling“) ist also ein Qualitätsmerkmal der Cospun-Garne. Er läßt sich an vergrößerten Querschnittsbildern bestimmen, in denen die beiden Polymertypen durch Kontrastanfärbung sichtbar gemacht wurden. Er wird durch die Formel

$$DFI (\%) = 50 \left[\frac{n_1}{n_{1t}} + \frac{n_2}{n_{2t}} \right]$$

bestimmt. Hierbei bedeuten n_1 die Anzahl der Filamente der ersten Type, die direkt an Filamente der zweiten Type angrenzen und n_{1t} die Gesamtanzahl der Filamente der ersten Gruppe. Das gleiche gilt mit n_2 und n_{2t} für die Filamente der zweiten Gruppe.

In der nächsten Abbildung (Abb. 4) sind zwei hypothetische Fälle dargestellt, der Fall A mit einer guten Filamentmischung,

$$DFI = 50 \left[\frac{23}{25} + \frac{21}{21} \right] = 96 \%$$

und der Fall B mit einer schlechten Filamentmischung,

$$DFI = 50 \left[\frac{14}{28} + \frac{16}{27} \right] = 55 \%$$

Die nach der Texturierung aufgebraachte Garndrehung ist neben dem Filamentmischgrad die zweite Größe,

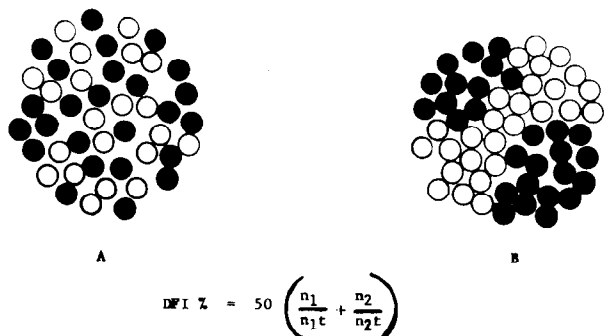


Abb. 4: Typische Garnquerschnitte von zwei hypothetischen Fällen (A) mit hohem und (B) mit niedrigem Filamentmischgrad, sowie Formel zur Berechnung des Filamentmischgrades (DFI-%)

eigenschaften für beide Komponenten bei den notwendigermaßen gleichen Spinnbedingungen zu bekommen. Im allgemeinen gibt das Zusammenführen der Filamente beider Komponenten vor der Verstreckung einen höheren Filamentmischgrad. Darüberhinaus müssen die Prozeßbedingungen so eingestellt sein, daß die Unterschiede in der Bruchdehnung der Filamente beider Komponenten 15% nicht überschreiten.

Nur so kann man den Entmischungsvorgang bei der Texturierung in akzeptablen Grenzen halten. Eine Entmischung entsteht dann, wenn die Filamente der einen Gruppe infolge höherer Spannungen bei der Drehungerteilung in der Texturierungszone in das Garninnere wandern und die Filamente der Gruppe mit den geringeren Spannungen an die Garnoberfläche gedrängt werden.

Ein solcher Fall ist in Abbildung 7 mit dem Rundstrickmuster B gegeben, das nicht nur einen schlechteren Heathereffekt als das Kontrollmuster A hat, sondern auch insgesamt heller ist. In diesem Fall sind nämlich die hellen Filamente nach außen gedrückt worden.

Der Unterschied in der Nominaldehnung beider Komponenten ist bei unseren Dacron®-Cospun-Garnen in der Regel sehr viel kleiner als das oben genannte Maximum, und eine Entmischung bei der Texturierung sollte deshalb kein Problem sein. Trotzdem empfehlen wir zur Sicherheit mit möglichst niedrigen Texturierungsspannungen zu arbeiten.

V. Einfluß der Warenkonstruktion auf den Heathereffekt

Bei der vergleichenden Betrachtung der Abbildungen 8 und 9 muß man feststellen, daß sich der Heathereffekt in der Webware nicht sehr von dem in der Rundstrickware unterscheidet. Die Verarbeitungsart (Weben oder Stricken) hat in der Tat keinen nennenswerten Einfluß. Relativ wichtiger ist die bindungsabhängige Flottierungslänge, mit der die Ausrichtung des Heathereffektes geringfügig ansteigt.

Durch abwechselndes Einbinden des Fadens in Front- und Rückseite der Ware wird eine leichte Verringerung der Ausrichtung erreicht, wie man es an dem Beispiel des Swiss-Pique zeigen kann. Die Ausrichtung des Heathereffektes in der Frontseite dieser

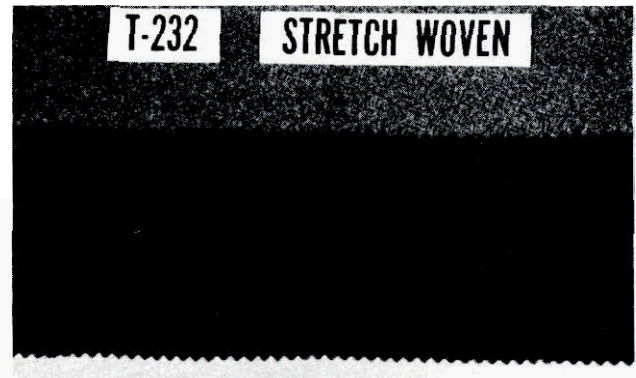


Abb. 9: Verschiedenfarbige Webmuster aus texturiertem Dacron®-Cospun-Garn T 232 mit dem typischen kammgarnähnlichen Heathereffekt

Ware ist etwas größer als in der Rückseite, weil zwei der 4 Systeme auf allen, die Frontseite bildenden Zylindernadeln stricken während alle 4 Systeme nur auf jeder zweiten, die Rückseite bildenden Rippnadeln stricken. Die genannten Unterschiede sind jedoch so klein, daß man sie nur bei sehr genauem Hinschauen in der Ware sehen, jedoch mit den hier gebräuchlichen Bildern oder Dias nicht mehr zeigen kann.

VI. „Cospun-Heathergarne“ für helle und dunkle Farbtöne

Bei der Entwicklung unserer Cospun-Garne hatte bereits die Marktanalyse gezeigt, daß ein Produkt mit einer weiten Spanne von möglichen Kontrasten und Farbtönen, die sich je nach Jahreszeit verändern, verlangt würde. Zu diesem Zwecke wurden in den USA und werden demnächst in Europa drei verschiedene Cospun-Garne aus Dacron® eingeführt.

Das erste, die bereits besprochene Type 232, hat 50% dispers und 50% kationisch anfarbende Filamente. Für mittlere und dunkle Farbtonungen ergeben sich die größten Zweifarbenkontraste, und damit ist das Garn für Herbst- und Winterkollektionen besonders geeignet.

Der mit Type 232 in der Ware erreichbare Kontrast geht

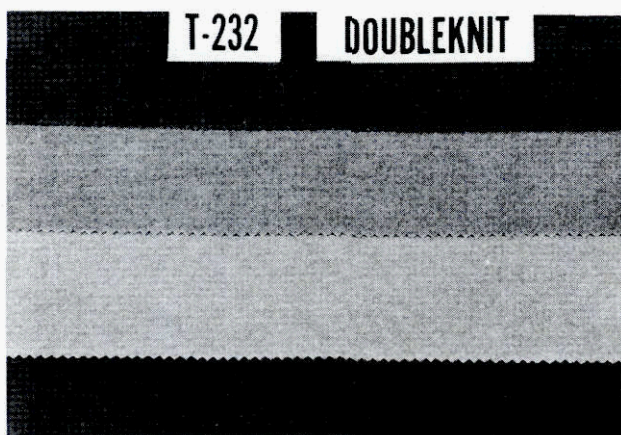


Abb. 8 Verschiedenfarbige Rundstrickmuster aus texturiertem Dacron®-Cospun-Garn T 232 mit dem typischen kammgarnähnlichen Heathereffekt

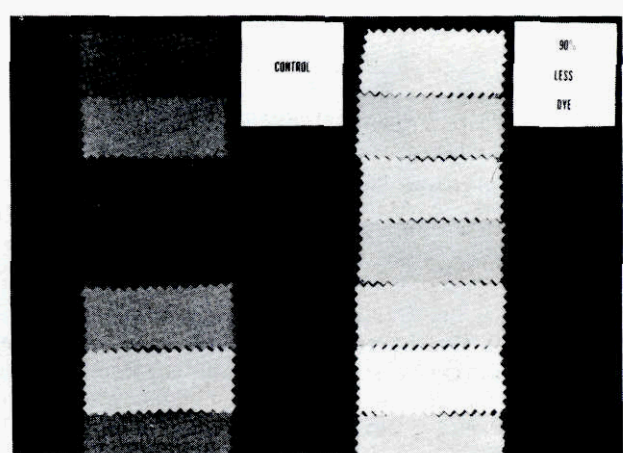


Abb. 10: Verblässung des Heathereffektes mit der Normaltype Dacron® T 232 bei sehr hellen Pastelltönen

jedoch bei den in Frühliigs- und Sommerkollektionen häufig verwendeten Pastelltönen weitgehend verloren. Eine solche Erscheinung, in Abbildung 10 dargestellt, erklärt sich mit der erheblichen Reduzierung der Farbkonzentration bei diesen Farbungen. Mit der Verringerung der Farbtiefe der beiden Filamentarten geht auch der Farbkontrast zurück. Die Ware unterscheidet sich dann kaum noch von der normalen Ware aus 100% homopolymerem Polyester.

Eine Lösung dieses Problems bietet das abgewandelte Cospun-Garn aus der Dacron"-Type 235 an. Dieses Garn hat 80% dispers und nur 20% kationisch anfärbende Filamente. Die geringere Anzahl der letzteren erlaubt es, diese dunkler anzufärben, wodurch der gewünschte Heathereffekt doch noch entsteht, ohne in der Gesamtwirkung die Pastelltonung der Ware wesentlich zu beeinflussen. Im umgekehrten analogen Fall von sehr dunklen Farbtonungen wurde auf experimenteller Basis ein Garn, Dacron®-Type 236, mit 20% dispers und 80% kationisch anfärbbaren Filamenten ausprobiert. Die hierdurch in speziellen Fällen erreichbare, nur geringfügige Verbesserung des Heathereffekts rechtfertigt die Markteinführung einer solchen Type nicht. In Abbildung 11 werden Rundstrickmuster aus den drei Garnen nach einer Vergleichsfärbung dargestellt.

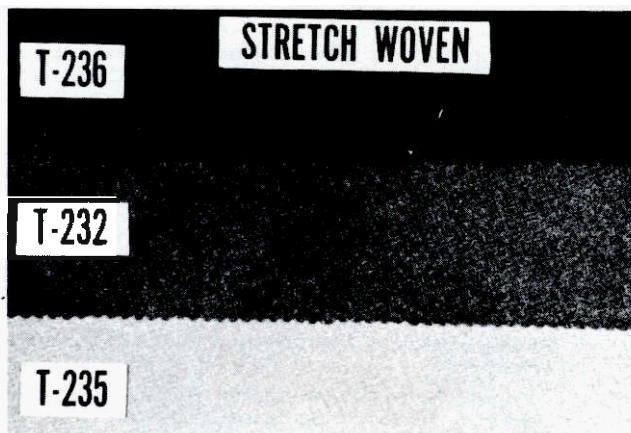


Abb. 11: Auswirkung des Mischungsverhältnisses der beiden Komponenten auf den Heathereffekt, gezeigt an vergleichsweise gefärbten Webmustern gleicher Konstruktion (T 232 = Normaltype mit mittlerer und dunkler Farben, T 235 = Spezialtype für helle Farben, T 236 = experimentelles Garn)

VII. Schlußbetrachtungen

Neben den oben beschriebenen Cospun-Garnen aus verschieden anfärbbarem Dacron® gibt es auch solche aus Polyester und Nylon. Diese **Spezialitäten** werden nur in den USA verkauft, und zwar unter dem Markennamen Bytrece®.

Die Game bestehen zu 60 Gewichtsprozent aus homopolymerem Dacron® und 40 Gewichtsprozent aus Nylon 66. Die Garntypen 275 und 875 werden im wesentlichen untexturiert in der Weberei gebraucht, wo sie den in Abbildung 12 gezeigten speziellen Heather-

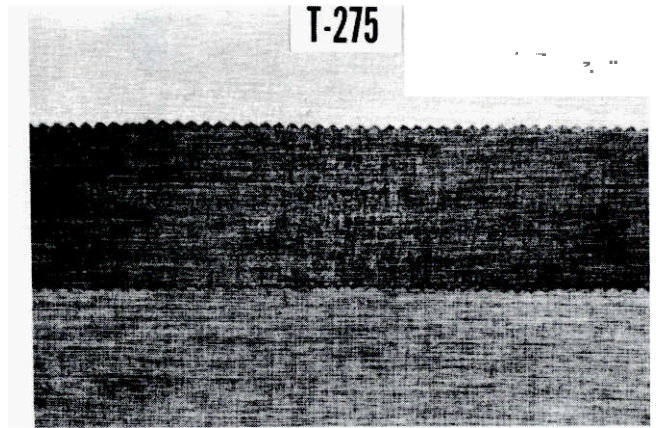


Abb. 12: Webmuster aus Polyester/Nylon-Cospun-Garnen Bytrece®

effekt ergeben. Die Garntype 278 wird **texturiert** und hauptsächlich auf dem Rundstricksektor für Jacquards eingesetzt. Auf diesem Gebiete sind der erreichbare kräftige Farbkontrast sowie die Möglichkeit, die Nylonkomponente atmosphärisch und mit Säurefarbstoffen zu färben, von großem Nutzen. Abbildung 13 enthält ein typisches Beispiel.

Eine Studie des USA-Marktes ergab, daß sich der Gesamtverbrauch an Stoffen mit Heathereffekt (uni oder ala Teil der Musterung) in den letzten drei Jahren verdreifacht hat. Das Wachstum für diese Artikelart war auch in dem Rezessionsjahr 1975 gleichbleibend stark und wird auch weiterhin anhalten.

In Europa kommt der sogenannte Heatherlook vor allem für gewebte Oberbekleidungsstoffe in Betracht, wo der kammgarnähnliche Heathereffekt besonders gefragt ist. Er findet mehr und mehr **Anklang** auch in Wirkerei und Strickerei. In Europa erwarten wir deshalb einen ähnlich starken Zuwachs der Heathergarne aus texturiertem Polyester wie in USA. Die Nachfrage ist so stark, daß sie unsererseits momentan gar nicht voll befriedigt werden kann.

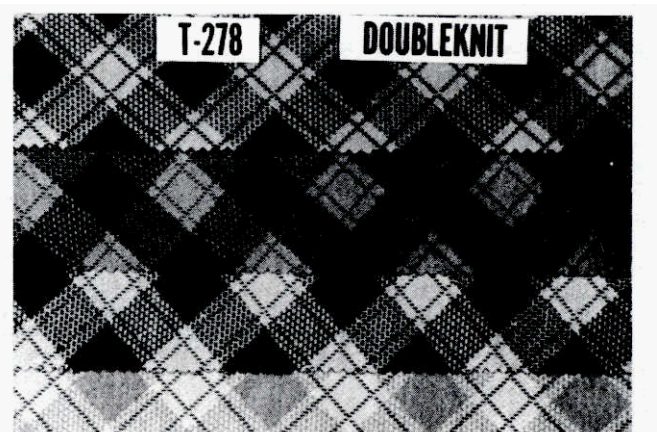


Abb. 13: Jacquard-Rundstrickmuster aus Polyester/Nylon-Cospun-Garnen Bytrece®

Diskussion

Köb: Dieser Vortrag hat wieder einmal gezeigt, welche Möglichkeiten in den Chemiefasern stecken und wie man beispielsweise im Fall von zwei Komponenten nicht nur technologische Probleme, wie die Kräuselung, sondern auch färberische Probleme so lösen kann, daß sie vom Markt interessant empfunden werden und auch einen durchschlagenden Erfolg erzielen.

Schubert: Kann man diese Garne auch friktionstexturieren, und sind auch schon Versuche mit anderen Texturierungsverfahren — beispielsweise mit dem Taslanverfahren — gemacht worden?

Jammers: Diese Garne sind im Augenblick vollverstreckte Garne, die noch nicht auf Friktionsmaschinen texturiert werden. Mit anderen Verfahren kann das Garn schon texturiert werden. Mit dem Taslanverfahren macht das jedoch keiner, denn dieses vermischt ja gerade unterschiedliche Normalgarne. Warum sollte man auch ein Mischgarn kaufen, das etwas teurer ist als das Normalgarn, um es dann in einem Taslanverfahren weiter zu vermischen? Das würde doch keinen Sinn haben. Grundlegende Vorteile bieten diese Garne nur für die Falschdrahttexturierung.

Detering: Sie haben gesagt, daß für den Heathereffekt zwei Parameter wesentlich sind: die Durchmischung und die Ausrichtung der Kapillarfäden im Fadenquerschnitt. Hat die Ausrüstung speziell für die Webware unter Umständen auch einen Einfluß auf den Heathereffekt? Man könnte sich doch vorstellen, daß durch einen entsprechend hohen Längeneingang in der Ausrüstung die Ausrichtung günstig beeinflusst wird!

Jammers: Ich will diese Frage indirekt beantworten — für eine direkte Beantwortung habe ich nämlich damit zu wenig Erfahrung: Es gibt keine Probleme, derentwegen man den Heathereffekt durch eine bestimmte Anfärbung in einer bestimmten Richtung beeinflussen müßte. Die Schwierigkeiten in der Anfärbung bestehen darin, daß eine copolymerische Komponente vorliegt, die eines unterschiedlichen Verfahrens für die Anfärbung bedarf. Beantwortet das Ihre Frage?

Detering: Ich wollte nicht das koloristische, sondern das mechanische Problem angesprochen haben. Genauso, wie Sie den Heathereffekt verbessern können, indem Sie dem Garn eine Drehung verleihen, könnte ich mir vorstellen, daß ein erhöhter Längeneingang in der Ausrüstung die Ausrichtung der Faserkomponenten noch weiter begünstigt. Sie sehen dann weniger Fadenstrecke, das heißt, Sie sehen in einem anderen Winkel ins Garn.

Analog ist bekannt, daß bei texturiertem Garn die Streifigkeit auch durch eine Erhöhung des Längeneingangs in der Ausrüstung positiv beeinflusst werden kann. Aus dieser Erfahrung hätte ich mir denken können, daß man auch den Heathereffekt auf diese Weise mehr oder weniger mechanisch verbessern könnte.

Jammers: Das ist durchaus richtig, doch zweifle ich daran, daß die Verbesserung von Bedeutung ist. Denken Sie an das Kapitel, in dem ich über die Einflüsse der Einbindung und der Flottierungslänge sprach. Dort waren die sichtbaren Unterschiede des Heathereffektes sehr klein. Die Frage, ob der Längeneinsprung bei der Ausrüstung mehr ausmacht, kann ich Ihnen leider nicht beantworten.

van der Meer: Es wurde unter anderem die Frage gestellt, ob das Garn für die Strecktexturierung geeignet sei. In Ihrem Vortrag haben Sie aber dazu die Antwort gegeben, indem Sie sagten, das Garn müsse man bei sehr niedrigen Spannungen texturieren, was allerdings — mei-

ner Meinung nach — nur mit völlig vorverstrecktem Garn möglich ist. Ist diese Meinung richtig?

Jammers: Sie ist richtig. Die Spannungen in der Strecktexturierung liegen höher als bei der Texturierung von vollverstreckten Garnen. Man müßte natürlich schauen, wie die Verhältnisse im Falle der Friktionstexturierung liegen, bei der man mit niedriger Spannung arbeiten könnte. Genauer kann ich Ihnen auf diese Frage auch nicht antworten — das müßte erst einmal ausprobiert werden.

van der Meer: Sie haben den Parameter DFI als sehr wichtig dargestellt. Benützt man diesen nur für die Darstellung von „gut“ und „weniger gut“ in bezug auf den Flammeneffekt, oder können Sie auch Effektgarne mit unterschiedlichem DFI erzeugen?

Jammers: Der Begriff DFI könnte auch mehrseitig gebraucht werden, und sein Wert könnte verschieden hoch sein. Aber diese Produkte sind eben Spezialprodukte, und man wird für sie nicht eine ganze Skala von unterschiedlichen Möglichkeiten erstellen. — Unser Bestreben war es, einen möglichst guten DFI im Rohgarn zu erzielen und die Eigenschaften der beiden Komponenten so auszuwählen, daß keine Entmischung bei der Texturierung auftritt. Haben Sie nämlich eine Entmischung, dann nützt Ihnen ein guter DFI des Rohgarns gar nichts, da dann die Filamente nach der Texturierung wieder getrennt vorliegen. Nur wenn keine Entmischung auftritt, bleibt der DFI des Rohgarns, der in unserem Fall relativ hoch sein soll, auch nach der Texturierung weitgehend erhalten.

van der Meer: Man müßte also eigentlich den DFI des fertigen Garns betrachten?

Jammers: Ja, das müßte man machen, aber dabei hätte man Schwierigkeiten bei der Messung. Die Verhältnisse liegen einfacher, wenn Sie am Rohgarn messen, als wenn Sie das nach der Texturierung tun, weil Sie nur im ersten Fall einen schönen, leicht auszuzählenden Querschnitt vorliegen haben. Aber im Grunde haben Sie durchaus recht — man müßte den DFI auch nach der Texturierung messen und könnte dann eine Korrelation zu dem Heather- oder Flammeneffekt in der Fertigware erstellen.

Köb: Ist sowohl der Texturierungs- als auch der Herstellungsprozess so unempfindlich, daß man damit rechnen kann, eine einwandfreie Ware zu erhalten?

Jammers: Das Spinnen eines solchen Mischgarns kann nicht so einfach sein wie das Spinnen eines normalen Garns — das geht schon aus dem Preis hervor, der etwas höher liegt. Wir hätten aber andererseits mit diesem Garn keinen Erfolg, wenn die Texturierung zu viele Nachteile bringen würde.

Für Texturierer, die mit vernünftigen Geschwindigkeiten arbeiten, gibt es sicher keine Schwierigkeiten, und die Verarbeitbarkeit dieser Garne ist vergleichbar mit der eines normalen Garns.

In Grenzfällen gibt es natürlich Probleme. Das Garn enthält nämlich Filamente aus copolymerem Polyester, dessen Schmelzpunkt niedriger liegt, sodaß beim Texturieren mit hohen Temperaturen Kapillarbrüche entstehen. Man arbeitet also bei niedrigeren Temperaturen, was einen gewissen Einfluß auf den Bauscheffekt hat, der bei den normalen Geschwindigkeiten aber noch immer vollständig ausreicht.

Man kann dieses Garn auch deshalb nicht mit erhöhten Geschwindigkeiten texturieren, wie das für Normalgarne bei manchen Texturierern aus Kostengründen heute gemacht wird, weil man ja mit einem relativ hohen Vorlauf arbeiten soll, um Kapillarbrüche und Entmischung zu verhindern. Die für hohe Geschwindigkeiten zur Fadenlaufstabilisierung benötigten hohen Spannungen bzw. niedrigen Vorläufe sind ungünstig. — Also hier liegen die Grenzen. Wenn Sie diese berücksichtigen, gibt es keine Schwierigkeiten.

Antistatische Garne aus synthetischen Fasern

Arnold Brown M. Sc. (Tech.)
ICI Fibres Ltd., Harrogate

Elektrostatik kann auf unterschiedlichste Weise zur Plage werden und sogar zu wesentlichen finanziellen Verlusten führen. Am häufigsten treten unangenehme Erscheinungen im Bekleidungsbereich auf, speziell bei Damenbekleidung, wo das „Aneinanderkleben“ von Stoffen sowie die durch elektrostatische Anziehung bedingte „Anschmutzung“ und die „Funkenbildung“ vom Verbraucher als lästig und nachteilig empfunden werden. Unangenehme, durch elektrostatische Entladungen verursachte Schocks treten dagegen weit häufiger bei Heimtextilien, wie Teppichen, oder bei Bezugsstoffen für Autositze auf.

Es ist klar, daß die Textilindustrie großes Interesse daran hat, die elektrostatischen Probleme zu verringern. Entsprechende Schritte können entweder direkt an der Quelle, das heißt beim Hersteller synthetischer Fasern, oder an fast jedem Punkt des textilen Fertigungsverlaufs, vor allem beim Färben und Ausrüsten, aber auch noch beim Endverbraucher unternommen werden.

Das statische Verhalten natürlicher Faserstoffe hängt wesentlich von der vorhandenen Feuchtigkeit ab. Folglich ergeben sich bei natürlichen Faserstoffen bei niedriger Feuchtigkeit oder hohen Temperaturen elektrostatische Probleme. Die antistatische Wirksamkeit modifizierter synthetischer Fasern muß nicht von der vorhandenen Feuchtigkeit abhängen. Fasern, die elektrostatische Aufladung bei niedrigen Feuchtigkeiten verhindern — sogar wenn sie in extrem niedrigen Prozentsätzen im Fertigprodukt vorhanden sind —, sind bereits auf dem Markt. Diese speziellen Fasern werden vor allem im Industriegarnbereich, für Heimtextilien und für Arbeitsbekleidung eingesetzt, während die meisten der für den Bekleidungssektor modifizierten synthetischen Fasern auf der Zugabe von Hilfsstoffen zum Polymeren, die das Feuchtigkeitsaufnahmevermögen verbessern, basieren.

Wie bei vielen anderen, auf die Bedürfnisse der Verbraucher von Bekleidungstextilien zugeschnittenen textilen Modifikationen gibt es bei der Spezifizierung und Beschreibung der an die Fertigprodukte mit antistatischen Eigenschaften zu stellenden Anforderungen große Schwierigkeiten. Das wird noch erschwert durch das Problem, die Ergebnisse der vorhandenen Testmethoden untereinander zu korrelieren. Die erhaltenen Resultate eines bestimmten Tests als „Trageverhalten“ zu interpretieren, ist wegen der vielschichtigen Phänomene, die damit in Zusammenhang stehen, und dem unterschiedlichen Trageverhalten der Testpersonen sogar noch schwieriger. Trotz all dieser Kompliziertheit zeigt jedoch die Erfahrung, daß es mit Hilfe praktischer, den Handel kontrollierender Schemata möglich ist, zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen.

In many diverse ways static causes a great deal of nuisance and appreciable financial loss. The nuisance is most widely recognised in apparel outlets in which *cling*, *static-soiling* and *sparking* can be regarded as serious disadvantages by the wearer, especially in womenswear. However, noticeable shocks are much more likely to be caused by domestic textiles such as carpets or car seat covers.

It is clear that the textile industry has a considerable incentive to reduce static problems and that action can be taken either at source by the manufacturer of synthetic fibres or at almost any point in the textile chain, particularly by the dyer and finisher, or even by the user of the article.

The antistatic efficiency of natural fibres is essentially dependent on the presence of moisture. Consequently, under conditions of low humidity or use at high tem-

peratures natural fibres are prone to static problems. Modified synthetic fibres need not be dependent on moisture for their antistatic efficiency, and fibres which eliminate static at low humidities, even when they are present at extremely low blend percentages in a fabric are available. Fibres of these specialised types are used mainly in industrial fabrics, domestic textiles or work clothing, and most of the modified synthetic fibres intended for apparel purposes depend on the incorporation of a humectant in the polymer.

As with many other textile modifications directed towards the needs of the consumer of apparel textiles there is a real dilemma in the specification and description of fabrics with antistatic properties. This is complicated by the difficulty of correlating the results from the available test methods. Interpretation of the results of a given test into *wear performance* is even more difficult because of the complex phenomena involved and behavioural differences between wearers. In spite of these difficulties experience shows that practical merchandise control schemes can be operated successfully.

Elektrostatische Phänomene und ihre Auswirkungen

Die Entstehung statischer Elektrizität auf textilen Fasern und Geweben durch Reibung sowie ihre Auswirkungen sind qualitativ seit vielen Jahrzehnten bekannt. So wurden schon im Schulphysikunterricht vor dreißig Jahren elektrostatische Phänomene durch Reiben von Stangen aus Glas oder anderen Materialien mit Seide, Wolle oder tierischen Fellen demonstriert. Heutzutage wird der moderne Schüler wahrscheinlich sehen, wie eine Plastikstange mit einem synthetischen Stoff gerieben wird — mit dem gleichen eindrucksvollen Ergebnis.

Im Oberbekleidungs-, Heimtextilien- und Industriegarnbereich haben synthetische Fasern die natürlichen Fasern in einem bemerkenswerten Umfang verdrängt. Wenn es auch viele von uns in der gegenwärtigen depressiven Chemiefaserindustrie nur schwer glauben können, so geht der Trend zum Verbrauch synthetischer Fasern auf lange Sicht in allen aufgezählten Bereichen immer noch steil nach oben.

Forscher und Techniker, vor allem die, die mit synthetischen Fasern zu tun haben, sind schnell bei der Hand, aufzuzeigen, daß Baumwolle und Wolle unter den richtigen Bedingungen ausgezeichnete statische Elektrizität erzeugen. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit unterhalb 30 % ruft Baumwolle zum Beispiel höhere Spannungen als Polyesteremischgewebe hervor, und trockene Wolle ist in berüchtiger Weise elektrostatisch aufladbar. Der kanadische Premierminister um 1900 war dafür bekannt, sich im Winter ein Vergnügen daraus zu machen, das Gaslicht mit einem Funken aus seinem Finger zu entzünden, nachdem er über einen Wollteppich gegangen war.

Verbraucher von Textilien aber haben pragmatischere Ansichten. Weil Nylon-Unterröcke einerseits an Nylon-Strumpfhosen und andererseits auch an Kleidern aus texturiertem Polyester kleben, sind nach ihrer Meinung elektrostatische Phänomene und synthetische Fasern verwandt. Meinungsumfragen von ICI Fibres haben gezeigt, daß die Öffentlichkeit eine überraschend klare und einheitliche Ansicht über dieses Gebiet hat; und es muß zugegeben werden, daß bei Berücksichtigung aller klimatischen Bedingungen — synthetische Fasern wegen ihres geringeren Wasserhaltevermögens mit größerer Wahrscheinlich-

keit elektrostatische Effekte hervorbringen als ihre Konkurrenten, die Naturfasern.

Elektrostatische Phänomene sind in der Hauptsache nicht mehr als ein Ärgernis oder eine Plage. Sie können aber auch finanzielle Verluste mit sich bringen oder Sicherheitsrisiken erzeugen (Tab. 1).

Tabelle 1: Elektrostatische Probleme im Zusammenhang mit Textilien

ÄRGERNIS	FINANZIELLER VERLUST	GEFAHR
STAUBANNAHME Teppiche, Oberkleidung, Möbelstoffe, Vorhänge, Industrielle Bekleidung	MASCHINENSTILLSTÄNDE Wascherei-Förderbänder, Papiermaschinenfilze, Konfektionierung	ZÜNDFÄHIGER FUNKE (in der Nähe von brennbaren oder explosiven Materialien)
SCHOCKS Teppiche, Autositzbezüge	ELEKTROSTATISCHE STÖRUNGEN Computer, Elektronische Bestandteile, photographische Filme	Filterstoffe, Schutzkleidung, Seile
ANEINANDERKLEBEN Oberkleidung im Allgemeinen		ANEINANDERKLEBEN Störung beim Öffnen des Fallschirmes

Wenn beispielsweise ein Ladungstransport zwischen zwei von einer Person getragenen Kleidungsstücken oder zwischen der Haut der Person und einem Kleidungsstück stattfindet, ist das unerwünschte Ergebnis ein als „Cling“ bezeichnetes Phänomen, bei dem die Kleidungsstücke aneinander bzw. am Körper kleben. In diesem Fall findet keine Funkenentladung statt.

Wenn dagegen ein Kleidungsstück, zum Beispiel ein Acryl- oder ein Wollpullover, über einer Nylon- bzw. Polyester-Bluse oder einem entsprechenden Hemd ausgezogen wird, entsteht ein spektakuläres Funken-sprühen und Knistern.

Ein Kleidungsstück kann jedoch beim Tragen fremde Fasern sowie Staub elektrostatisch anziehen und auf diese Weise zu schnell anschnutzen.

Alle diese verschiedenen, aber dennoch verwandten Phänomene werden vom Verbraucher bemerkt und sind nicht gerne gesehen, wenn sie auch keine finanziellen Verluste mit sich bringen und kein Sicherheitsrisiko bedeuten. Wirkliche finanzielle Verluste treten ausschließlich im industriellen Bereich auf.

Tabelle 2: Minimale Energie, die zu Funkenauslösung führt.

Mischung	Minimal Energie mJ
Methan/Luft	0.29
Propan/Luft	0.25
Heptan/Luft	0.23
Benzol/Luft	0.20
Diäthyläther	0.20
Propan/Sauerstoff	0.002
Wasserstoff/Luft	0.014
(Energie erhalbar von einer Person mit 2.8 kv)	0.78)

In der Konfektion können elektrostatische Aufladungen Schwierigkeiten beim Zuschneiden von Stoffen hervorrufen. Unnötige Kosten entstehen auch bei elektrostatischer Schmutzanziehung durch Textilien, wodurch ein zusätzliches Waschen notwendig wird. Statische Elektrizität verursacht Beschädigungen von Wäschereibändern und Papierfilzen beim Kontakt mit den Walzenhüllen. In Fabriken, in denen komplizierte elektrische Stromkreise montiert werden, kann die elektrostatisch aufgeladene Arbeitskleidung des Personals Stromkreise beschädigen und Erzeugnisse unbrauchbar machen.

Situationen, in denen die Funkenentladung statischer Elektrizität ein Sicherheitsrisiko bedeuten, sind nicht so selten, wie man annehmen möchte, und Forschungsgesellschaften wie das Shirley Institut werden immer häufiger von Ölfirmen und anderen Kunden, die mit entflammaren Dämpfen oder Stäuben zu tun haben, beauftragt, das potentielle Risiko durch elektrostatische Entladungen beim Arbeiten mit diesen Dämpfen oder Stäuben zu bestimmen. Tabelle 2 gibt die Mindestzündenergien einiger explosiver Gemische an ¹.

Obwohl es falsch wäre, zu glauben, daß die Probleme der Elektrostatik im häuslichen sowie im industriellen Bereich zur Gänze in den Verantwortungsbereich der Textilindustrie fallen oder daß ausschließlich die synthetischen Fasern für die elektrostatischen Probleme in Zusammenhang mit der textilen Produktion verantwortlich sind, so besteht doch kein Zweifel, daß die Textilindustrie in allen Stufen einen großen Teil dazu beitragen kann, die nachteiligen Effekte zu reduzieren. Ich beabsichtige jedoch, mich in diesem Referat hauptsächlich auf die Rolle der Faserhersteller zu konzentrieren.

Über die Antistatikausrüstung bzw. -appretur von Textilien aus Chemiefasern

Von den Chemiefaserherstellern sind sehr große Anstrengungen unternommen worden, ihren Fasern antistatische Eigenschaften zu verleihen. Die direkteste Bestimmung der antistatischen Wirksamkeit eines Gewebes bzw. Faserverbandes ist durch Messung des spezifischen Oberflächenwiderstandes. Es hat sich gezeigt, daß bei einem unter Verwendung einer Feldstärke von 100 Volt/cm gemessenen spezifischen Oberflächenwiderstand von weniger als 10¹⁰ Ohm eine Ansammlung von Ladungen praktisch ausgeschlossen und bis zu 10¹² Ohm die Wahrscheinlichkeit einer Ladungsansammlung gering ist ².

1. Durch Einbau leitfähiger Fasern

Niedrige Widerstände können bei Geweben durch Einarbeitung geringer Anteile sehr leitfähiger Fasern erreicht werden, die gar nicht durchgehend leitfähig verbunden sein müssen, um wirksam zu sein. Solche Fasern können zusätzlich zum einfachen Mechanismus der Leitfähigkeit zu einem Teil durch die Bildung eines starken elektrischen Feldes um die Faser herum wirksam sein, resultierend in einer schwachen Coronaentladung; zum anderen Teil wirken sie durch Ladungstransport von Faser zu Faser und so letztlich zur Erde ³.

Ein Vorteil dieses Verfahren ist es, daß ziemlich große physikalische und chemische Unterschiede zwischen den verwendeten leitfähigen und den übrigen

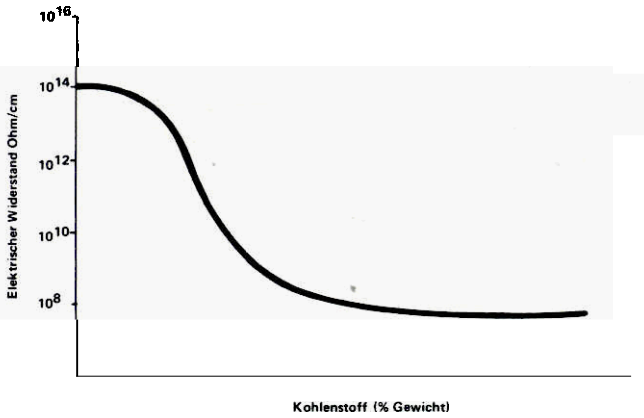


Abb. 1: Elektrischer Widerstand einer 3,3-dtex-Polyester-Epitropic-Faser

Fasern toleriert werden können. Der extremste Fall ist die Einarbeitung sehr feiner rostfreier Stahlfasern, wie „Bekinox“, „Brunsmet“ und „Naslan“, in Stoffe für Arbeitsschutzbekleidung oder in den Teppichpol.

Eine Anzahl von Patenten befaßt sich mit leitfähigen Heterofilamenten, Filamenten mit Kernen aus biegsamen Metallen, umgeben von einem Mantel aus synthetischer Fasersubstanz. Soweit uns bekannt, ist aber keines dieser Produkte kommerziell verfügbar, wahrscheinlich wegen praktischer Schwierigkeiten bei der Herstellung. Außerdem ist eine so hohe Leitfähigkeit, wie sie Metallfasern besitzen, gar nicht erforderlich.

Aus diesen Gründen wurden Fasern entwickelt, in der Hauptsache aus einem normalen synthetischen Polymeren, mit Metallen oder Halbleiterstoffen auf der Oberfläche in genügend starker Konzentration, um Leitfähigkeit zu erreichen. Hin und wieder werden auch Harzbeschichtungsverfahren angewandt, bei denen sich das leitfähige Material entweder zwischen der Faseroberfläche und dem Harz befindet oder in das Harz eingebettet wird.

Ein Nachteil dieser Verfahren sind die normalerweise benötigten hohen Trocknungstemperaturen und langen Trocknungszeiten.

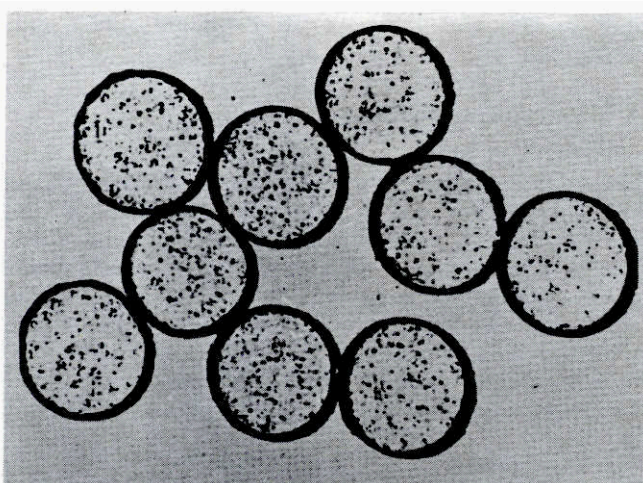


Abb. 2: Querschnitt durch eine leitende Epitropic-Faser

2. Durch Bikomponenten- und Epitropic-Fasern

Eine Alternativmethode basiert auf der Herstellung von Bikomponentenfasern. Hier wird eine Kern-Mantel- oder eine Seite-an-Seite-Bikomponentenfaser aus einer Komponente mit einem normalen und einer Komponente mit einem niedrigeren Schmelzpunkt mit leitfähigen Partikeln, wie zum Beispiel Ruß, in Kontakt gebracht. Dabei betten sich die leitfähigen Partikel in die erweichte Oberfläche selbst ein und werden in ihr einfach durch Abkühlung festgehalten. So entsteht eine leitfähige Verbindung entlang der Faseroberfläche.

In Abbildung 1 ist der Einfluß von eingelagertem Ruß auf den Widerstand einer 3,3-dtex-Polyesterfaser zu sehen. Abbildung 2 zeigt den Querschnitt einer leitfähigen Epitropic-Faser. Produkte dieses Typs sind bei der ICI unter der Gattungsbezeichnung „Epitropic-Fasern“ entwickelt worden; so zum Beispiel eine 3,3-dtex-Polyesterstapelfaser für Oberbekleidungsstoffe und eine 6,7-dtex-Polyesterstapelfaser zur Verwendung in Teppichen sowie in technisch-industriellen Erzeugnissen.

Der Zusatz von 2% einer Polyesterstapelfaser zu einem normalen Polyester/Baumwollstoff für Arbeitsbekleidung reduziert den Oberflächenwiderstand auf 3×10^7 Ohm.

Der Einfluß des Epitropic-Faseranteils auf den Oberflächenwiderstand eines Gewebes ist in Abbildung 3 illustriert. Der antistatische Effekt ist beständig gegen Waschen und praktisch unabhängig von der relativen Luftfeuchte sowie der Lufttemperatur⁴.

Auch schmelzgesponnene Bikomponentenfilamente, bei denen sich der leitfähige Ruß im Kern befindet, verleihen Teppichen, die geringe Anteile davon enthalten, antistatische Eigenschaften. Hier wird ein Fasermantel aus einem normalen Polymeren (wie Nylon 6,6) um einen sehr dünnen Kern eines niedrig schmelzenden Polymeren (wie Polyathylen), das genügend Ruß (z. B. 20%) enthält, um es leitfähig zu machen, versponnen⁵.

Vor kurzem wurde eine ähnliche Faser mit einem leitfähigen farblosen ionischen Copolymerkern beschrieben⁶. Sehr leitfähige Fasern des vorstehend diskutierten Typs sind in geringen Zusätzen, speziell für Arbeitsbekleidung und für industrielle Zwecke, anwendbar.

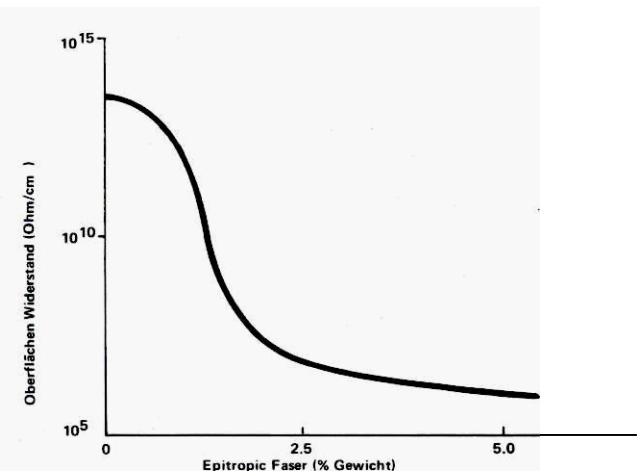


Abb. 3: Elektrischer Widerstand eines Polyestergewebes mit Epitropic-Gehalt

Ihre anderen physikalischen Eigenschaften und ihr unästhetisches Aussehen aber machen sie sowohl in Mischungen als auch in 100%iger Form für den Einsatz in den meisten Oberbekleidungsbereichen ungeeignet.

3. Durch Einbau leitfähiger Additive

Konsequenterweise haben die Chemiefaserhersteller noch größere Anstrengungen darauf verwendet, weniger drastisch modifizierte Polymere für Oberbekleidungszwecke zu entwickeln. Um sich durchsetzen zu können, müssen sich diese Fasern jedoch in allen Verarbeitungsstufen der Textilindustrie zufriedenstellend verhalten sowie gleichwertige Eigenschaften und ein attraktives ästhetisches Aussehen in der fertigen Gewebeform aufweisen.

Seit dem Jahre 1967 sind in der Literatur weit über 600 Hinweise erschienen, die sich mit Additiven zu synthetischen Polymeren zur Erzielung verbesserter antistatischer Eigenschaften in den fertigen Fasern befassen.

Ursachen des antistatischen Effekts

Der antistatische Effekt der beschriebenen Additive entsteht durch die Erhöhung des Wasseraufnahmevermögens des Grundpolymeren durch eine Copolymerisierung mit hydrophilen Gruppen. Das Additiv muß äußerst sorgfältig ausgewählt werden, um die Änderungen der physikalischen Eigenschaften so gering wie möglich zu halten. Aus diesem Grund wird es auch am besten in Block- oder in Pfropfform zugefügt. So kann zum Beispiel Nylon 6 mit Äthylenoxid zu einem Pfropfcopolymeren mit Seitenketten aus Polyoxyäthylen reagieren, woraus dann durch Reaktion mit Caprolactam ein modifiziertes Nylon 6 entsteht, das sowohl ein Block- als auch ein Pfropfcopolymeres ist und zu einer brauchbaren Faser mit antistatischen Eigenschaften versponnen werden kann⁷.

Es ist jedoch nicht notwendig, die hydrophilen Gruppen in die Faserstruktur hineinzucopolymerisieren, um einen zufriedenstellenden Kompromiß zwischen ausreichendem antistatischem Effekt und den verbliebenen Fasergrundeigenschaften zu erreichen. Die Additive können nämlich auch in dispergierter Form zugefügt werden. Es scheint wichtig zu sein, daß die dispergierten Additive als verlängerte Fibrillen parallel zu den Faserachsen innerhalb einer Matrix von unmodifiziertem, die Faser bildendem Polymeren auftreten. Die Fibrillen haben eine Länge von bis zu 25 μ und mehr, mit einem Durchmesser von ungefähr 1,0 μ .

Wenn einfache wasserlösliche Additive, wie zum Beispiel Polyoxyäthylenglykol, mit einer endständigen Äthergruppe verwendet werden, kann ein wesentlicher Teil davon während des Waschens oder des Färbens wieder von der Faser entfernt werden⁸. Viel Arbeit ist in letzter Zeit darauf aufgewendet worden, die Polyoxyäthylengruppen so in das die Faser bildende Polymere einzufügen, daß die Additive nicht so leicht ausgewaschen werden können⁹.

Es wurden auch wasseraufnehmende oder ionische Additive empfohlen, die keine Polyäthergruppen enthalten. Eine besonders vorteilhafte Alternative könnte die Verwendung von N-Alkylpolyamiden sein, weil deren Anwesenheit in einem Polymeren Temperatur-

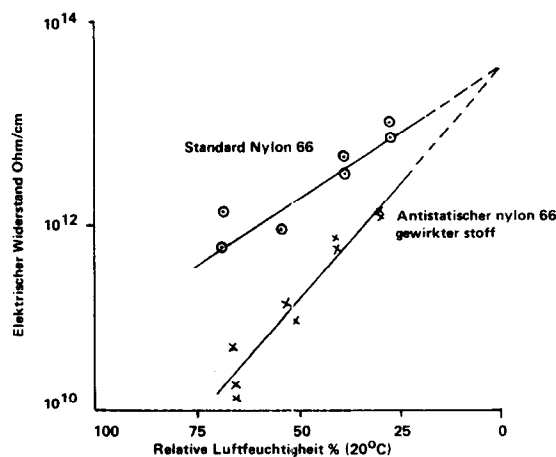


Abb. 4: Elektrischer Widerstand von antistatischem Nylon 6,6 in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit

und Lichtstabilität der Fasern weniger verschlechtert als Polyätheradditive¹⁰.

Viele Polyamidfaser- und auch einige Polyesterfaserhersteller bieten Produkte mit antistatischen Eigenschaften an, die wasseraufnehmende Additive enthalten und für den Gebrauch in 100%iger Form oder in Fasermischungen gedacht sind, die hohe Anteile davon enthalten. Eingesetzt sollen sie in unkritischen Oberbekleidungs- und Heimtextilienbereichen werden. Solche Produkte haben den allgemeinen Nachteil, daß ihre elektrostatische Aufladung der relativen Luftfeuchte umgekehrt proportional ist.

Abbildung 4 illustriert den Einfluß der relativen Luftfeuchte auf den Oberflächenwiderstand von Geweben aus typischen modifizierten und unmodifizierten Nylon 6,6-Garnen. Sie zeigt, daß zwischen 65 und 20% relativer Feuchte ein mehr als 100facher Anstieg des Widerstandes eintritt.

Prüfmethoden für elektrostatische Eigenschaften

Sicher ist inzwischen klar geworden, daß es verschiedene Wege der Polymermodifikation gibt, um ein Erzeugnis mit reduzierten elektrostatischen Phänomenen im Gebrauch zu erhalten, und daß die Erzeugnisse aus jedem dieser Herstellungsverfahren unterschiedliche charakteristische Eigenschaften besitzen. Obwohl es nicht die Aufgabe dieses Vortrags ist, Testmethoden und Normen zu überprüfen, wäre es doch unangebracht, ohne einen Kommentar zu diesem Punkt zu schließen.

Wir haben schon über den Widerstand gesprochen und festgestellt, daß bei Benutzung einer Feldstärke von 100 Volt/cm normalerweise ein Oberflächenwiderstand von weniger als 10¹⁰ Ohm erreicht werden muß, um bei der herrschenden relativen Luftfeuchte die Wahrscheinlichkeit von elektrostatischen Phänomenen gering werden zu lassen. Trotzdem ist bei der Beschreibung und Messung der zu bestimmenden Gewebeeigenschaft Sorgfalt am Platze.

Es muß zum Beispiel beachtet werden, daß die Wirksamkeit von leitfähigen Fasern je nach der Stoffart unterschiedlich ist. Gewebte Stoffe geben beim Einsatz sehr niedriger Prozentsätze von leitfähigen Fasern normalerweise die besten Ergebnisse. Auch bei gewirkten Stoffen erzielt man mit geringen Zusätzen „Anti-

cling“-Eigenschaften. Aber hier ist die Oberflächenleitfähigkeit schwierig zu messen und normalerweise in der Laufrichtung des Garns am größten. Die elektrische Leitung zwischen benachbarten Fäden ist gering. Einen besonderen Fall stellen die Nadelfilz-erzeugnisse dar. Die Fasern neigen hier dazu, sich zufällig zu orientieren, sodaß die Bedeutung der Oberflächenleitfähigkeit besonders schwer zu beurteilen ist.

Außer der Leitfähigkeit gibt es aber noch andere Mechanismen, die eine Ladungszerstreuung bewirken. So können zum Beispiel, wie schon vorher bemerkt, mit einer Faser aus einem sehr leitfähigen Kern, umgeben von einem isolierenden Mantel, zufriedenstellend statikfreie Gewebe erzeugt werden, obwohl der Oberflächenwiderstand (gemessen bei 100 Volt/cm) hoch ist.

Wenn ein Gewebe mit antistatischen Eigenschaften zu einem Kleidungsstück oder einem technisch-industriellen Erzeugnis verarbeitet worden ist, hängt sein Verhalten im Gebrauch in sehr hohem Maße von der Beschaffenheit und der Art benachbarter Oberflächen, zum Beispiel von anderen Kleidungsstücken oder von Arbeitsflächen, ab.

Alle oben angeführten Faktoren erschweren die Einteilung textiler Gebilde nach der Art und dem Grad der elektrostatischen Phänomene, die sie im Gebrauch zeigen. Daher sollte allgemein akzeptiert werden, daß die Bezeichnung „antistatisch“ nicht ausreichend genug ist, um die große Vielfalt von möglichen elektrostatischen Erscheinungen an kommerziell verfügbaren Textilien in dieser Beziehung zu beschreiben. Möglicherweise könnten Gewebe am besten als „*anti-cling*“, „*antistatisch*“ oder „*vollkommen leitfähig*“ bezeichnet werden.

Ein typisches „*Anti-cling*“-Gewebe besteht zu 100 % bzw. zu einem hohen Anteil aus Naturfasern bzw. einer modifizierten synthetischen Faser mit wasseraufnehmenden Additiven und wird wahrscheinlich unter den meisten Gebrauchsbedingungen einige Vorteile aufweisen. Trotzdem ist der antistatische Schutz bei niedrigeren relativen Feuchten weniger wirkungsvoll, und während es für unkritische Arbeitskleidung vorteilhaft eingesetzt werden kann, wird es da nicht zu gebrauchen sein, wo ein vollkommenes Fehlen von elektrostatischen Ladungen bei allen relativen Feuchten wichtig ist.

Ein typisches „*antistatisches*“ Gewebe enthält einen geringen Prozentsatz an synthetischen Fasern, deren antistatischer Effekt auf ihrer Leitfähigkeit beruht, die nur wenig durch Feuchtigkeit beeinflusst wird; und das ausgesprochen „*leitfähige*“ Gewebe besteht zu 100 % bzw. zu einem hohen Prozentsatz aus solchen Fasern oder aus Metallfasern.

Natürlich hat jede dieser Gewebeklassen ihre speziellen Einsatzgebiete, und paradoxerweise hat die am wenigsten wirkungsvolle *Anti-cling*-Klasse bei weitem den größten Anwendungsbereich. Der Grund dafür ist, daß die mit wasseraufnehmenden Additiven modifizierten Fasern Gewebe ergeben, die den aus Standardfasern hergestellten Geweben am ähnlichsten sind, und daß die erreichte Reduzierung von „*Cling*“ (Kleben) und Funkenbildung für die meisten Anwendungsbereiche der Oberbekleidung ausreicht.

Faserhersteller haben Programme für Waren- und Qualitätskontrollen entworfen, um ein angemessenes

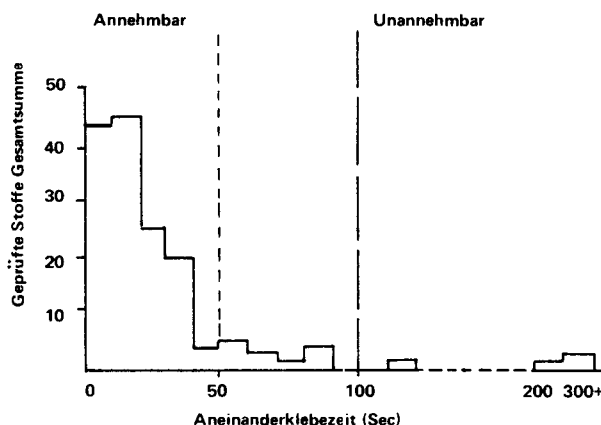


Abb. 5: ICI-„Cling“-Prüfung; Resultate von „Counterstat“-Stoffen

Niveau elektrostatischer Aufladung zu gewährleisten. Es hat sich dabei gezeigt, daß sie zufriedenstellend arbeiten. Abbildung 5 enthält die Ergebnisse von *Cling*-Tests (basierend auf der AATCC-Testmethode 115—1969) an Mustern aus *Counterstat*-Geweben*. Dabei ist vorgeschrieben, daß die Gewebe vor der Prüfung mit der Maschine zu waschen und gründlich zu spülen sind. 97 % aller Gewebe zeigten zufriedenstellende Ergebnisse. Zusätzliche Nachforschungen über die durchgefallenen Gewebe ergaben, daß bei diesen entweder kein *Counterstat*-Nylongarn verwendet worden war oder aber, daß die Gewebe mit einem Material „weichgemacht“ worden waren, das auf die antistatischen Eigenschaften des *Counterstat*-Garns einen nachteiligen Effekt hatte.

Ich hoffe, daß diese kurze Zusammenfassung gezeigt hat, daß Faserlegierungen in diesem Sinne dazu beitragen, die Probleme, die von elektrostatischen Phänomenen verursacht werden, zu überwinden.

Literatur:

- 1) B. Lewis, G. Elbe; *Combustions and Explosions of Gases* — 2nd Ed.; New York, Lander Academic Press 1961
- 2) W. Löbel; *Faserforsch. u. Textiltechn.* **24**, 495 (1973)
- 3) Japan. Text. News, Oktoberheft 1974, S. 63
- 4) V. S. Ellis; TRI Annual Conference, New York, 27. März 1974
- 5) Du Pont de Nemours & Co.; NL 10.184 (1973)
- 6) Du Pont de Nemours & Co.; BE 824.981 und 824.982
- 7) Courtaulds Ltd; GB 1,219.094
- 8) Monsanto; GB 1,139.646; 1,164.750; 1,226.006
- 9) J. E. McIntyre; *Rep. Prog. Appl. Chem.* **59**, 101—102 (1974)
- 10) Du Pont de Nemours & Co.; GB 1,237.589

* „*Counterstat*“ ist das eingetragene Warenzeichen der ICI für ihre antistatischen Fasern.

Diskussion

Herzog: Herzlichen Dank für den Überblick, den Sie über das Gesamtgebiet der antistatischen Fasern gegeben haben. Ihrer Aufforderung, sich möglichst bald und auf internationaler Ebene über gewisse Begriffe, wie „antistatisch“, „nicht leitfähig“ und ähnliches, zu einigen, möchte ich mich anschließen. Auf dem Gebiet der Fußbodenbeläge hat sich ja bereits gezeigt, wie schwierig es ist, wenn einmal derartige Begriffe eingeführt sind, diese durch korrektere Bezeichnungen zu ersetzen, sodaß man bei Verhandlungen auf breiter Basis wenigstens die gleiche Sprache sprechen könnte.

Meckel: Sie hatten bei den Epitropic-Fasern gezeigt, daß ein Mindesteinsatz von 2,5% Zusatzstoff notwendig ist. Bei Stahlfasern müssen wir ungefähr 0,2 bis 0,3% zusetzen. Mich würde nun die Preisrelation der Epitropic- zur Stahlfaser interessieren.

Brown: Diese 2% Zusatz bezogen sich auf Arbeitskleidung, wie etwa Sicherheitskleidung. Für den gewöhnlichen Bedarf würde man mit Zusätzen von 0,03% auskommen. Diese 2% Zusatz stellen sich im Endprodukt genauso hoch wie der Zusatz von Stahlfasern, da sich die Epitropic-Fasern in den Textilprozessen weitaus leichter verarbeiten lassen.

Meckel: Meinen Sie den gleichen Kilopreis oder den Preis für das Fertigprodukt?

Brown: Meine Aussagen bezogen sich auf das Fertigprodukt.

Herzog: Sie sprachen von gewissen Änderungen in den physikalischen Eigenschaften bei antistatischen Polyamid- und Polyesterfasern. Könnten Sie uns sagen, in welche Richtung diese Veränderungen der physikalischen Eigenschaften gehen?

Brown: Im allgemeinen werden die Fasern weicher, die Farbaufnahme erfolgt schneller, die Farbechtheit ist aber etwas geringer, und die Festigkeit wird etwas herabgesetzt, sodaß man immer wieder ein Gleichgewicht zwischen den Nachteilen und Vorteilen halten muß.

Burghardt: Man braucht relativ große Mengen Antistatika, wenn man inkorporiert, weil ja nur die an der Oberfläche angeordneten ihre Wirkung entfalten können. Ich habe mich daher schon öfter gefragt, ob es nicht möglich wäre — ähnlich wie bei der Färbung —, Antistatika reaktiv auf der Oberfläche aufzubringen. Ein ähnliches Verfahren ist ja auch das Orlonisieren der Wolle als Mottenschutz.

Brown: Ja, dieses Verfahren ist durchaus möglich, es handelt sich dabei um eine Behandlung mit Permalos, das man auch dem Farbbad zusetzen kann, wodurch man einen sehr guten antistatischen Effekt erhält. Es beeinflußt allerdings die Farbechtheit, aber nicht sehr stark. Allerdings ist die Beständigkeit geringer, im Vergleich zu eingebauten Antistatika. Diese Ausrüstung ist etwas teuer, da man heißfixieren muß, aber sie ist für Waren aus 100% Polyester durchaus bekannt.

Satlow: Sie sprachen davon, daß ein enger Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und elektrostatischer Aufladung bestünde. Es könnte aus Ihrer Aussage der Eindruck entstehen, daß dies für alle Textilien Gültigkeit hätte. Für Fußbodenbeläge gilt das aber nicht, hier besteht ganz eindeutig kein Zusammenhang zwischen dem elektrischen Widerstand und der elektrischen Aufladung. Ein Beispiel davon ist Polypropylen, das an einer ganz anderen Stelle in der Reihe steht als Polyamid, bei dem selbst bei hoher Ohmzahl (bis 10^{14}) keine Aufladung entsteht, wenn man über den Teppich läuft, weil die entstehende Spannung viel zu gering ist.

Herzog: Bei den textilen Fußböden haben wir es eigentlich besser, denn wir wissen, durch welche Materialien die elektrostatische Aufladung erzeugt wird, ob durch Gummi, durch Kunststoff oder durch Leder. Bei Möbelstoffen wie bei Bekleidungsstoffen ist natürlich die Möglichkeit der zwei Komponenten, die zur elektronischen Aufladung führen, wesentlich größer.

Sinner: Wie groß ist der Oberflächenwiderstand der reinen Epitropic-Fasern?

Brown: Ich habe die Zahl nicht ganz gegenwärtig, würde aber schätzen, daß sie 10^2 oder 10^3 Ohm beträgt (die Gewebeerfläche betreffend).

Meckel: Sie hatten gezeigt, daß Sie für bestimmte Artikel die Bezeichnung „antistatisch“ anhand des Cling-Tests vergeben. Der Cling-Test ist bestechend, er ist sehr einfach, wenn wir an die sonst recht aufwendigen Methoden bei der Teppichprüfung denken. Wir hatten jedoch bei einem Rundversuch nach diesem Cling-Test Ergebnisse erhalten, die mehr als entmutigend waren. Danach fiel die Beurteilung einmal fast gut, das andere Mal ziemlich schlecht aus — das mag aber auch an der mangelhaften Erfahrung mit diesem Test liegen. Sind bei Ihnen in Labors oder bei Firmen ähnliche Rundversuche bekannt und durchgeführt worden, und hat man dabei eine bessere Übereinstimmung erzielen können?

Brown: Wir haben die Methode des AATCC-Tests etwas abgeändert, da wir fanden, daß sich das Reiben, wie darin beschrieben, nicht günstig auswirkte. Wir entluden daher die Gewebestücke mit einem Hochspannungsentladegerät und fanden dabei eigentlich übereinstimmende Ergebnisse. Wir entdeckten nach dieser Methode eine gute Korrelation zwischen Oberflächenwiderstand und Cling-Test, und ich bin gerne bereit, Ihnen diese modifizierte Methode zu zeigen.

Anonym: Sie haben erwähnt, daß sich Additive im Färbebad lösen. Gibt es da nicht Schwierigkeiten bezüglich Farbausbeute und Egalität, oder ist hier eine bestimmte Färbepreparatur empfehlenswert?

Brown: Bei der richtigen Farbauswahl sollten eigentlich keine Probleme auftreten. Auch wäre es möglich, eine bestimmte Nachbehandlung durchzuführen, beispielsweise, wenn es sich um Polyamide handelt. Der Faserhersteller kann entsprechende Empfehlungen geben.

Anonym: Eine Vorbehandlung, beispielsweise um die Antistatika, die Additive, herauszuwaschen, würde nichts bringen?

Brown: Ich würde meinen, daß es gar nicht zu der Herauslösung dieser Additive kommen sollte, und wenn das der Fall ist, dann müßten Sie sich mit den Herstellern ins Einvernehmen setzen.

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.

A-4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5

Tel. 07222/72606 Serie; FS 02 1469

Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG Linz
Korrosionsschutzwerk: Linz, Zamenhofstraße 41

Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern

Dr. Gérard Barbe und Dipl.-Ing. Michel Sieroff
Rhone-Poulenc-Textile, Lyon

Die Chemiefaserproduzenten beginnen, Filamentgarne und Spinnfasern mit Bikomponentenstruktur in größerem Umfang herzustellen.

Es wird zunächst klar definiert, was eine Bikomponentenfaser ist, und auf die sich daraus ergebenden Möglichkeiten hingewiesen. Dann werden die für die Herstellung verschiedener Typen von Bikomponenten-Filamentgarnen und -Spinnfasern anwendbaren Methoden untersucht und die Merkmale der jeweils erhaltenen Erzeugnisse angegeben.

Die bei den Bikomponenten-Filamentgarnen und -Spinnfasern im allgemeinen erhaltene Hauptcharakteristik ist eine stark ausgeprägte Kräuselung, die bei den Spinnfasern zu interessanten Eigenschaften hinsichtlich Griff und Bauschigkeit und bei den Filamentgarnen zu hoher Elastizität und sehr guter Bauschigkeit führen kann.

Bei den Spinnfasern handelt es sich somit um ein Produkt mit verbesserten Eigenschaften gegenüber Erzeugnissen herkömmlichen Typs, mit einem erweiterten Einsatzbereich.

Durch die Filamentgarne erhält man im wesentlichen Erzeugnisse, die mit solchen aus texturierten Fäden konkurrieren können.

Technische und technologische Probleme, die bei der Herstellung dieser Erzeugnisse auftreten, werden ebenfalls in groben Zügen erwähnt, und es wird auf integrierte Verfahren hingewiesen, die ihre Herstellung unter den besten Bedingungen ermöglichen.

Zum Schluß werden die zur Zeit vorhandenen Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern mit ihren jeweiligen Haupteinsatzgebieten zusammengestellt.

Mit dieser neuen Technik können zweifellos auch neue Absatzgebiete erschlossen und Kundenwünsche besser befriedigt werden.

The producers of man-made fibres are beginning to produce more filament yarns and fibres of bicomponent structure.

To start with, the term bicomponent fibre is clearly defined and the possibilities resulting from such fibres are pointed out.

Then the methods applicable for the production of various types of bicomponent filament yarns and fibres are examined and the features of the resulting products are specified.

The main characteristic of bicomponent filament yarns and fibres usually obtained is a very strong crimp which in the case of fibres leads to interesting properties as regards handle and bulkiness and in the case of filament yarns to high elasticity and very good bulkiness.

As regards bicomponent spinning fibres, they are a product of improved properties and a wider range of applications compared to products of the conventional type.

With filament yarns, in general, products are obtained which can compete with texturized threads.

The technical and technological problems occurring during production are also outlined and integrated processes are pointed out which enable their production under optimum conditions.

Finally, an attempt has been made to list all bicomponent filament yarns and fibres available at present together with their respective fields of applications.

With this new technique, no doubt, new fields of applications will be opened up and the customers' requirements will be better satisfied.

Einleitung

Ein Vortrag über die synthetischen Mehrkomponentengarne kann nicht begonnen werden, ohne auf das von der Natur gegebene Beispiel Bezug zu nehmen.

In der Tat ist die Wolle eine Mehrkomponentenfaser. Sie besteht nämlich aus zwei Phasen, dem Ortho- und dem Paracortex, die fest aneinander haften und in Spiralförmigkeit im Längssinn der Faser angeordnet sind. Der Feuchteschrumpfungunterschied zwischen den beiden Komponenten führt zu einer spiralförmigen Kräuselung dieser Faser, die bis in die letzten Jahre hinein die einzige bekannte Bikomponentenfaser geblieben war.

In jüngster Zeit sind jedoch eine Reihe synthetischer Bikomponentenfasern entwickelt worden.

1. Derzeitige Einsatzgebiete

Die den Heften der CIBA-GEIGY 1974 entnommene Tabelle I gibt eine Übersicht über die derzeitige Entwicklung der Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern¹. Wie man daraus ersehen kann, werden Polyamide hauptsächlich als Bikomponenten-Filamentgarne und Acrylnitrile als Bikomponenten-Spinnfasern angeboten.

Als Bikomponenten-Filamentgarne kommen die Polyamide (mit Ausnahme des für Vliesstoffe verwendeten Garns Heterofil von ICI) vor allem für Strumpfwaren zum Einsatz, wie zum Beispiel Cantreco von Du Pont und Monvelle von Monsanto. Diese Garnarten haben sich jedoch erst verhältnismäßig wenig durchgesetzt und stellen nur einen geringen Anteil am gesamten Strumpfwarenmarkt dar. Die Gründe dafür dürften in ihrem hohen Preis und in den auf diesem anspruchsvollen Gebiet in einigen Fällen bestandenen technischen Mängeln liegen.

Die Bikomponenten-Spinnfasern aus Acrylnitril haben zahlreiche Einsatzmöglichkeiten auf dem Wollwarensektor gefunden (rein oder in Mischung mit Wolle), und zwar für Waren wie Handarbeitsstrickgarne oder Florartikel (Pelzimitationen).

Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern aus Polyester trifft man auf dem Markt kaum an. Es ist bekannt, daß sich einige bedeutende Firmen zur Zeit mit dieser Frage beschäftigen. Wir selbst haben eine Faser entwickelt, die rein oder in Mischung mit Wolle oder Baumwolle zu interessanten Möglichkeiten führen dürfte.

2. Terminologie

Es ist theoretisch möglich, Fasern mit mehr als zwei Komponenten, also Mehrkomponentenfasern, herzustellen. Eine Reihe von Patenten beschreibt Methoden zur Herstellung solcher Fasern. In der Praxis ist die gesamte, heute zur Verfügung stehende technische Information jedoch praktisch auf Fasern mit zwei Komponenten beschränkt. Bei diesen unterscheidet man

- sogenannte Bikomponentenfasern und
- sogenannte Bikonstituentenfasern.

Bikomponentenfasern

Wie ihr Name sagt, bestehen diese Fasern aus zwei Komponenten, die in mehr oder weniger deutlich von-

einander getrennten Phasen längs der Faser angeordnet sind. In Abbildung 1 sind alle Varianten dieser Fasertypen schematisch im Querschnitt dargestellt.

Man unterscheidet:

- Seite-an-Seite- (bilamellige) Fasern,
- Fasern mit Mantel und Kern in konzentrischer Anordnung und

Tabelle I: Bikomponentenfasern (Übersicht)

Warenzeichen	Typ	Polymerkomponenten	Form*	Produzent	Einsatzgebiet
Acrilan 57 Acrilan 49, 94	S S S S	auf Basis von Acrylnitril auf Basis von Acrylnitril	S, T S	Monsanto Comp., Decatur, Ala. (USA)	Bi-Loft-Maschenwaren (pillingarm) Bodenbeläge
Beslan (Beslon) Bikomponentenfaser	S S	auf Basis von Acrylnitril	S	Tohc Beslon Co., Mishima (Japan)	
Cambrelle		(siehe Heterofil)			
Cantrece	S S	Polyamid 6.6 modifiziertes Polyamid	F	DuPont de Nemours & Co., Wilmington (USA) und Uentrop (BRD)	Strümpfe und Strumpf- nosen
Cashmilon-conjugate	S S	auf Basis von Acrylnitril	S	Asahi Chemical Industry Co., Tokio (Japan)	
Colback	C/C	Polyester-Polyamid 6		Enka-Glanzstoff B.V. (NL)	Teppichgrund
Courtelle LC latente Kräuselung	S S	auf Basis von Acrylnitril	F	Courtaulds Ltd., Coventry (GB) und Calais (F)	
Creslan 68, 94 Creslan 87, 88, 89	S S S S	auf Basis von Acrylnitril auf Basis von Acrylnitril	S, T S, T	American Cyanamid Co., Cleveland, Ohio (USA)	Teppichgarne
Crilenka	S S	auf Basis von Acrylnitril	S	Cyanenka S.A., Iberenka S.A., Barcelona (E)	Maschenwaren
Euroacril	S S	auf Basis von Acrylnitril	S, T	ANIC S.p.A., San Donato (I)	Samt- und Maschenwaren, Strickgarne, Strümpfe
Exlan conjugate	S S	auf Basis von Acrylnitril	S	Japan Exlan Co., Osaka (Japan)	
Herculon 404	S S	Polyolefin	F, S	Hercules Inc., Wilmington Del. (USA)	Maschenwaren
Heterofil	C/C	Polyamid 6.6-Polyamid 6	S, F	ICI Fibres Ltd., Harrogate (GB)	Vliesstoffe (Cambrelle, Melcel)
Kanebo Nylon-22	S S	Polyamid 6/modifiziertes Polyamid 6	F	Kanegafuchi Spinning Co., Osaka (Japan)	elastische Maschenwaren, besonders Strümpfe
Melcel		(siehe Heterofil)			
Mendel		Polyamid 6/Polyester		Teijin Limited, Osaka (J)	
Monvelle	S S	Polyamid 6/Polyurethan- elastomer	F	Monsanto Comp., Decatur, Ala. (USA)	Strümpfe
Orlon 21 Orlon 23	S/S S/S	auf Basis von Acrylnitril auf Basis von Acrylnitril	S, T T	DuPont de Nemours & Co., Wilmington (USA) und Uentrop (BRD)	Strickgarne, Maschen- waren, Socken (± Sayelle ±)
S-28	M/F	Polyamid 6/Polyester	F	Teijin Limited, Osaka (J)	Reifenkord
Sideria (Kanebo)	C/C	Polyamid 3 x Polyester	F	Kanegafuchi Spinning Co., Osaka (Japan)	
Source	M/F	Polyamid 6/Polyester	S, T	Allied Chemical Corp., Chesterfield, Va. (USA)	Reifenkord, Teppichgarne
Vonnel V-57	S/S	auf Basis von Acrylnitril	S	Mitsubishi Rayon Co., Tokio (Japan)	Maschenwaren

* F = Filamentgarn
S/S = Seite-an-Seite

S = Spinnfaser
C/C = Mantel-Kern

T = tow (Spinnkabel)
M/F = Matrix-Fibrillen

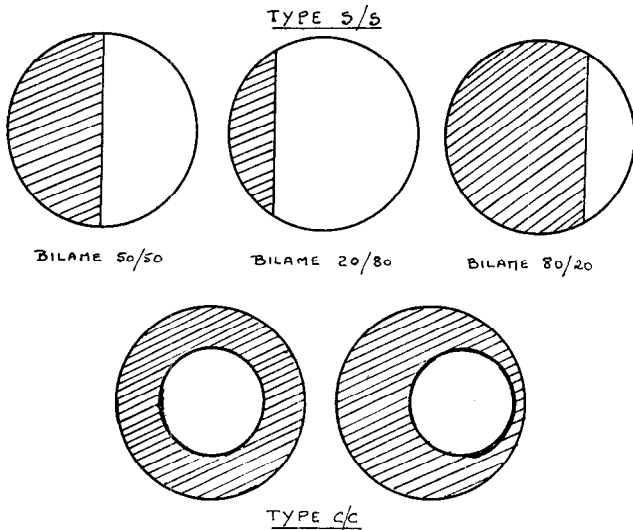


Abb. 1: Querschnitte von Bikomponentenfasern: bilamellig (oben), Kern-Mantel (konzentrisch, links unten), Kern-Mantel (exzentrisch, rechts unten)

- Fasern mit Mantel und Kern in exzentrischer Anordnung.

Es ist natürlich möglich, eine Bikomponentenfaser zu erzeugen, bei der die seitliche Verteilung der beiden Komponenten längs der Faser schwankt. Es können auch Fasern hergestellt werden, die sich aus Mischungen von Bikomponenten mit Homopolymeren zusammensetzen. Die Methoden zur Erzeugung solcher Fasern wurden bereits patentiert.

Bikonstituentenfasern

Diese Fasern bestehen ebenfalls aus zwei Polymeren, die sich jedoch in innigerer Mischung befinden als in den oben beschriebenen Bikomponentenfasern. Eine der Komponenten liegt in bescheidenen Einheiten (z. B. in Fibrillen) vor, die in einer mehr oder weniger durchgehenden Matrix der anderen Komponente eingeschlossen sind. Abbildung 2 zeigt schematisch einen Quer- und einen Längsschnitt dieses Fasertyps.

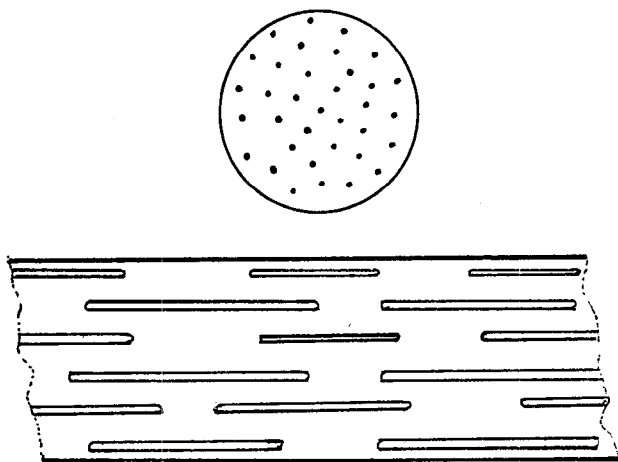


Abb. 2: Schnitte einer Bikonstituentenfaser — MF-Typ (Matrix-Fibrillen); Querschnitt (oben), Längsschnitt (unten)

Die wichtigsten Absatzmöglichkeiten für Bikomponentenfasern liegen zur Zeit jedoch auf dem Gebiet der selbstkräuselnden Fasern. In diesem Falle sind die beiden Komponenten im allgemeinen entweder in der Seite-an-Seite- (bilamelligen) Form oder in der exzentrischen Mantel-Kern-Form vorhanden.

In diesem Beitrag soll besonders auf Bikomponentenfasern vom Seite-an-Seite- und vom Mantel-Kern-Typ, vor allem aber auf Fasern mit Selbstkräuseligenschaften eingegangen werden, die entweder auf dem Spinnfasergebiet in Mischung mit Wolle oder auf dem Gebiet der texturierten Garne (von der Art der fixierten Polyesterfalschdrahtgarne bzw. der Polyamidfalschdrahtgarne), z. B. für Strumpfwaren, eingesetzt werden.

3. Herstellung der Faser

3.1. Technologie des Spinnens von Seite-an-Seite- (bilamelligen) Bikomponentenfasern

In einer großen Anzahl von Patenten und Veröffentlichungen werden die verschiedenen Verfahren und Methoden für die Herstellung von bilamelligen Bikomponentenfasern beschrieben. Diese Verfahren können grob in drei Gruppen eingeteilt werden:

- Gruppe 1: Die beiden Polymeren werden in getrennten Kanälen bis zur Spinndüsenbohrung geführt.
- Gruppe 2: Die Speisung der Bohrungen erfolgt aus einem einzigen Fluß, in dem die beiden Polymeren in Form von abwechselnden Schichten oder in konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Jede Bohrung wird mit beiden Polymeren gespeist. Die beiden Faserkomponenten sind in mehrschichtiger Struktur angeordnet (flache oder zylindrische konzentrische Schichten) und werden ohne Verwirbelung der Spinndüse zugeführt, wobei die Lochreihen an den Grenzflächen der beiden Polymeren liegen.
- Gruppe 3: Die beiden Komponenten sind in der gleichen Weise wie in Gruppe 2 angeordnet, doch liegen die Spinndüsenlöcher nicht unbedingt an den Grenzflächen der beiden Polymeren.

3.1.1. Gruppe 1

Bei diesem Verfahrenstyp werden die beiden Polymeren (in Lösung oder geschmolzen) durch getrennte Kanäle bis an oder ganz nahe an die Spinndüsenbohrung herangeführt. Man kann diese Gruppe jedoch noch in zwei weitere Klassen unterteilen, nämlich

- in Verfahren, bei denen die beiden Polymeren notwendigerweise durch dasselbe Spinndüsenloch laufen (= Vorkoaleszenzverfahren), und
- in Verfahren, bei denen die beiden Polymeren durch zwei verschiedene Löcher der Spinndüse laufen und das Verschweißen der beiden Phasen erst unter der Spinndüse stattfindet (= Nachkoaleszenzverfahren).

Die Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen die verschiedenen Möglichkeiten, die den wichtigsten für die Herstellung von bilamelligen Bikomponenten-Fila-

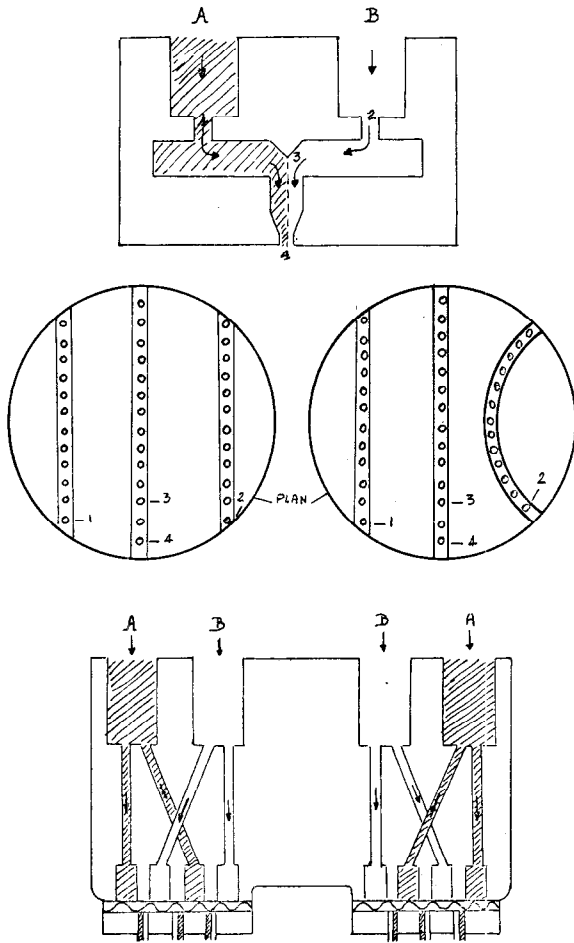


Abb. 3 und 4: Verschiedene Methoden zur Herstellung bilamelliger Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern (schematisch)

mentgarnen und -Spinnfasern anwendbaren Verfahren entsprechen.

3. 1. 2. Gruppe 2

Die Verfahren dieser Gruppe basieren auf der Technik der gemischten Speisung. Die beiden Komponenten werden in einem einzigen Fluß vereinigt, und zwar entweder in Form von parallelen flüssigen Lamellen oder in Form von wechselnden konzentrischen Zylindern (Abb. 5 und 6).

Dieser nichtturbulente Fluß tritt durch die Spinn­düsenbohrungen, die an den Grenzflächen der beiden Polymeren liegen (Abb. 7).

Das Spinnverfahren mit gemischtem Fluß wurde von Fitzgerald und Knudsen² besprochen, die folgende Punkte besonders hervorheben:

- a) Die Polymeren, die sich in Lösung oder in geschmolzenem Zustand im gemeinsamen Fluß befinden, vermischen sich nicht, vorausgesetzt, daß die Strömung nicht turbulent ist. Der zusammengesetzte Fluß der Polymeren kann ohne Änderung der Parallelität bzw. der Konzentrität der beiden Polymerströmungen erweitert oder verengt werden.
- b) Bei im übrigen gleichbleibenden Bedingungen werden die relativen Mengen der beiden Komponenten

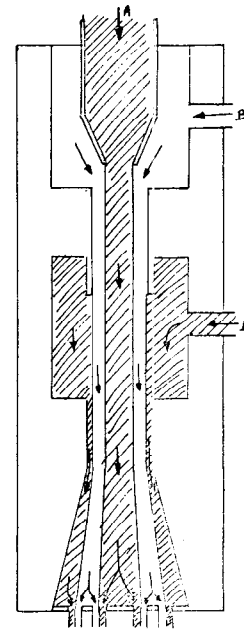


Abb. 5: Schema der Verbindung von zwei Polymerkomponenten durch Verspinnen eines gemischten Flusses

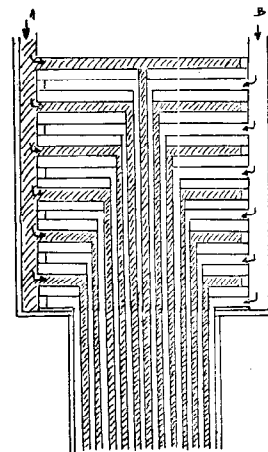


Abb. 6: Herstellung von gemischten Flüssen ohne Turbulenz aus zylindrischen Schichten

in jedem Filament durch die relativen Geschwindigkeiten der jeweiligen Dosierpumpen der beiden Komponenten bestimmt.

- c) Die Anzahl der Lochreihen oder -kreise ist gleich der Anzahl der Grenzflächen zwischen den Polymeren.

3. 1. 3. Gruppe 3

In Gruppe 3 werden Spinn­düsen mit Lochreihen oder -kreisen verwendet, deren Anzahl größer ist als die Anzahl der Grenzflächen des gemischten Flusses der beiden Polymeren. Außerdem erfolgt die Verteilung der Düsenbohrungen planlos und nicht wie in Gruppe 2 in der Weise, daß sie mit den Grenzflächen zusammenfallen.

Der turbulenzfreie Fluß der beiden Polymeren wird extrudiert und bildet Filamente variabler Zusammen-

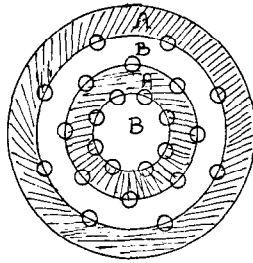


Abb. 7: Spinndüse mit kreisförmig angeordneten Bohrungen an den Grenzflächen im gemischten Fluß

setzung, bei denen der Anteil der Komponenten von 100 bis 0 % und umgekehrt von 0 bis 100 % schwanken kann. Ist der Fluß absolut turbulenzfrei, so ist die Zusammensetzung der Filamente bei einer gegebenen Faser über die Zeit hinweg beständig. Ein turbulenter Fluß würde hingegen zu Fasern führen, deren Zusammensetzung im Längssinn mit der Zeit schwanken könnte.

Die letztgenannten Verfahren haben im Vergleich zu denjenigen der Gruppe 1 und 2 den Vorteil, technologisch einfacher zu sein und eignen sich für die Herstellung von Garnen mit einer bedeutenden Anzahl von Filamenten, die untereinander verschiedene Eigenschaften aufweisen. Die nach diesen Methoden hergestellten Garne besitzen jedoch ein geringeres Bauschvermögen als die Garne der ersten beiden Gruppen.

3.2. Technologie des Spinnens von Mantel-Kern-Bikomponentenfasern

Wie im vorstehenden Fall liegt auch hier eine reichhaltige technische Literatur vor, in der die Verfahren, insbesondere jene mit Spezialspinndüsen, für die Herstellung von Bikomponentenfasern vom Mantel-Kern-Typ beschrieben werden.

Das Spinnverfahren ist bis in die Nähe der Spinndüsen gleich oder sehr ähnlich dem Spinntyp, der den für die

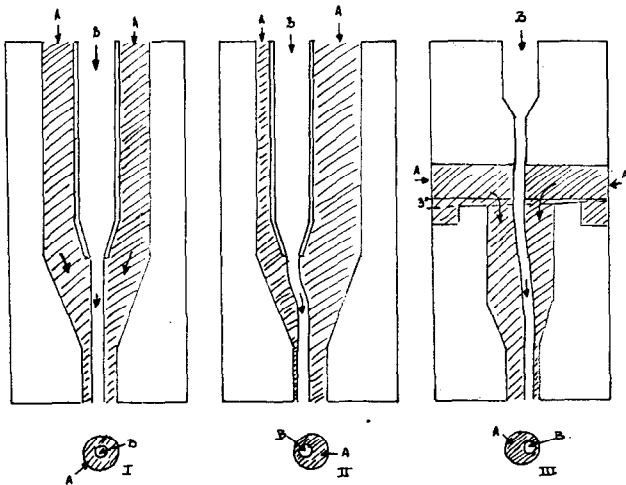


Abb. 8: Prinzip der Konstruktion von Spinndüsen für Fasern vom Mantel-Kern-Typ; Mantel in konzentrischer (I) und in exzentrischer Anordnung (II und III)

bilamelligen Bikomponentenfasern beschriebenen ersten Verfahrensguppen entspricht.

Die beiden in Lösung oder als Schmelzmasse vorliegenden Komponenten kommen an einer in der Nähe der Spinndüsenbohrungen liegenden Stelle an, wo sie vereinigt und anschließend extrudiert werden. In der Praxis erfolgt dieser Arbeitsgang so, daß zunächst das Polymere des Kerns durch eine innere Öffnung extrudiert und dann mit dem zweiten Polymeren wie mit einer Schale umgeben wird. Diese Verbindung wird anschließend durch eine zweite Öffnung nach außen extrudiert. Die Schemata I, II und III der Abbildung 8 zeigen Querschnitte von Spinndüsen einfacher Konstruktion, die zur Herstellung dieses Garntyps dienen.

Im Falle von Polymeren in Lösung gibt es noch andere Verfahren als die der oben erwähnten Kategorie, insbesondere das Extrudieren einer Lösung des ersten Polymeren in ein Fällbad, das aus der Lösung des zweiten Polymeren besteht. Die beiden Lösungsmittel werden in der Weise gewählt, daß das Polymere der Lösung A durch das Lösungsmittel der Lösung B gefällt wird. Die beiden Polymeren koagulieren auf diese Weise infolge Diffusion jedes der beiden Lösungsmittel in der anderen Lösung. Das im Fällbad aufgelöste Polymere bildet um den Kern des extrudierten Polymeren eine Hülle. Diese Methode wird in der US-Patentschrift 3,316.336 beschrieben. Es handelt sich hier um Polyacrylnitril in Dimethylformamid, das in ein Fällbad von wäßrigem Polyvinylhalogenidlatex extrudiert wird.

3.3. Verstreckverfahren und gegebenenfalls Kräusel-auslösung

Wie bei allen Verfahren zur Herstellung der klassischen Homopolymerfasern (Polyamid und Polyester) geht die derzeitige Tendenz für das Spinnen, Strecken

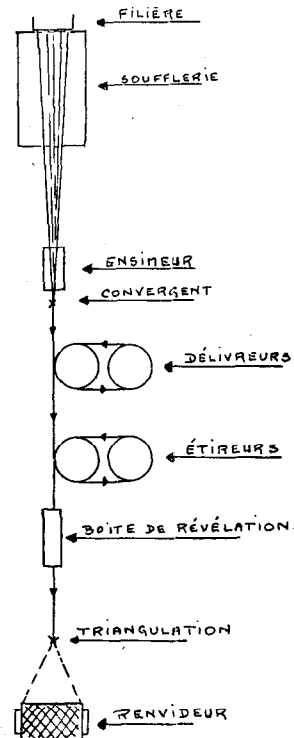


Abb. 9: Schema einer integrierten Hochgeschwindigkeits-spinn-, -streck- und -auslösungsstelle

und Kräuseln der Bikomponentenfasern dahin, diese verschiedenen Arbeitsgänge zu integrieren, und zwar im Falle von Garnen mit verhältnismäßig feinen Titern (≈ 300 dtex) bei schmelzgesponnenen Polymeren oder im Falle von in Lösung extrudierten Polymeren bei Filamentgarn und Spinnfaser.

Das allgemeine Schema eines integrierten Verfahrens dieser Art, das mit schmelzgesponnenen Polymeren angewandt wird, ist in Abbildung 9 dargestellt. Man unterscheidet eine Spinn- und eine Streckzone. Es ist in einigen Fällen notwendig, eine dritte — sogenannte Auslösungszone vorzusehen, um das Bikomponentengarn thermisch zu behandeln und die gewünschte Kräuselung hervorzurufen.

3.4 Die Natur der Komponenten in den Bikomponentenfasern

Die Komponenten werden in sehr verschiedener Weise gewählt, je nachdem, ob es sich um gekräuselt oder um flaches Garn mit besonderen Eigenschaften handelt.

3.4.1. Selbstkräuselnde Garne

In dieser Kategorie kann man noch zwei Unterklassen unterscheiden:

- die aus Polymeren mit unterschiedlichem Wärmeschrumpf hergestellten selbstkräuselnden Garne und
- selbstkräuselnde Garne, deren eine Komponente ein Elastomer ist.

a) Selbstkräuselnde Filamentgarne oder Spinnfasern ohne Elastomerkomponente

In diesem Falle basiert die Kräuselung auf dem Längenunterschied zwischen den beiden Faserbestandteilen (Seite-an-Seite- oder exzentrischer Mantel-Kern-Typ). Dieser Längenunterschied kann entweder schon in der Faser selbst vorliegen oder in latenter Zustand vorhanden sein und durch spätere Wärmebehandlung auf dem Artikel hervorgerufen werden.

Die Auswahl des zu verarbeitenden Polymerpaares wird jedoch in allen Fällen von folgenden Überlegungen bestimmt:

- Die beiden Polymeren sollen unter gleichen Spinnbedingungen eine gleichartige oder kaum unterschiedliche Verstreckbarkeit aufweisen. Falls eine der Komponenten eine geringere Verstreckbarkeit als die andere besitzt, erhält man nach der Verstreckung ein Garn mit spontaner Kräuselung.
- Die beiden Komponenten sollen einen unterschiedlichen Wärmeschrumpf haben, wobei das Polymer mit dem höchsten Schrumpf die geringste Verstreckbarkeit besitzen soll. Dieser Punkt ist verhältnismäßig wichtig, wenn man zwischen dem Verstrecken und dem Auslösen der Kräuselung eine Umkehrung des Kräuselungssinnes vermeiden will, die der Gleichmäßigkeit des Garns schaden würde.
- Die Schrumpfkraft der Komponente mit dem höchsten Schrumpf soll groß genug sein, um die Entwicklung der Kräuselung zu ermöglichen.
- Bei der Herstellung von bilamelligen Bikomponentenfasern müssen die beiden Komponenten fest

miteinander verschweißt sein, und die Wahl der Polymeren soll in der Weise getroffen werden, daß diese Bedingung auch erfüllt wird.

b) Selbstkräuselnde Filamentgarne oder Spinnfasern mit Elastomerkomponente

In diesem Falle wird die Wahl der Polymeren durch die Verträglichkeit des nichtelastischen Polymeren mit dem elastischen Polymeren bestimmt. Wärmeschrumpfbedingungen sind nicht mehr in Betracht zu ziehen, da die Kräuselung allein auf dem elastischen Rücksprung der Elastomerkomponente basiert.

3.4.2. Andere Filamentgarne oder Spinnfasern

Unabhängig von den oben beschriebenen Verwendungsmöglichkeiten, die das wichtigste Absatzgebiet der Bikomponentenfasern darstellen, gibt es besondere Entwicklungen flacher Garne mit speziellen Eigenschaften, zum Beispiel von Garnen des konzentrischen Mantel-Kern-Typs, bei denen der Mantel geschmolzen werden kann, während der Kern nicht berührt wird. Mit Hilfe dieser Garne können auf einigen Einsatzgebieten (z. B. im Teppichgrund) punktförmige Verbindungen erzielt werden.

In dieser Garnkategorie sind zahlreiche Variationsmöglichkeiten denkbar, beispielsweise von konzentrischen Mantel-Kern-Garnen mit antistatischem oder gefärbtem Mantel, verbesserter Feuchtigkeitsaufnahme usw. In diesem Fall wird die Wahl der Komponenten allein durch die gewünschten Eigenschaften des Mantels und die Verträglichkeit der Mantelpolymeren mit dem Kernpolymeren bestimmt.

4. Eigenschaften der Bikomponenten-Filamentgarne und -Spinnfasern

4.1. Selbstkräuselnde Filamentgarne und -Spinnfasern

Es sei auf die wichtigsten Merkmale bezüglich der Kräuselung und der sie bestimmenden Parameter hingewiesen:

4.1.1. Kräuselung

Die Kräuselung hängt allein von der relativen Länge der beiden Komponenten ab. Dieser relative Längenunterschied kann auf verschiedenen Stufen der Garnherstellung erhalten werden.

- *Bei der Verstreckung:* Die beiden Polymeren können einen unterschiedlichen Verstreckbarkeitsgrad aufweisen, der sofort zu einem unterschiedlichen sofortigen elastischen Rücksprung führt. Daraus geht eine erste Kräuselung mit im allgemeinen niedriger Frequenz und geringer elastischer Erholung hervor.
- *Nach der Wärmebehandlung:* Es kann notwendig sein, den Schrumpfunterschied zwischen den beiden Komponenten während einer thermischen Behandlung durch heiße Luft oder durch heißen Dampf auszulösen.
- *Durch thermische Behandlung* während des Fixierens, wenn die Kräuselung in der Faser latent vorhanden ist. Letztgenannte Möglichkeit erleichtert in manchen Fällen die Verarbeitung dieser Fasern, insbesondere auf dem Maschenwarenssektor.

In allen Fällen bleiben die theoretischen Grundlagen der Kräuselung gleich, das heißt, die wichtigsten Faktoren, die bei der Kräuselung eines Bikomponentengarns mitspielen, sind nach ihrer Bedeutung geordnet folgende:

- a) die unterschiedlichen Schrumpfgrade der beiden Komponenten,
- b) der Schrumpfkraftunterschied zwischen den beiden Komponenten,
- c) der Modulunterschied zwischen den beiden Komponenten,
- d) die Form des Faserquerschnitts und die relative Lage der Komponenten sowie
- e) der allgemeine Garndurchmesser.

In der Fachliteratur sind zahlreiche Analysen hierüber veröffentlicht worden. Diese führen zwar nicht zu einer Formel, die alle vorher genannten Parameter berücksichtigt, jedoch wurde von Fitzgerald eine Formel angegeben, die die annähernde Berechnung des Krümmungsradius der untersuchten Kräuselung ermöglicht:

$$\frac{1}{R} = \frac{K}{h} \cdot C_p \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

- R = Krümmungsradius der Kräuselung
- K = Konstante, die vom Verhältnis der Schrumpfkraft der beiden Komponenten und vom Modul der beiden Bestandteile abhängt
- h = Garndurchmesser
- $\frac{\Delta L}{L}$ = Differentialschrumpfgrad zwischen den beiden Bestandteilen
- C_p = Faktor, der unter anderem von den relativen Mengen der beiden Komponenten und von deren Verteilung im Faserquerschnitt abhängt

Aus dieser Gleichung geht hervor, daß die Krümmungsänderung dem Schrumpfunterschied zwischen den beiden Komponenten proportional und dem Fasertiter umgekehrt proportional ist. Außerdem zeigt sie, daß der relative Anteil der beiden Komponenten ebenfalls von Bedeutung ist.

Für die meisten bekannten Anwendungen, vor allem, was unsere eigene Fabrikation betrifft, werden die beiden Komponenten jedoch in gleicher Menge eingesetzt. Daraus ergibt sich, daß bei einer gegebenen Faser mit einem genau bestimmten Komponentenpaar und Titer die Kräuselung von der Verteilung der beiden Komponenten über den Querschnitt abhängt.

Die Schemata in Abbildung 10 veranschaulichen die verschiedenen Möglichkeiten im Falle von bilamelligen Bikomponentenfasern, und wir haben durch Versuche feststellen können, daß — wenn die Komponente A den größten Schrumpf aufweist — die Kräuselungsfrequenz der drei in dieser Abbildung dargestellten Garne von Schema a bis Schema c hin zunimmt.

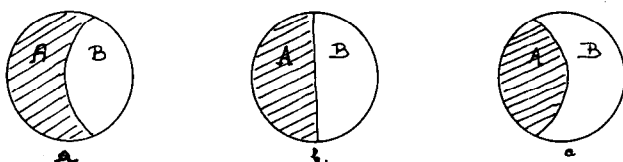


Abb. 10: Filamentquerschnitte; Verteilung der beiden Komponenten in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Viskosität

Es sei auch darauf hingewiesen, daß — unabhängig von den in der Formel wiedergegebenen Faktoren — die jeweiligen Moduli der beiden Komponenten von sehr großer Bedeutung sind; vor allem wenn der außerhalb der Krümmung liegende Bestandteil einen sehr hohen Modul aufweist, kann man trotz eines wesentlichen Schrumpfunterschiedes zwischen den beiden Bestandteilen eine verhältnismäßig geringe Kräuselung erhalten. Darüberhinaus sei vermerkt, daß ungeachtet der Art der Komponenten und bei sonst gleichen Bedingungen eine asymmetrische Anordnung der Komponenten im Schnitt zu einer Verbesserung der Kräuselung führt.

Das vorstehend Gesagte bezieht sich im wesentlichen auf Komponentenpaare, die keine Elastomerkomponenten enthalten. Bei Vorhandensein einer Elastomerkomponente ist außer den vorerwähnten Parametern der die Kräuselung bestimmende Grundparameter natürlich die Elastizität der Elastomerkomponente, das heißt

- ihre Dehnbarkeit und
- ihre Rücksprungkraft.

Wie dem auch sei — wenn sich die Kräuselung einer Bikomponentenfaser absolut frei entwickeln könnte, würde sie die Form einer flachen spiralförmigen Kurve annehmen. Der Radius der Kurve entspräche dabei dem Kräuselungsradius R, und die Anzahl der Windungen würde durch die Formel

$$\text{Länge der Faser} = 2\pi R$$

wiedergegeben.

In der Praxis entwickelt sich die Kräuselung nicht ganz ohne Spannung; die Kräuselung der bilamelligen Bikomponentenfaser nimmt je nach der einwirkenden Spannung die Form von mehr oder weniger häufigen Spiralen an. Man erhält auf diese Weise eine Faser, die abwechselnd spiralförmige Segmente mit S- oder Z-Dehnung aufweist. Die Anzahl der Umkehrungen hängt im besonderen von den Spannungszonen im Längssinn ab.

4.1.2. Bauschigkeit

Definiert man die Bauschigkeit einer gekräuselten Faser nach ihrem Vermögen, einen bestimmten Raum auszufüllen, so kann eine Bikomponentenfaser eine sehr bauschige Faser ergeben. Um jedoch dieses Ziel zu erreichen, wie zum Beispiel bei fixierter Falschdrahttexturierung, genügt es nicht bloß, eine Faser mit hoher Kräuselungsfrequenz zu besitzen, es müssen auch die verschiedenen, das Garn bildenden Filamente so gestaltet sein, daß sie sich nicht mit den Nachbarfilamenten verschlingen und ein spiralfederartiges Garn bilden, das keinerlei Bauschigkeit aufweist.

Im Falle der fixierten Falschdrahttexturierung wird eine hohe Bauschigkeit erhalten, da die Kräuselungsfrequenz von einem Filament zum anderen an einer gegebenen Stelle nicht die gleiche ist. Hingegen sind im Falle der Bikomponentenfasern und bei den Verfahren, bei denen jedes Spinndüsenloch durch die beiden Polymeren in gleicher Weise gespeist wird, die

Kräuselungsfrequenzen aller Filamente theoretisch gleich. Es kann also vorkommen, daß die Filamente die gleiche Kräuselung annehmen, wodurch dem Bikomponentengarn dann jegliches Volumen fehlt.

Dieser Fehler hat unter anderem zweifellos die Entwicklung der Bikomponenten-Filamentgarne bzw. -Spinnfasern im Vergleich zu den nach anderen Verfahren texturierten Garnen gehemmt. Zur Überwindung dieser Schwierigkeit wurden zahlreiche Versuche durchgeführt, die im besonderen darin bestanden, die Kräuselung von einem Filament zum anderen an einer gegebenen Stelle des Garns zu verwirren. Ein solches Ergebnis kann unter Berücksichtigung der vorerwähnten Formel

- a) durch eine unterschiedliche Speisung der verschiedenen filamentbildenden Spinndüsenlöcher oder
- b) durch unterschiedliche Querschnittsformen von einem Filament zum anderen usw. erhalten werden.

4. 1. 3. Vergleich der Bikomponentengarne mit anderen texturierten Garnen

Ist die vorstehende Bedingung erfüllt, das heißt, weisen die Bikomponenten-Filamentgarne bzw. -Spinnfasern eine wirre Kräuselung auf, so können sie zu Garnen führen, die den durch andere Verfahren texturierten Garnen sehr ähnlich sind, und zwar sowohl hinsichtlich der Kräuselungsfrequenz (20—30 Halbbogen/cm) wie auch der Bauschigkeit. Besonders in bezug auf die dynamometrischen Eigenschaften werden mit Bikomponentengarnen die gleichen Ergebnisse erhalten wie mit anderen texturierten Garnen im allgemeinen.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß bei einigen gut ausgewählten Polymerpaaren die Kräuselungsbeständigkeit des Bikomponentengarns höher ist als die von auf herkömmliche Art texturierten Garnen, im besonderen von Falschdrahtgarnen. Wir konnten zeigen, daß ungeachtet der auf das Bikomponentengarn ausgeübten Kraft die Kräuselung erhalten bleibt, ja sich sogar durch mechanische Auslösung bei Verstreckung der Faser bis zu ihrem Reißpunkt entwickelt.

4. 2. Andere Filamentgarne und Spinnfasern

Im Abschnitt über die derzeitigen Einsatzgebiete sind Beispiele für die Herstellung von anderen als selbstkräuselnden Fasern angegeben. Im allgemeinen hängen die Eigenschaften dieser Fasern jeweils von der dafür festgelegten Verwendung ab.

Die erste unter diesen Fasern war die von ICI entwickelte Faser „Heterofil“. Die wichtigste Eigenschaft dieser Faser ist die Möglichkeit, den Mantel bei einer Temperatur schmelzen zu können, bei der die Seele intakt bleibt. Diese Möglichkeit wird für das Verschmelzen der Filamente untereinander durch Wärmebehandlung als Ersatz für andere Bindeverfahren, wie Weben, Nadeln usw., ausgenutzt.

Wir haben schon darauf hingewiesen, daß es auf diesem Gebiet natürlich theoretisch möglich ist, Garne aller Kategorien (d. h. Garne mit verbesserten anti-statischen Eigenschaften des Mantels, mit verbesserter Anfärbbarkeit, verbesserter Feuchtigkeitsaufnahme usw.) zu entwickeln. Die einzige Bedingung für die Herstellung solcher Fasern ist die richtige Wahl der beiden Polymere, bei denen nicht nur das Mantelpolymere die gesuchte Eigenschaft aufweisen soll,

sie müssen sich miteinander auch gut vertragen, das heißt nach dem gleichen Verfahren versponnen und einwandfrei miteinander verschweißt werden können.

5. Bikonstituentenfasern

In mehreren Patenten wird die Herstellung von Bikonstituentenfasern, das heißt von Fasern, in denen ein Polymeres in der Matrix eines zweiten Polymeren mehr oder weniger fein dispergiert ist, beschrieben. Die Mischung der beiden Polymeren wird geschmolzen und speist eine Spinnöse vom herkömmlichen Typ.

In den Patenten BP 1,069.993 und 1,061.552 (Kurashiki Rayon) wurden verschiedene Mischungen vorgeschlagen. Es wird hier jeweils eine Bikonstituentenfaser aus Polyamid/Polyolefin beschrieben, in der das Polyolefinpolymere im Polyamid nach dem Verstrecken in Fibrillenform eingeschlossen ist.

Ein Beispiel dieses Fasertyps stellt die Faser „Source“ dar, die aus einer Nylon 6-Matrix besteht, in der Polyäthylenterephthalatfibrillen eingeschlossen sind. Diese Faser wird von der Firma Allied Chemical Ltd. hergestellt. Die Anteile der beiden Komponenten können schwanken. Die Polyesterfibrillen bilden im allgemeinen 10 % der Mischung. Die Fibrillen haben einen mittleren Durchmesser von 0,1 μ bei Filamenttitern von 4 den.

Bei einer Mischung von 50:50 neigen die Polyesterfibrillen dazu, Anhäufungen zu bilden, und bei noch höheren Konzentrationen kommt es zu umgekehrten Erscheinung, das heißt, man erhält eine Bikonstituentenfaser, in der der Polyester die Matrix darstellt und die Fibrillen aus Nylon bestehen.

Die Polyesterfibrillen haben in der Nylonfaser folgende Wirkungen:

- Sie erhöhen den Modul der Nylonfaser (20 % Polyester verdoppeln praktisch den Modul der Faser).
- Sie reduzieren deren Feuchtigkeitsaufnahmevermögen.
- Sie erschweren ihre Anfärbbarkeit.
- Sie verbessern ihre Eignung für Reifenkord.
- Sie erleichtern das Texturieren.
- Sie führen zu einer Faser mit besonderem Glanz.

6. Zukunftsaussichten

6. 1. Bikomponentenfasern

Das „Bikomponentenverfahren“ (Mantel-Kern- oder Seite-an-Seite-Typ), das die Verbindung von Polymeren mit unterschiedlichen Merkmalen und damit die Herstellung von gekräuselten sowie von flachen Garnen mit äußerst verschiedenartigen Eigenschaften ermöglicht, dürfte sich unserer Meinung nach in Zukunft noch weiterentwickeln.

Die gekräuselten Filamentgarne dürften sowohl auf dem Gebiet der Strumpfwaren als auch auf dem der texturierten Garne ganz allgemein (zur Zeit nach dem Falschdrahtverfahren) einen bedeutenden Aufschwung nehmen, da ihre Herstellung im Rahmen eines integrierten Verfahrens mit hoher Geschwindigkeit möglich ist, was mit den derzeitigen Falschdrahtverfahren noch nicht in Betracht gezogen werden kann.

Auf dem Gebiet der Falschdrahttexturierung, insbesondere bei der Friktionstexturierung, können auf Grund der in jüngster Zeit vorgenommenen Verbesserungen Geschwindigkeiten von 800 bis 1000 m/min angestrebt werden. Diese Stufe ist zur Zeit jedoch noch nicht erreicht, und Geschwindigkeiten von 3000 bis 4000 m/min erscheinen kaum denkbar.

Die Bikomponentenverfahren berechtigen jedoch schon jetzt zu der Hoffnung, die vorgenannten Leistungen zu erreichen, vorausgesetzt, daß die Polymerpaare entsprechend gewählt und Thermofixierverfahren mit hoher Geschwindigkeit entwickelt werden.

Wir glauben daher, daß ein solches Gebiet notwendigerweise Zukunftsaussichten hat und zu „Produktions“-Texturierverfahren mit geringeren Lohnkosten als bisher führen wird.

Auf dem Gebiet der Spinnfasern in Spinnbad- oder Schnittfaserform bestehen ebenfalls Weiterentwicklungsmöglichkeiten. Man kann nämlich — vor allem mit Polyester — Fasern mit Kräuselungs- und Bauschigkeitseigenschaften herstellen, die jenen der nicht in unbeschränkten Mengen zur Verfügung stehenden Wolle ähneln. Bedeutende Entwicklungen einer bilamelligen Bikomponentenfaser vom Polyestertyp in Mischung mit Wolle oder mit normalem pillarmem Polyester haben schon begonnen. Ich möchte Ihnen hier gleich eine solche Faser vorstellen. Es ist dies unsere Type 403, die Rhone Poulenc Textile bereits mit Einzeltitern von 2 dtex für Schnittfasern und 3,3 dtex für Schnittfasern und Schnittkabel auf den Markt bringt. Diese Fasern sind vorerst halbmatt lieferbar, wir beabsichtigen aber, unsere Palette auf 6,7 dtex und gröbere Titer in nächster Zeit zu erweitern. Diese Fasern können ohne Carrier bei 98°C gefärbt werden und sind pillarm.

Darüberhinaus gibt es noch andere Entwicklungsmöglichkeiten, beispielsweise mit Acrylfasern in Mischung mit herkömmlichen Fasern (Fasern vom Typ 21 — Sayelle und Orlon 23 und 27 von Du Pont) für das Teppichgebiet.

6. 2. Bikonstituentenfasern

Die Entwicklung der Bikonstituenten-Filamentgarn- oder -Spinnfasertypen ist nicht so klar vorgezeichnet wie die der erstgenannten Gruppe, insbesondere auf dem Einsatzgebiet der gekräuselten Garne. Nichtsdestoweniger ist dieser Technologie, die eine bedeutende Diversifizierung der heute auf dem Markt vorhandenen Polymeren ermöglicht, sehr wahrscheinlich eine beachtliche Entwicklung vorbehalten, aber jede Faser wird dabei einem besonderen Problem und einem speziellen Bedarf entsprechen, wie dies zum Beispiel bei der Faser „Source“ der Fall ist.

Es ist daher schwierig, die Zukunftsaussichten dieser Produktklasse näher zu bestimmen.

Literatur:

- 1) R. Jeffries: "Bicomponent Fibres", CIBA-GEIGY-Hefte 1974
- 2) W. E. Fitzgerald und J. P. Knudsen; "Bulk, Stretch and Texture" (ed. P. W. Harrison), The Textile Institute, Manchester, 1966, S. 134

Die Anwendung von Hochmodulfasern in Mischung mit anderen Fasern

Professor Dipl.-Ing. Wilhelm Herzog, Wien

Der Ausbau der Textilbetriebe in den Entwicklungsländern zwingt die westeuropäische Textilindustrie dazu, ihre Produktion auf Erzeugnisse auszurichten, die entweder kurzfristig aktuell der Mode angepaßt sind oder ein großes Maß an "Know-how" beinhalten. Das Streben sollte dahin gehen, die Vorteile europäischer Faserrohstoffe auszunutzen, um in verstärktem Maß Baumwollartikel durch solche aus Chemiefasern zu ersetzen. Hierfür bietet sich die Hochmodulfaser an. Mischungen von Hochmodul- mit Polyesterfasern stellen hier eine interessante Möglichkeit dar. Fasertypen und Mischungsverhältnisse sind den für den jeweiligen Artikel gewünschten Eigenschaften anzupassen.

Spinnereien und Webereien müssen ihr Produkt immer aktiver zu gestalten suchen und sich in verstärktem Maß mit der Weiterentwicklung der Artikel sowie der nachgeschalteten Stufen befassen.

Vor- und Nachteile verschiedener Mischungen von Hochmodulfasern mit Polyesterfasern werden aufgezeigt, ebenso wie deren Anwendungsmöglichkeiten.

The expansions of textile industry in the developing countries forces the West European textile industries to orientate their production towards articles which are either temporarily up-to-date or contain a great deal of know-how. It should be the objective to utilize the advantages of European fibre raw materials and to increasingly replace cotton articles by products made of man-made fibres. This is where the high-modulus fibre comes in. Blends of high-modulus fibres with polyester represent an interesting possibility. Type of fibre and blending ratio must be adapted to the requirements of each article.

Spinning and weaving mills must increasingly turn to active diversification of their products and deal to a larger extent with the development of products and the technology of finishing methods.

The advantages and disadvantages of different blends of high-modulus fibres with polyester fibres are shown and their applications are discussed.

Nach den Jahren der Rezession und nach trüben Erfahrungen ist die westeuropäische Textilindustrie dabei, neue Konzepte zu erstellen. Dafür erscheint es notwendig, die Situation der westeuropäischen Textilindustrie, insbesondere im Hinblick auf die im Entstehen begriffene Textilindustrie der Entwicklungsländer, zu beleuchten. Die Entwicklungsländer haben einen jährlichen Bevölkerungszuwachs zwischen 5 und 10 %. In Westeuropa beträgt dieser derzeit etwa 0,68 % pro Jahr.

Die westeuropäische Textilindustrie kann als eine hochentwickelte Industrie bezeichnet werden, deren Zielsetzung darin besteht, mit möglichst wenig Arbeitskräften ein möglichst hohes Produktionsvolumen zu erreichen. Der Preis hierfür ist ein hoher Kapitaleinsatz.

Die Textilindustrie der Entwicklungsländer befindet sich derzeit in einem sehr starken Aufbaustadium.

Abbildung 1 zeigt den Export von Textilmaschinen aus der Bundesrepublik Deutschland, aufgeteilt nach Exporten in Industrieländer, Entwicklungsländer und Staatshandelsländer. Die Zahlen für 1975 wurden aus dem 1. Halbjahr 1975 extrapoliert.

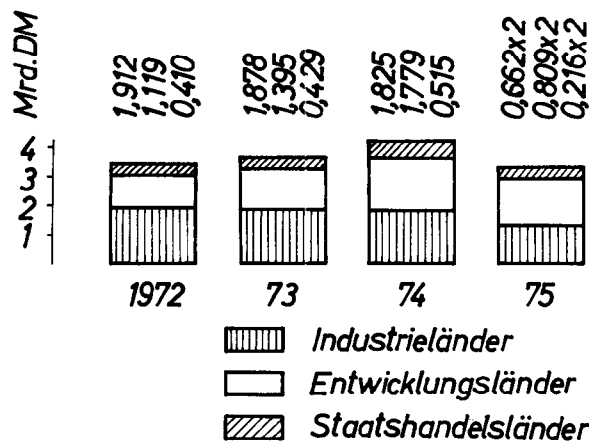


Abb. 1: Der Export von Textilmaschinen aus der BRD

Aus der Aufstellung ist zu ersehen, welcher hoher Anteil in den letzten Jahren in die Entwicklungsländer ging. 1975 wurden bereits mehr Textilmaschinen in die Entwicklungsländer geliefert als in die Industrieländer. Im ersten Halbjahr 1975 betrug der Absatz an Spinnereimaschinen, Zwirnmachines und Spulmaschinen dort dreimal soviel wie der im gleichen Zeitraum in den Industrieländern.

Man sollte nun meinen, daß der Ausbau der Textilindustrie in den Entwicklungsländern einerseits dazu dienen sollte, den hohen Bedarf an Textilien in diesen Ländern zu decken, und andererseits dazu, Arbeitsplätze für die rasch wachsende Bevölkerung zu schaffen.

Die Textilmaschinen, die in die Entwicklungsländer geliefert werden, sind die gleichen hochentwickelten und weitgehend automatisierten Maschinen, die auch in den Industrieländern installiert werden. Der gewünschte sozialpolitische Effekt, nämlich die Arbeitsplatzbeschaffung, wird mit derartigen Maschinen jedoch kaum erzielt.

Im Gegenteil, nicht selten muß von den Industrieländern auch noch das Personal erstellt werden, um die Maschinen bedienen zu können. Für diesen Sprung in die hochentwickelte Technik fehlt es ja dort an hochqualifizierten Arbeitskräften, die auch durch noch so rigorose Ausbildungspläne in kurzer Zeit nicht herangebildet werden können.

In den Entwicklungsländern entsteht dadurch statt einer personalintensiven Textilindustrie eine kapitalintensive Industrie. Statt den hohen Eigenbedarf zu befriedigen, werden dann, um sich die dringend benötigten Devisen zu beschaffen, die Textilien in die Industrieländer exportiert. Mit dieser Importflut an Textilgut, meist von geringem Qualitätsstandard und weit unter den europäischen Gestehungskosten, sieht sich heute die Textilindustrie der Industrieländer konfrontiert.

Was die Rohstoffsituation betrifft, so ist es nahelie-

gend, daß jene Entwicklungsländer, die über eigene Naturfaserstoffe verfügen, bestrebt sind, diese auch selbst zu verarbeiten. Während beispielsweise bei Sisal und allmählich auch bei Jute die Eigenverarbeitung bereits vollzogen ist, macht sich diese Tendenz auch bei Baumwolle immer stärker bemerkbar. Daneben wird in diesen Ländern aber auch die Chemiefaserindustrie laufend ausgebaut.

Aus dieser Situation die Konsequenz einer Strukturveränderung der Textilindustrie in den Industrieländern abzuleiten halte ich für falsch. Auf lange Sicht gesehen, kann eine Stabilität der Sozialstruktur in den Entwicklungsländern nur erzielt werden, wenn die Kapazität ihrer Textilindustrie dazu verwendet wird, den hohen, ständig steigenden Eigenbedarf zu befriedigen. Wir können es uns einfach nicht leisten, die Kapazität unserer Textilindustrie abzubauen, da ja auch wir — bei einer gedämpften Steigerung der Zuwachsraten der industriellen Produktion und laufender Rationalisierung — Arbeitsplätze benötigen.

Die durch die Ölversorgung belasteten Außenhandelsbilanzen gestatten es uns auch nicht, so wichtige Bedarfsgüter wie Textilien vorwiegend aus Importen zu beschaffen. Gegenwärtig muß sich jedoch die Textilindustrie Westeuropas der gegebenen Situation anpassen. Bei den hierfür zu erstellenden Konzepten wird man sich an den positiven Gegebenheiten orientieren. Diese sind:

- das geistige Potential der Mitarbeiter,
- die hochentwickelte Technik,
- die Marktnähe, und — nicht zuletzt —
- die hochentwickelten textilen Rohstoffe der europäischen Chemiefaser- und Textilhilfsmittelindustrie.

In letzter Zeit wurde mehrfach der Begriff „intelligente Produkte“ geprägt. Auch ich möchte ihn verwenden und verstehe darunter Produkte, zu deren Konzeption, Ausführung und Vermarktung ein hohes Maß an geistiger Potenz notwendig ist. Das hohe Maß an geistiger Potenz versteht sich nicht nur für das technische Know-how, sondern auch für das Marketingkonzept, einschließlich Verkaufsförderung, Mode, Kundendienst und Aktualität.

Der geistige Inhalt eines „intelligenten Textilproduktes“ umfaßt auch das geistige Potential des Rohstoffes sowie der Textilhilfsmittel. Erst die kumulierende Wirkung der geistigen Potentiale in allen Stufen der Planung, Herstellung und Vermarktung des Produktes führt zu einer echten Optimierung. Ein gutes Beispiel, wie man „intelligente Produkte“ herstellt und vermarktet, hat uns die Chemiefaserindustrie in den letzten 20 Jahren vorgeführt. Sie hat nicht nur hochwertige Faserstoffe entwickelt und erzeugt, die jeweils den aktuellen Bedürfnissen und Anforderungen gerecht wurden, sondern in ihren Anwendungstechniken auch die Konzepte für die Weiterverarbeitung dieser Faser entwickelt.

Mit dieser Marketingstrategie, und hier vor allem mit ihrer Markenpolitik, hat sie uns unter anderem vorgezeigt, wie man die Qualität der „intelligenten Produkte“ verwertet, erhält und auch dem Konsumenten aufzeigt.

In den letzten Jahren war die Chemiefaserindustrie durch die Preissituation bei Chemiefasern teilweise

gezwungen, auf dem Gebiet der Anwendungstechnik und Verkaufsförderung ihre Aktivität zu reduzieren. Hier sollte nunmehr die Textilindustrie einspringen und Konzepte erstellen.

Das Konzept der Chemiefaserindustrie ist auf jeden Textilbetrieb übertragbar. Es umfaßt

- die Produktentwicklung,
- die hochrationalisierte Herstellung,
- die Anwendungstechnik für den Abnehmer und
- eine Marketingstrategie, die für die Aktualität sorgt und die Qualität des Produktes bekannt macht.

Gerade das zuletzt Genannte erscheint mir von besonderer Bedeutung zu sein — wird aber heute sehr vernachlässigt. Manchmal gewinnt man den Eindruck, daß der Preis eines Produktes das einzige Argument der Marketingstrategen ist. Hier sollte man in der europäischen Textilindustrie bedenken, welche kooperativen Aktionen möglich sind, um Qualitätsprodukte von den Niedrigqualitäten zu unterscheiden.

Wenn ich nunmehr zum Thema meines Referats komme, so habe ich den Vorteil, daß dieses infolge der derzeit hohen Baumwollpreise besonders aktuell ist.

Immer, wenn der Baumwollpreis im Steigen ist, zeigt die Textilindustrie sehr großes Interesse, die Baumwolle durch anderes zu ersetzen. Auf lange Sicht sollte dieses Interesse jedoch nicht nur vom Baumwollpreis abhängen, man sollte vielmehr versuchen, möglichst viele Artikel auf der Basis der in den Industrieländern vorhandenen Rohstoffe zu entwickeln. Es ist auch nicht zu erwarten, daß der Baumwollpreis zu dem der vor der Hausse zur Jahreswende 1973/74 bestand, wieder zurückfindet.

Der starke Bevölkerungszuwachs in den Entwicklungsländern führt zu einer Verknappung der lebenswichtigen Nahrungsmittel, wodurch deren Preise eine steigende Tendenz aufweisen. Ein Absinken der Baumwollpreise würde zur Folge haben, daß die Anbauflächen für den rentableren Getreide- oder Sojabohnenanbau genutzt würden. In manchen Baumwollanbauländern sind Bestrebungen im Gange, Baumwollager anzulegen, um Preisschwankungen auszugleichen. Durch solche dirigistische Maßnahmen würde sich der Baumwollpreis sicherlich für lange Zeit auf ein höheres Niveau einpendeln.

Durch den Trend, die Baumwolle in den Anbauländern selbst zu verarbeiten, wird allmählich das Angebot im Handel geringer und der Preis höher werden.

Schließlich ist auch für die Zukunft mit einem weiteren Qualitätsabfall bei Baumwolle zu rechnen, weil das manuelle Pflücken der Baumwolle immer seltener wird, da man immer mehr zur Maschinenpflückung übergeht.

Langstapelige Baumwolle für den Feingarnbereich ist inzwischen geradeso wie die Wolle — zu einer Exklusivfaser für einige wenige Luxusartikel geworden. Zum Ersatz der Baumwolle durch Chemiefasern ist folgendes zu sagen:

- In Waren, bei denen die Baumwolle durch die normale Viskosefaser ersetzbar war, ist diese Substitution bereits vor Jahren vollzogen worden.
- Die Entwicklung der Modalfasern hat eine weitere

Substitution der Baumwolle mit sich gebracht. Etliche Artikel, die früher aus Baumwolle hergestellt worden sind, fertigt man heute mit großem Erfolg aus Modalfasern, eventuell auch aus Mischungen von Modalfasern mit Baumwolle an.

Der wesentliche Vorteil dieser Baumwoll/Modal-faser-Mischung ist vom heutigen Baumwollpreis aus gesehen eine Verbilligung der Faserstoffkosten, die umso größer ist, je höher die Garnfeinheit ist. Darüberhinaus führt der Modalfaseranteil zu einem besseren Warenbild, zu einer brillanteren Färbung und zu einer besseren Farbbeständigkeit beim Waschen.

- Für den Ersatz von Baumwolle durch Synthefasern gilt das gleiche. Auch hier ist die Substitution dort, wo sich eindeutig Vorteile ergeben haben, schon vollzogen worden.
- Der stärkste Einbruch in den Baumwollsektor gelang den Mischungen Polyester/Baumwolle in den bekannten Mischungsverhältnissen 67/33 und 50/50. Groß ist deren Anteil bei Hemdenstoffen, Blusenstoffen, Kleiderstoffen, Regenmantelstoffen und Arbeitskleiderstoffen, etwas geringer der bei Bettwäsche und Tischwäsche, die bereits sehr gerne aus diesen Mischungen hergestellt werden.

Nachteilig hierbei ist der noch immer vorhandene Baumwollanteil, der entweder eine hochwertige kardierte Baumwolle oder eine gekämmte Baumwolle sein muß. Bei vielen Regenmantel-, Kleider- und Anzugstoffen ist man daher auf die Mischung Polyester/Viskose, meist im Verhältnis 70/30, übergegangen.

Will man jedoch zur Verbesserung der Trageeigenschaften dieser Stoffe den Anteil an quellfähigen Viskosefasern erhöhen, so ist die normale Viskosefaser wegen ihrer geringeren Formstabilität und aus anderen Gründen nicht mehr der richtige Mischungspartner für die Polyesterfasern.

Hier bewährt sich die Hochmodulfaser. Sie ist formstabil und schon vom Zugkraft/Dehnungsverhalten her sowohl im trockenen als auch im nassen Zustand der ideale Mischungspartner für die Polyesterfaser. Hochmodulfasern können auch in größeren Mengen beigemischt werden. Bewährt haben sich, je nach Artikel, die Mischungen 50/50 bis 70/30 Hochmodul/Polyester. Die hohe Quellfähigkeit der Hochmodulfaser bewirkt in Stoffen daraus ein besonders gutes Tragegefühl.

Gegenüber Baumwolle ergeben sich folgende Vorteile:

- rationellere Verarbeitung, gleichmäßigeres, reines Warenbild, verbesserte Haltbarkeit, erhöhte Lebensdauer, verbesserte Knittererholung, Pflegeleichtigkeit, bessere Farbbrillanz sowie bessere Farbbeständigkeit beim Waschen.
- Nicht zuletzt entscheidet auch der Preisvorteil, der sich umso mehr bemerkbar macht, je feinfädiger der Artikel ist.
- Eine Maßstabilität beim Waschen von $\pm 1\%$ kann bei diesen Waren leicht erreicht werden.
- Die Trageeigenschaften sind jenen von Baumwollgeweben praktisch gleich. Bei Leibwäsche, bei der

es auf die Saugfähigkeit besonders ankommt, empfehlen sich Mischungen mit höherem Anteil an Hochmodul. Die positiven Effekte der Mischung wirken sich besonders bei leichteren, feinfädigen Geweben aus. Derartige Gewebe kosten gegenüber reinen Baumwollgeweben weniger und halten länger.

Pflegeleicht ausgerüstete Baumwollhemdenstoffe zeigen nach 20 Wäschen zum Teil bereits erhebliche Schäden. Trageversuche an Hemden aus 67/33 Hochmodul/Polyester wurden nach der 120. Wäsche abgebrochen, wobei keinerlei Schäden sichtbar waren. Die hohe Haltbarkeit — auch bei geringerem Warengewicht — führt infolge der geringeren Waschkosten zu einer bedeutend höheren Wirtschaftlichkeit, was sich besonders bei der Bettwäsche für Hotels, Pensionen, Spitäler usw. auswirkt.

Bei der Entwicklung von Artikeln aus der Mischung Hochmodul/Polyester muß man von der Konstruktion her das Optimum anstreben und nicht einfach einen Baumwollartikel nachahmen wollen, dann wird man einen neuen Artikel mit neuem Aussehen und Griff sowie mit verbesserten Eigenschaften erhalten. Was vor allem den Griff betrifft, sollte man nicht den Fehler begehen, den Griff des Baumwollgewebes als Optimum anzusehen. Mit dem neuen Artikel wird auch ein neuer Griff präsentiert.

Zum Abschluß meines Referats möchte ich Ihnen die Ergebnisse verschiedener anwendungstechnischer Arbeiten bringen. Diese Arbeiten wurden von der Anwendungstechnik der Chemiefaser Lenzing AG durchgeführt und mir freundlicherweise für mein Referat zur Verfügung gestellt.

Abbildung 2 vergleicht den **Flächenschrumpf** dreier Gewebe ohne Schrumpffreiausrüstung aus den Mischungen Baumwolle/Polyester 50/50, normale Viskosefaser (Viscolen)/Polyester 50/50 und Hochmodul/Polyester 50/50 in Abhängigkeit von der Zahl der Wäschen. Man erkennt, daß auch ohne Schrumpffreiausrüstung die Mischung Hochmodul/Polyester eine deutlich geringere Maßänderung aufweist als die Mischung mit normaler Viskosefaser.

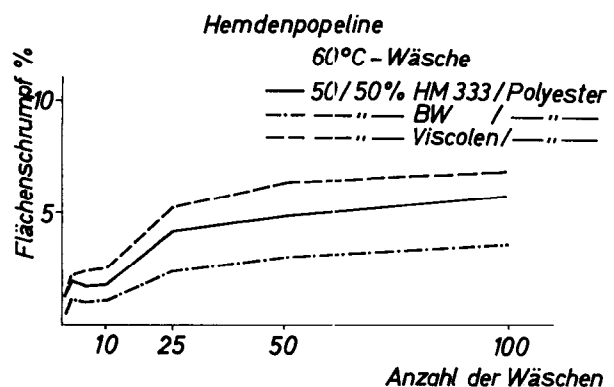


Abb. 2: Der Flächenschrumpf verschiedener Hemdenpopeline in Abhängigkeit vom Mischungspartner

Das nächste Bild (Abbildung 3) zeigt die **Farbveränderung** nach 60°C-Wäschen bei Hemdenstoffen aus reiner Baumwolle sowie bei solchen aus der Mischung Baumwolle/Polyester 50/50 und Hochmodul/Polyester 50/50. Die Farbveränderung ist beim Baumwollgewebe

am größten und beim Gewebe aus Hochmodul/Polyester am geringsten.

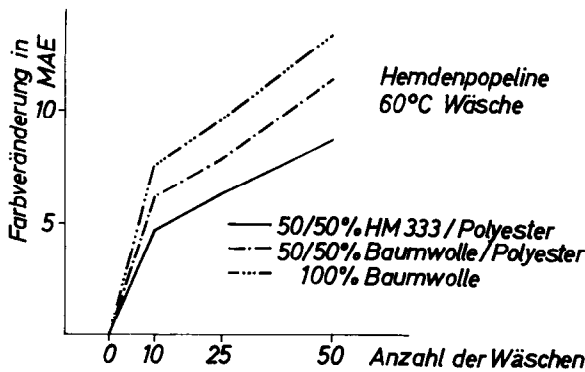


Abb. 3: Die Farbveränderung in Abhängigkeit von der Gewebezusammensetzung

Die **Haltbarkeit** von Hemdenstoffen aus 100 % Baumwolle sowie von jenen aus verschiedenen Mischungen von Hochmodul/Polyester ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Haltbarkeit wurde einerseits durch eine Scheuerprüfung am Accelerotor im Labor gemessen und andererseits durch die Auswertung eines großangelegten Trageversuches. Man erkennt, daß die Haltbarkeit bis zu einem Anteil von etwa 40 % Hochmodul im Gewebe gleich bzw. viel höher als jene der Hemdenstoffe aus reiner Baumwolle ist.

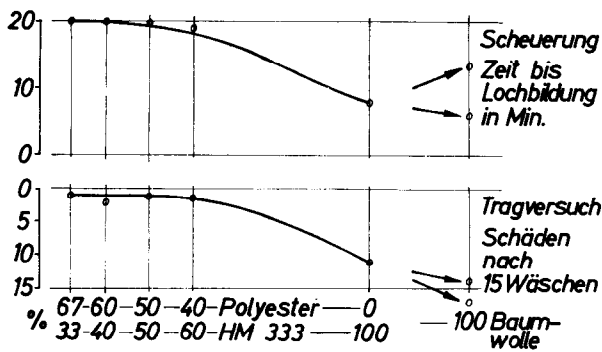


Abb. 4: Die Haltbarkeit von Hemdenstoffen in Abhängigkeit von der Gewebezusammensetzung bzw. vom Mischungsverhältnis

Nun noch eine zusammenfassende Darstellung verschiedener Eigenschaften von Hemdenstoffen aus Baumwolle und solchen aus den verschiedenen Mischungen von Hochmodul/Polyester (Abbildung 5). Die einzelnen Eigenschaften wurden als prozentuale Anteile des jeweiligen Maximalwertes aufgetragen. Im oberen Teil werden die Gewebe ohne Ausrüstung, im unteren Teil solche mit einer Wash- und Wear-Ausrüstung angeführt. Man erkennt, daß im Bereich der Mischung 50/50 bis 67/33 Hochmodul/Polyester keine der Eigenschaften extrem niedrig ist und daß diese Mischung das gleichmäßigste Verhalten zeigt.

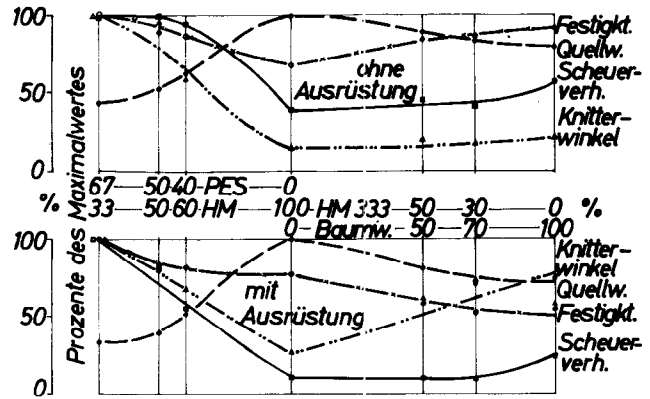


Abb. 5: Übersicht über die Eigenschaften von Hemdenstoffen aus reiner Baumwolle sowie aus verschiedenen Mischungen

Diskussion

Winter: Sie sprachen die Mischung Baumwolle/Modalfasern an und haben unter anderem das bessere Warenbild von Stoffen daraus erwähnt. Meiner Meinung sollte man das nicht verallgemeinern, es können nämlich, wenn diese Artikel echt gefärbt werden sollen, verursacht durch die unterschiedliche Farbaffinität von Baumwoll- und Polynosicfasern, Probleme auftreten. Die Ware wird eine gewisse Schüttrigkeit aufweisen. Sicher wird auch die Provenienz der Faser eine Rolle spielen, denn es gibt Fasern, die sich günstiger verhalten; aber diesen Mischungen sind eben für verschiedene Einsatzgebiete Grenzen gesetzt.

Welche Möglichkeiten sehen Sie, dieses Problem zu umgehen?

Herzog: Ihre Meinung bezieht sich natürlich nur auf unigefärbte Waren, und damit kommen wir ja wieder in den Problembereich des vorangegangenen Vortrags, nämlich zur Gleichmäßigkeit der Mischung. Ich muß ehrlich sagen, ich kenne dieses Warenproblem nicht, wenn die Mischung exakt durchgeführt wurde.

Winter: Ich hatte in letzter Zeit Untersuchungen dieser Art durchzuführen, und nach meiner Erfahrung machen sich die Unterschiede in der Anfärbbarkeit bei Indanthren- und Reaktivfarbstoffen sehr stark bemerkbar, sodaß die Ware auch bei gleichmäßiger Mischung etwas schüttrig wirkt.

Herzog: Sie sollten sich da mit den Anwendungstechnikern, die diese Fasern auf den Markt bringen, zusammensetzen, um die richtige Farbstoffauswahl zu treffen.

Winter: Das tun wir auch. Meine Erfahrungen beziehen sich hauptsächlich auf Polynosicfasern.

Herzog: Ich bin von Modalfasern ausgegangen und habe mich dann vor allem auf Hochmodulfasern beschränkt, da hier meine Erfahrungen liegen.

Jančarik: Welche Möglichkeiten sehen Sie, um den Griff der Stoffe aus Hochmodulfasern zu verbessern, wie das in letzter Zeit über Fasern der 2. Generation, zum Beispiel über Avril 2, publiziert wurde? Welche Möglichkeiten bietet die Strukturkräuslung der Hochmodulfasern?

Welche Möglichkeiten sehen Sie weiters in Gemischen mit Acrylfasern für Trikotagewaren?

Herzog: Selbstverständlich läßt sich der Griff durch die Faserfeinheit, durch verschiedene Ausrüstungen oder durch die Kräuslung sehr stark beeinflussen. Ich wollte aber hervorheben, daß ich keine Notwendigkeit sehe, die Baumwolle als das Ideal bzw. als das Optimum anzusehen. Man könnte umgekehrt einmal von der "Soft-Line" sprechen, denn es ist ja auch die Zeit des Vatermörders vorbei. Selbstverständlich können Sie auch mit

diesen Geweben durch Ausrüstung und andere Faktoren jede Art Griff erzielen — und zwar vom weichsten bis zum härtesten —, das brauche ich hier wohl in keiner Weise zu erörtern.

Auf Grund Ihres Kraft-Dehnungsverhaltens ist die Hochmodulfaser der ideale Mischungspartner für Polyester und auch für Baumwolle. Die Eigenschaften der Acrylfaser liegen nicht ganz auf dieser Ebene, und man müßte diese Mischung erst erproben.

Studt: Ich hätte nur noch einen ganz generellen Beitrag zur Anfärbbarkeit von Baumwoll/Zellwollmischungen: Die Wasseraufnahmefähigkeit der Zellwolle ist ja größer als die der Baumwolle, und damit hängt natürlich auch die unterschiedliche Färbegeschwindigkeit und die Anfärbbarkeit zusammen. Ich glaube, man kann hier nie ganz auf einen Nenner kommen.

Zur Frage über Avril 2: Man kann heute durch eine besondere Spinntechnik eine Hochmodulfaser mit einer sehr starken Kräuselung machen und erhält dadurch einen Griff, der noch stärker dem der Baumwolle gleicht als bei Zumischung einer normalen Hochmodulfaser. Dieses Problem wird aber immer wieder auf die Frage hinauslaufen, ob man lieber einen etwas weicheren oder einen etwas härteren Griff auf den Markt bringen will. An und für sich hat die Modalfaser keine Nachteile, nur der Griff ist etwas anders.

Die Hochmodulfaser bringt eine ganze Reihe wertvoller Eigenschaften mit, beispielsweise ist ihr E-Modul weitgehend dem der Polyesterfaser angepaßt — daher die guten Mischeigenschaften —, und dann noch ihr wichtigster Vorteil vielleicht, der Preis, der weit unter dem der Baumwolle liegt.

Winkler: Unter den Vorzügen der Hochmodulfaser erwähnten Sie auch eine leicht verbesserte Scheuerfestigkeit bei Geweben daraus. Wie sieht es mit diesbezüglichen Garneigenschaften aus, beispielsweise hinsichtlich Schlingenscheuerfestigkeit und Kantenscheuerfestigkeit?

Herzog: Ich habe Baumwollgewebe mit den Mischungen Hochmodul/Polyester verglichen — und darauf bezieht sich diese Aussage und nicht auf Garne aus 100% Hochmodul. Hier ist die Haltbarkeit des Gewebes wesentlich günstiger, und das gleiche trifft natürlich auch für das Garn zu. Ich habe noch nie gehört, daß es irgendwelche Schwierigkeiten gab, weder bei Mischungen im Verhältnis 50 : 50 oder 67 : 33.

Winkler: Ich denke hier speziell an Nähgarn.

Herzog: Das ist natürlich ein Spezialeinsatz, für den keine Erfahrungen vorliegen.

Studt: Selbst bei Geweben aus 67% Hochmodul/33% Polyester kann man einen normalen Hemdenstoff mindestens 120mal waschen, bevor es zu einer Lochbildung kommt.

Herzog: Wir haben mit unseren Waschversuchen beim 120. Mal aufgehört, aber da war noch lange keine Rede von einer Lochbildung.

Studt: Ich wollte damit ja nur andeuten, daß diese Eigenschaften für die Hausfrauen bei normaler Wäsche völlig ausreichen.

Hackbusch: Wir haben die Vorteile dieser Fasern für Bettwäsche erkannt und sind auf dem Damastsektor sehr groß eingestiegen. Wir konnten die Ware aber trotzdem nicht auf den Markt bekommen — vor allem nicht wegen der Vorurteile, die im Handel immer noch gegen den Oberbegriff „Zellwolle“ vorherrschen.

Wenn Sie außerdem an die Qualifikationen von Damast denken: da gibt es den gewöhnlichen Damast, den Brokatdamast und den Edelbrokatdamast — das sind genormte Begriffe, die es unmöglich machen, ein anderes Fasermaterial als Baumwolle unter diesen Namen in den Markt einzuführen. Der Hebel müßte einmal in diesen Ausschüssen angesetzt werden, damit man diese Hürden überspringen kann.

Herzog: Die Diskriminierung durch den Überbegriff „Zellwolle“ sollte durch das neue Textilkennzeichnungsgesetz überwunden werden. Die Hochmodulfaser läuft ohnedies nicht unter dem Begriff „Viskose“, weil der der Zellwolle vorbehalten ist, sondern abgeordnet unter dem Namen „Modal“.

Wenn ich als Konsument dies beobachte, so sind sehr viele Waren aus der Modalfaser auf dem Markt, und ich habe das Gefühl, daß der Verbraucher den Begriff „Modal“ — obwohl er nicht weiß, was es ist — als etwas Neues und Besseres akzeptiert. Sollte nur ein Käufer fragen, worum es sich dabei handelt, so wird der informierte Verkäufer eine exakte Erklärung abgeben, während der uninformierte höchstens sagt: „Ich weiß es nicht.“ — Und daraus sieht der Käufer schon, daß es etwas Neues ist.

Ich kann mir wirklich nur schwer vorstellen, daß ich einen Damast nicht als Damast bezeichnen soll, bloß weil er beispielsweise aus 67% Hochmodul und 33% Polyester hergestellt ist — das würde doch im Grunde der klassischen Warenkunde widersprechen.

Thater: Ist bei diesen hohen Anteilen von Modal- bzw. Polynosicfasern eine Harzausrüstung erforderlich?

Verträgt das Material eine Merzerisage, oder ist diese überflüssig, da ohnehin eine Glanzneigung vorhanden ist?

Herzog: Die Harzausrüstung hängt natürlich vom Modalanteil ab, aber auch von der Warenart selbst. Wenn Sie einen Wash- and Wear-Artikel mit einem Anteil von 67% Modalfasern herstellen wollen, dann würden wir eine Harzausrüstung empfehlen, die Sie natürlich auch wieder variieren können, je nachdem, was Sie wollen. Eine Merzerisage würde ich nicht für notwendig halten, das ist natürlich wieder ein Vorteil. Wenn Sie das Merzerisieren nur für den Glanz brauchen, können Sie auch glänzende Fasern einsetzen, wollen Sie aber die Merzerisage wegen ihrer egalisierenden Wirkung, dann ist Laugieren sicher möglich.

Thater: Ändern sich nicht die Scheuerverhältnisse, wenn man mit Harzausrüstungen arbeitet?

Herzog: Sicherlich, aber Sie müssen ja wieder mit dem Artikel aus reiner Baumwolle vergleichen. Das letzte Dia hat die Verhältnisse sowohl mit als auch ohne Wash- and Wear-Ausrüstung gezeigt.

Anonym: Sie haben Haushaltsstoffe und Hemdenstoffe geprüft. Gibt es auch für diese Mischungen Erfahrungen im Jeansbereich?

Herzog: Wir haben dies zwar nicht geprüft, doch sehe ich hier keine Probleme. In der Anwendungstechnik wurden natürlich extreme Verhältnisse überprüft, zum Beispiel Batiste mit hohen Garn-einheiten. Sie dürfen aber auch nicht vergessen, daß der Baumwollpreis noch nicht sehr lange so hoch ist wie jetzt, daher hat man sich vorher auf jene Artikel gestürzt, für die die Hochmodulfaser auch bei niedrigem Baumwollpreis noch einen Preisvorteil geboten hat. Erst durch den hohen Baumwollpreis sind die grobfädigen Artikel von Interesse geworden; nur könnte ich mir vorstellen, daß es hier im Grunde keine Probleme gibt.

Sie dürfen jedoch eines nicht vergessen: Der größte Vorteil der Hochmodulfaser ist der Preis — und den wollen Sie ja im Grunde ausnützen. Wenn trotzdem mit einer Faser mit einem derart niedrigen Preis solche hohe anwendungstechnische Leistungen erbracht wurden, so empfinde ich das als sehr wichtig und interessant. Ich glaube jedoch, daß für diese Faser anwendungstechnische Arbeiten in dem Umfang, wie sie vor 10 Jahren bei Polyester bei dem gesegneten, schönen Preis gemacht wurden, ganz einfach nicht nötig sind.

Keller: Wenn man Artikel in der Mischung Hochmodul bzw. Modal mit Polyester so herstellt, daß der Polyesteranteil unter 50% liegt, muß man auch dann noch eine Thermofixierung der Polyesterfasern durchführen? Wenn ja, würde das doch die Kosten ebenso wie die Harzausrüstung erheblich belasten!

Herzog: Ja, Sie haben recht, eine Heißfixierung wird doch notwendig sein.

Rauch: Gibt es Erfahrungswerte darüber, welches Mischverhältnis bei Baumwolle/Polynosics für Leibwäsche das beste wäre?

Herzog: Erstens möchte ich feststellen, daß ich mit Polynosics wenig Erfahrung habe, sondern nur mit Hochmodul.

Absichtlich habe ich die Hälfte meines Vortrages gar nicht dem angekündigten Thema gewidmet, sondern wollte vielmehr herausstellen, daß das, was die Chemiefaserindustrie früher in die Anwendungstechnik und in die

Produktentwicklung investiert hat, auf die Textilindustrie übergehen sollte und müßte. Sie müssen daher auf alle Fälle umdenken.

Während man früher von seiten der Chemiefaserhersteller eine ganze Palette von Artikeln vorgelegt bekam und nur zu wählen brauchte, welchen man davon ins Produktionsprogramm aufnehmen wollte, und dann erhielten sie — damit nichts passiert — die entsprechenden Herstellungsanleitungen dazu, so muß ich sagen, daß diese Zeiten — meiner Meinung nach — heute vorbei sind. Ich glaube, daß die Textilindustrie in diesen Arbeitsanteil heute selbst einsteigen muß. Sie muß selbst Produkte entwickeln und Anwendungstechnik betreiben.

Und damit komme ich zur direkten Beantwortung Ihrer Frage: Das müssen Sie im Grunde selbst erproben. Ich kann nur sagen, es ist möglich, wir haben es untersucht, die Voraussetzungen sind vorhanden, vor allem für Leibwäsche, bei der es auf die Saugfähigkeit ankommt, bei der vom Trageverhalten und vom Tragegefühl her die Verhältnisse interessant sind.

Wir dürfen nicht vergessen, daß sich diese sehr schöne Mischung — 67 % Hochmodul/33 % Polyester — bisher nur bis zu einem gewissen Prozentsatz durchgesetzt hat. Und jetzt müßte eigentlich die Textilindustrie klären, warum sie sich nicht weiter durchgesetzt hat. Warum trägt nicht jeder hier im Saal seine Kleidung aus diesem Mischungs-

verhältnis? Warum tragen so viele von Ihnen 100 % Baumwolle?

Thater: Die Antwort darauf, warum der Verbraucher versucht, seinen Kleidungsbedarf durch Naturfasern zu decken, heißt einfach „Bekleidungsphysiologie“.

Herzog: Ich glaube, die Chemiefaserindustrie hat hier etwas über das Ziel hinausgeschossen. Man hat lange Zeit versucht, die Bekleidungsartikel aus 100 % Synthefasern anzubieten. Ich erinnere mich noch an einen Vortrag hier in englischer Sprache, in dem ein Vergleich von Baumwoll- und Wollsocken mit Nylonsocken referiert wurde, wobei man feststellte, daß zwischen diesen verschiedenen Sorten beim Tragen überhaupt kein Unterschied bemerkt wurde. Ich habe mir damals erlaubt, dieses Argument heftigst zu kritisieren.

Daher auch mein Glaube, daß man hier etwas übers Ziel geschossen hat. Wir müssen heute natürlich sehr vorsichtig sein, denn es existiert derzeit in Europa der Trend „Zurück zur Natur“, den wir ganz deutlich verfolgen können. So ist beispielsweise bekannt, daß die Sisalindustrie neu belebt wird und Aufträge erhält, die Juteindustrie kommt kaum mit der Produktion nach, Möbelbezugsstoffe aus Leinen sind wieder gefragt, und auch die Jeanswelle — die einfache Bekleidung vor allem der Jugend — bestätigt diese Tendenz, und das müssen wir irgendwie aufzufangen versuchen.

Mischungsfreudige Chemiefasern — Herstellung und Qualität von Spinnfasermischgarnen

Dr.-Ing. Wolfgang T o p f
Enka Glanzstoff AG, Wuppertal

Die Naturfasern Wolle und Baumwolle sowie die Chemiefasern werden gemischt. Das Wort „Mischen“ kann dabei sowohl die Mischung einer Faserart in sich als auch die Mischung von verschiedenen Faserarten miteinander beschreiben. Die Technologie, nach der diese Prozesse ablaufen, wird diskutiert. Die einzelnen Spinnverfahren können nach verschiedenen Systemen unterteilt werden und als kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Prozeß ablaufen.

Neben verschiedenen Spinnereiplänen zur Herstellung von Mischgarnen werden der Ballenabbau und die Mischanlagen betrachtet. Das Verarbeitungsverhalten von Spinnfasern sowie die Qualität und deren Parameter für Spinnfasermischgarne werden untersucht. Anhand ausgewählter Beispiele werden die Auswirkungen von Spinnfasermischungen auf einige Textilien behandelt. Durch die Spinnfasermischungen gelingt es, eine breite Palette verschiedener Textilien zu optimieren.

The natural fibres wool and cotton and the modern man-made fibres are widely blended. „Blending“ in this connection means both the blending of one type of fibre in itself and the blending of different types of fibres. The paper discusses the technology of both blending methods. Spinning methods are classified according to the principle they follow and may be either continuous or discontinuous.

In addition to spinning-plans for various types of blending yarns the paper describes bale supply to opening and blending machines. Processing properties and quality of blended yarns as well as their quality parameters are studied. With reference to some typical examples the effects of fibre blends on the properties of finished textile articles are described. Fibre blending allows optimisation of a wide range of different textiles.

1. Einleitung

Einer der ältesten Lehrsätze der Spinnereitechnik lautet:

„Die Kunst des Spinnens liegt im Mischen.“

Mit dem Aufkommen der Chemiefasern hat sich dieser Lehrsatz zwar von seinem ursprünglichen Sinn entfernt, der Kern ist jedoch erhalten geblieben. Früher waren es im wesentlichen die verschiedenen Baumwoll- und Wollprovenienzen und -qualitäten, die gemischt wurden. Dieses Mischen erfolgte aus mehreren Gründen, beispielsweise, um entweder

- einen möglichst gleichmäßigen Rohstoff zu erhalten oder um
- die jahreszeitlich und klimatisch bedingten Schwankungen im Rohstoff auszugleichen, oder um
- den beabsichtigten Artikel besonders preisgünstig zu machen, oder auch um

- über die Auswahl von Faserfeinheiten und -längen den gewünschten Artikel vom Griff, vom Glanz oder von der Farbe her zu beeinflussen.

Mit der Entwicklung der Chemiefasern kam ein neues, immer breiteres Anwendungsfeld des Mischens auf. Kaum 50 % des Weltfaserbedarfs lassen sich heute noch durch Naturfasern decken. Langfristig wird sich dieses Verhältnis weiter zugunsten der Chemiefasern verschieben.

Bei der ursprünglichen Entwicklung der Chemiefasern galt es, die Naturfasern nachzuahmen bzw. sich ihnen anzupassen. Ihre „Machbarkeit“ — daher der Begriff „man-made fibre“ — ermöglichte eine Entwicklung, die zu den modernen Chemiefasern führte. Diese Entwicklung wurde von der Gestaltung der Eigenschaften wie Reiß- und Scheuerfestigkeit, Pflegeleichtigkeit, Glanz, Farbe und Farbaufnahme, Schrumpfung, Profilierung u. a. m. getragen. Mit den genannten Eigenschaften konnten die Chemiefasern einerseits einen eigenen Textilweg gehen und andererseits die Naturfasern sehr sinnvoll ergänzen. Es begann eine fruchtbare Partnerschaft der beiden Fasergruppen in den Filament- und Spinnfasermischgarnen sowie in den daraus hergestellten Flächengebilden.

Die „Mischungsfreude“ der Chemiefasern äußert sich in der Vielfalt von Mischgarnen, die nach unterschiedlichen Spinnverfahren und -plänen hergestellt werden. Durch die Spinnfasermischung gelingt es, die breite Palette der verschiedenen Textilien zu optimieren.

2. Die Herstellung von Spinnfasermischungen

Die Herstellungsverfahren von Spinnfasermischungen lassen sich beispielsweise folgendermaßen aufgliedern:

- a) nach der Faserlänge — in die Kurz- und Langfaser-spinnerei,
- b) nach der Garnfeinheit — in die Fein- und Grobgarnspinnerei,
- c) nach der — traditionsgemäß versponnenen — Faserart — in die Baumwoll-, Woll- und Schappe-spinnerei,
- d) nach der Verarbeitungstechnik — in die kontinuierliche und die diskontinuierliche (partielle) Spinnerei,
- e) nach dem Maschinenpark — in die Dreizylinder-, Kammgarn-, Halbkammgarn- und Streichgarnspinnerei.

Es wurde folgender Vorschlag zur Definition der Spinnfasergarne erarbeitet:

A. Dreizylindergarn (Ring- oder Rotorgarn):

Spinnfasergarn aus kardierten, eventuell gekämmten, parallelisierten Spinnfasern bis zu ca. 60 mm Länge, gegebenenfalls bis zu etwa 80 mm Länge.

B. Kammgarn (Ring-, Rotor- und andere Garne):

Spinnfasergarn aus ganz oder teilweise gekämmten oder (schneid- bzw. reiß-)konvertierten, parallelisierten Spinnfasern über 60 mm Länge.

C. Halbkammgarn (Ring- oder Rotorgarn):

Spinnfasergarn aus nur gekrempelten, durch Verziehen parallelisierten Spinnfasern über 60 mm Länge.

D. Streichgarn (Ring- oder Selfaktor-Garn):

Spinnfasergarn aus florgeteiltem Vorgarn aus gekrempelten Spinnfasern.

Im weiteren Verlauf des Referats wird von den vor- genannten Definitionen ausgegangen.

2. 1. Die Produktion nach den einzelnen Spinnverfahren

Abbildung 1 zeigt die Garnproduktion der vergange- nen Jahre in der BRD in den wichtigsten Spinnerei- sparten. Danach hält die Dreizylinderspinnerei seit Jahren mit über zwei Dritteln der erzeugten Garn- menge eindeutig die Spitze, gefolgt von der Kamm- garn- und von der Streichgarnspinnerei. In den An- teilen der Garnproduktion der einzelnen Sparten hat sich — modisch und wirtschaftlich begründet — in den vergangenen Jahren eine deutliche Verschiebung be- merkbar gemacht. Das in Abbildung 1 verwendete statistische Material stammt aus der Zeit vor dem Definitionsvorschlag.

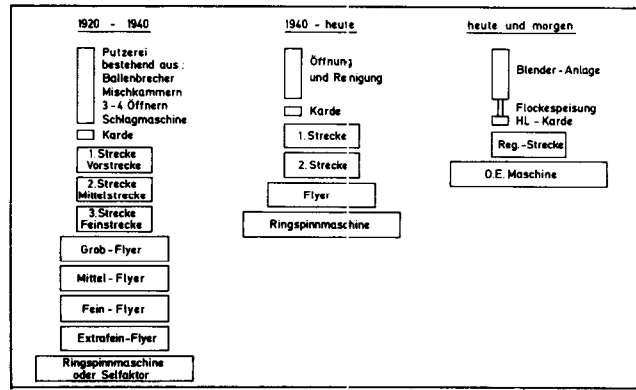


Abb. 2: Die Entwicklung im Maschinenpark des Dreizylinderspinnverfahrens

diesem Maschinenpark versponnen werden sollte, mußte und muß sich zum Teil heute noch nach diesen Gegebenheiten richten. Der Umfang einer Kardier- spinnerei ist vergleichsweise aus Abbildung 2 zu er- kennen.

2. 2. Kontinuierliche oder diskontinuierliche Spinnerei

Ausgehend von Kostenüberlegungen wird

- ein kontinuierliches oder
- ein diskontinuierliches (partieweises)

Spinnverfahren bevorzugt. Die Unterschiede der bei- den Systeme sind in Abbildung 3 schematisch dar- gestellt.

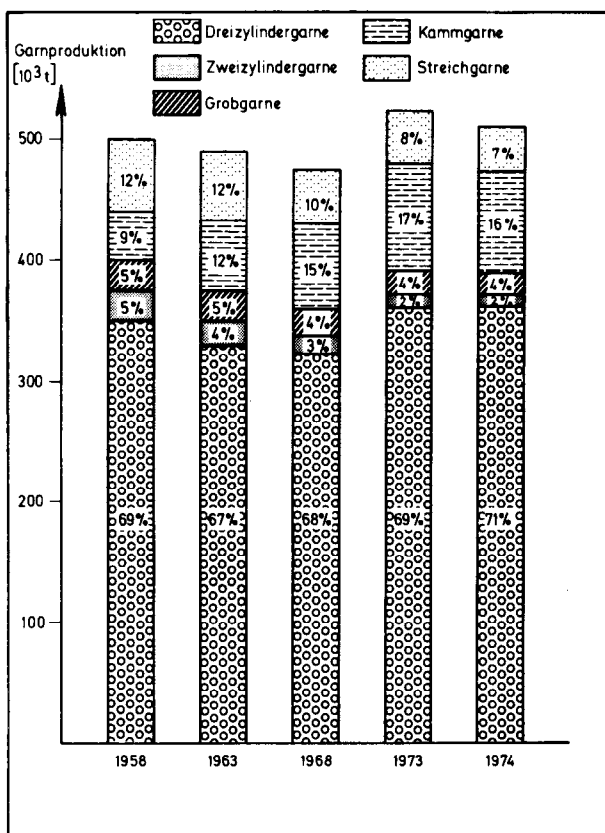


Abb. 1: Die Garnproduktion in der BRD in den verschie- denen Spinnereisparten (Textilfachstatistik)

Entsprechend ihrer wirtschaftlichen Bedeutung wer- den wir uns besonders mit der Dreizylinderspinnerei beschäftigen. Die klassische Dreizylinderspinnerei ist die Baumwollspinnerei von gestern. Alle Maschinen wurden auf die verarbeitungstechnischen Bedürf- nisse der Baumwolle abgestimmt. Die Chemiefaser, die auf

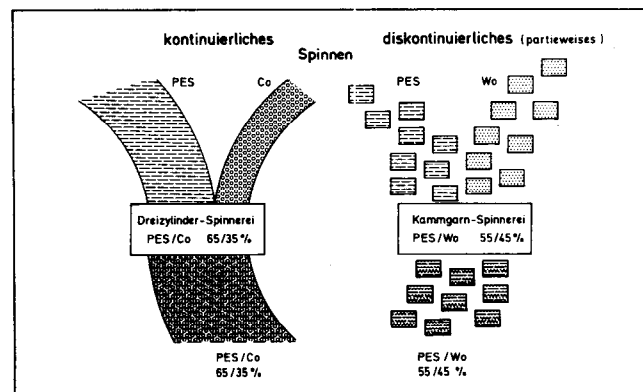


Abb. 3: Schema für kontinuierliches und diskontinuier- liches Spinnen

Das kontinuierliche System bietet sich als Verfahren besonders für die Verarbeitung von Chemiefasern an, weil bei diesen vom Herstellungsprozeß her eine ge- wisse Einheitlichkeit und eine langfristige Kontinuität gegeben sind. Kontinuierlich wird überwiegend in der Dreizylinderspinnerei, weniger — aber zunehmend — in der Kammgarnspinnerei gesponnen. Auch in der Kammgarnspinnerei werden bei kontinuierlicher Ar- beitsweise vor allem Chemiefasern (z. B. Konverter- oder Reißspinnband) verarbeitet.

Kontinuierlich werden hauptsächlich Garne für Stapel- artikel, zum Beispiel aus Polyester/Baumwolle, Poly-

ester/Viskosespinnfasern oder Polyester/Wolle gesponnen. Die Garne fließen in Artikel wie Hemdenstoffe, Bettwäsche, Regen- oder Sportbekleidung sowie Hosenstoffe, HAKA, DOB und technische Gewebe. Kontinuierliche Spinnungen können besonders bei Chemiefasern ununterbrochen über Jahre laufen.

Auch bei Mischungen aus Polyester mit gekämmter Wolle, versponnen in der Dreizylinderspinnerei, werden heute Partielaufzeiten erreicht, bei denen von einer „quasi kontinuierlichen Spinnerei“ gesprochen werden darf. Durch den Kämmprozeß der Wolle und die damit verbundene breite Mischung und Doublierung sowie durch entsprechende Großmischanlagen wurde diese Verfahrensweise möglich.

Das diskontinuierliche (partielle) Spinnen ist demgegenüber mehr für modisch variierende, häufiger wechselnde Artikel in speziellen Mischungen und Effekten oder bei geringem Auftragsumfang anzuwenden. Die Einsatzgebiete dieser Garne liegen im Bereich DOB und HAKA. Bei diskontinuierlicher Spinnung gilt der Grundsatz:

Spinnpartie = Verarbeitungspartie,

das heißt, die einzelnen Spinnpartien sind in der Weiterverarbeitung voneinander getrennt zu halten.

2. 3. Ballenabbau in der Spinnerei

Der Faserrohstoff wird der Spinnerei üblicherweise in Ballen- oder in Kartonverpackung angeliefert. Die Ballen werden nach dem herkömmlichen System von Hand abgebaut und über Speiselattentücher, Kastenspeiser, Batteure und Karde weiterverarbeitet. Die manuelle Arbeitsweise des Ballenabbaus bietet die Möglichkeit einer vielfältig nutzbaren Überwachung von Rohstoff und Maschine durch das Personal, von dem allerdings ein hohes Maß an Verantwortungsbewußtsein zu fordern ist. Nachteilig sind bei einem manuellen Ballenabbau die auftretenden Mischungsschwankungen. Das Personal baut erfahrungsgemäß entgegen der üblichen Vorschrift die Ballen nicht in kleinen Lagen, sondern in dicken Schichten ab. Der Kastenspeiser verarbeitet demzufolge wechselweise einmal mehr von dem einen, einmal mehr von dem anderen Mischungspartner.

Im Gegensatz zur klassischen Dreizylinderspinnerei arbeiten die modernen Systeme zur Herstellung von Spinnfasermischungen mit einem mechanischen Ballenabbau. Die Ballenvorlage sollte bei Chemiefasern gemäß den Herstellervorschriften oder Empfehlungen 12 oder mehr Ballen umfassen und aus mindestens drei nicht zu kleinen Anlieferungen zusammengesetzt sein. Zur Kontrolle ist ein Mischungsbuch zu führen.

Für den mechanischen Ballenabbau gibt es zwei grundsätzlich voneinander verschiedene Systeme:

- Anlagen mit ein- oder mehrstellig faserabnehmenden Organen mit einem oder mehreren bewegten Faserballen und
- Anlagen mit ruhendem Faserballen und bewegten faserabnehmenden Organen.

Zu den Anlagen mit bewegten Ballen gehören:

- der Ballenzupfer für feinfaseriges Material von der Firma Trützschler,
- der Balomat BT für grobfaseriges Material, statt mit Zupfern mit rotierenden Nadelstichen ausgestattet, von Trützschler,

- der Karussellöffner von Rieter, mit stationärer horizontaler Fräse,
- der Multi-Bale-Opener von Platt Bros., mit mehrstellig stationärer Fräse, sowie
- der Ballenöffner mit vertikaler Fräse zur ununterbrochenen Abarbeitung mehrerer Ballen, von der Firma Hergeth.

Eine Anlage mit ruhenden Faserballen ist beispielsweise der Mischgreifer von der Firma Schubert & Salzer, Ingolstadt.

Eine Aussage über die Zweckmäßigkeit der einen oder der anderen Anlage ist nur sehr schwer möglich. Grundsätzlich sollten Anlagen mit ruhendem Material wegen der geringeren zu bewegenden Massen und wegen der besseren Zugänglichkeit der Einzelballen von Vorteil sein. Die darüberhinaus gegebene Möglichkeit einer kontinuierlichen überlappenden Mischung ist zu begrüßen. Im Einzelfall muß aber zum Beispiel auch über den Platzbedarf und ähnliche Details nachgedacht werden.

Bei beiden Systemen können die abnehmenden Faserflocken in Größe und Gewicht recht fein dosiert werden. Durch eine sorgfältig programmierte Ballenanordnung im Prozeß oder durch Anordnung mehrerer gleichartiger Anlagen zu einer Prozeßstraße wird ein hervorragender Mischungseffekt in der Flocke erreicht.

Die Leistungen mechanischer Ballenabbauanlagen sind üblicherweise so ausgelegt, daß ein Aggregat zwei Batteure oder — über Flockenspeisungsanlagen — mindestens 4 bis 8 (in Sonderfällen bis 10) Hochleistungskarden bedienen kann. Gegenüber dem manuellen Ballenabbau ist der mechanische weniger personalintensiv und als Vorstufe für eine vollautomatische Spinnerei anzusehen.

Mit der mechanischen Arbeitsweise entfällt allerdings eine sehr wichtige Kontrollstelle der Spinnerei. Es ist leider bis heute nicht gelungen, mit Sicherheit jede Beimischung von Fremdmaterialien zur Baumwolle zu vermeiden, was immer wieder zu Maschinenschäden und Gebefehlern führen kann. Wichtig ist eine gewisse Kontrolle auch bei den Chemiefasern. Immer wieder werden in den Faserballen durch den Transport verschmutzte Fasern gefunden. Ein manuell sorgfältig durchgeführter Ballenabbau gestattet es jedoch, solche Fehler sofort zu erkennen und auszuschalten.

Grundsätzlich ist der mechanische Ballenabbau zu begrüßen, wenn im Gesamtprozeß zusätzliche Kontrollen zur Fehlerausscheidung eingebaut werden könnten. Der Maschinenbau bleibt daher aufgefordert, hier seine Bemühungen fortzusetzen. Anlagen für den mechanischen Ballenabbau dürften aber nur dann wirtschaftlich sein, wenn ihre zeitliche Auslastung bei mindestens 70 bis 80 % liegt.

2. 4. Mischanlagen in der Spinnerei

Abhängig von der Art des Ballenabbaus werden heute in der modernen Spinnerei Mischanlagen im Anschluß an den Kastenspeiser eingesetzt. Besonders für die Verarbeitung von 100% Chemiefasern oder für Chemiefasern zur anschließenden Mischung mit gekämmter Baumwolle sind solche Anlagen empfehlenswert und teils sogar notwendig. Die Anlagen, auf denen die Mischungen vorgenommen werden, arbeiten nach drei unterschiedlichen Systemen:

A. Füllschachtanlagen mit unterschiedlicher Füllhöhe

Diese Anlagen werden von den Firmen Trützschler und Hergeth gebaut und sind im Prinzip in Abbildung 4 dargestellt.

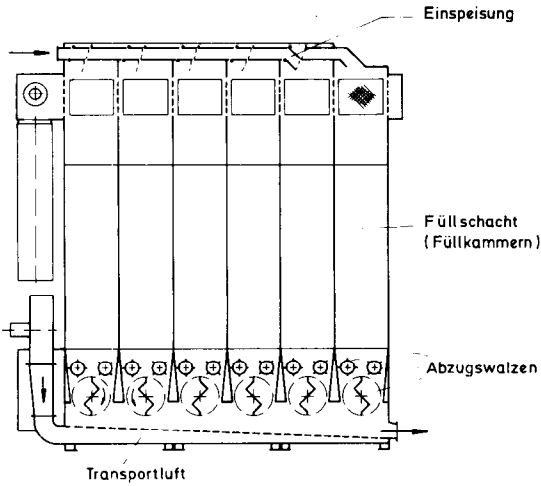


Abb. 4: Mischanlage mit Füllschächten unterschiedlicher Füllhöhe

Die 6 bis 14 Kammern werden nacheinander mit vorgeöffneter Flocke vollgeblasen. Durch Abzugsanlagen werden die Fasersäulen in den Schächten gleichzeitig und kontinuierlich entweder auf ein Förderband oder in einen Transportluftstrom entleert. Durch diskontinuierliches Speisen der Einzelschächte und kontinuierlichen Abbau wird die Mischung erreicht. Je nach Baugröße (Höhe und Breite) und Kammerzahl sowie nach der Faserart kann die Durchsatzmenge solcher Anlagen zwischen 200 und über 2000 kg/h betragen.

B. Füllschachtanlagen mit gleicher Füllhöhe

Solche Anlagen werden von der Firma Rieter gebaut und sind im Prinzip in Abbildung 5 dargestellt. Die 6 Füllschächte werden über Lufteinblasung dauernd mit vorgeöffneter Faserflocke gefüllt. Durch die unterschiedliche Weglänge vom Füllschacht zu den Auflösewalzen erfolgt die Mischung. Bei Baum-

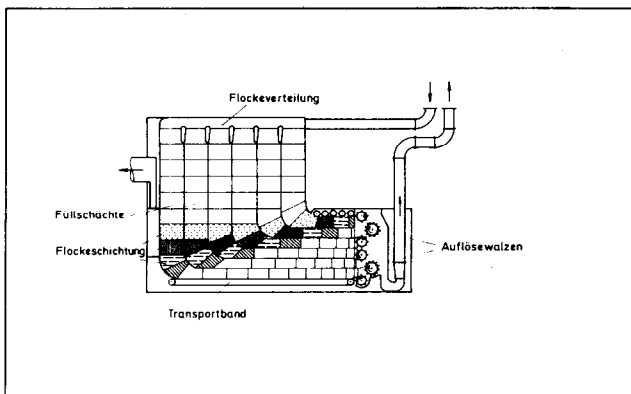


Abb. 5: Mischanlage mit Füllschächten gleicher Füllhöhe

wolle oder Chemiefasern bis 60 mm Länge beträgt die Leistung einer solchen Anlage ca. 500 kg/h.

C. Die Mischkammeranlage

Der Mischautomat (z. B. der Firma Schubert & Salzer, Ingolstadt; Abb. 6) legt am Anfang der 5 bis 10 m langen Kammer über kleine Ablegewalzen ein dünnes Faservlies ab. Die Fasern fallen schichtweise auf ein laufendes Transportband und werden an dessen Ende senkrecht abgearbeitet. Die Leistung der Anlage ist in weiten Grenzen variabel. Wird beispielsweise mit ca. 300 kg/h gespeist, so setzt sich die Mischung an den Abnahmestellen aus zirka 500 übereinanderliegenden dünnen Schichten zusammen.

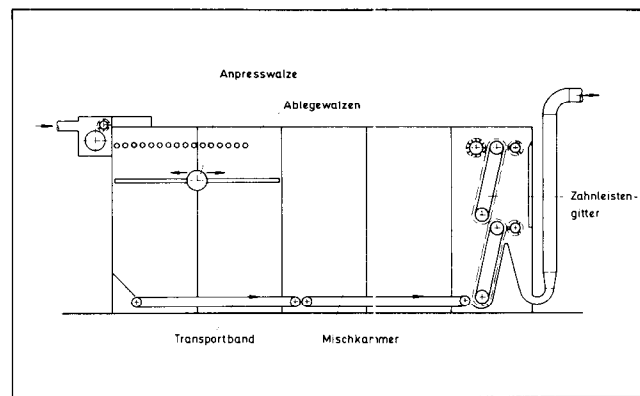


Abb. 6: Mischkammeranlage

D. Besondere Anlagen

Die Firma Rieter hat in Mailand 1975 eine „Contimeter“ genannte Anlage vorgestellt, mit der im Grenzfall Flockemischungen von 10 : 90 Teilen verschiedener Komponenten möglich sind.

2. 5. Spinnereipläne zur Herstellung von Spinnfasermischgarnen

Nach der kurzen Erörterung der Mischtechniken und Anlagen für Spinnfasermischungen sollen im folgenden moderne Spinnereipläne für die Mischgarnherstellung in der Dreizylinderspinnerei besprochen werden. Diese Pläne wurden in verschiedenen Gesprächen mit Fachleuten aus dem Maschinenbau und aus der Anwendungstechnik der Chemiefaserhersteller entwickelt.

Aus einer Aufstellung über 29 Dreizylinderspinnereien der Bundesrepublik Deutschland und den angrenzenden Ländern über die tatsächlichen Spinnereipläne ergeben sich bemerkenswerte Aspekte als „Soll-Ist-Vergleiche“. Sofern nichts anderes vermerkt, beziehen sich alle weiteren Aussagen zur Mischgarnspinnerei heute auf die Analyse dieser 29 Dreizylinderspinnereien.

2. 5. 1. Die Mischgarnspinnerei heute

Die Ballenvorlage wird gemäß den Empfehlungen der Chemiefaserhersteller zwischen 12 und 18 Ballen aus 2 bis 3 (im Mittel 2,4) Anlieferungen zusammengestellt.

Die Abarbeitung der Chemiefasern erfolgt fast ausnahmslos von Hand. Die seltener vorhandenen Ballenabbauanlagen werden überwiegend für die Baumwolle eingesetzt. Die Ballenvorlage wird fast ausschließlich blockweise, das heißt alle Ballen gleichzeitig, gewechselt. In knapp 60 % der Betriebe erfolgt eine Kontrolle der Ballennummern und Ballengewichte über ein Mischungsbuch, was besonders wichtig ist, da in ebenfalls ca. 60 % der Betriebe nacheinander verschiedene Faserprovenienzen über die gleichen Öffnungsanlagen verarbeitet werden. Für die Einzelkomponenten, vor allem im Chemiefaserzug, sind Mischanlagen relativ häufig anzutreffen.

Die durchschnittliche Kardenleistung liegt bei überwiegend dreischichtigem Betrieb für Polyester bei etwa 17 kg/h, mit den Grenzen von 7 kg/h auf der einen und 40 kg/h auf der anderen Seite. Von 29 Betrieben arbeiten 18 mit Wickel- und 11 mit Flockenspeisung. Der klassische Hackerabzug ist 15mal vertreten, gegenüber dem Walzenabzug mit 14mal und dem Querbandabzug mit 1mal. Eine Regulierung an der Karde ist relativ selten, hat sich aber nach den Erfahrungen der Betriebe, die sie installiert haben, gut bewährt.

Der Mischungspartner zu Polyester (z. B. Baumwolle) wird im Mittel der untersuchten 29 Betriebe aus 1,7 Provenienzen zusammengestellt und mit 10 bis 120 (im Mittel 30) Ballen vorgelegt. Mischanlagen sind bei Baumwolle selten.

Die genauere Analyse der entsprechenden Untersuchung und die Zuordnung einzelner Maschinengruppen in „Wer macht was wie“ würde den Rahmen

dieser Arbeit weit überschreiten und muß deshalb einer speziellen Untersuchung überlassen bleiben. Weitere Einzelheiten werden im nächsten Teil zum Thema Kämm- bzw. Kardierspinnerei diskutiert.

2. 5. 2. Kämmspinnerei Polyester/Baumwolle

Zur Herstellung eines Ringgarns Polyester/gekämmt Baumwolle ist der in Abbildung 7 dargestellte Spinnereiplan optimal. Bei diesem Spinnereiplan sind eigentlich nur noch zwei Punkte in der Diskussion: einerseits die Frage der Vorstrecke im Polyesterzug und andererseits die Frage der Regulierstrecke.

Zu beiden Fragen liegen umfassende Arbeiten vor. Daraus wird ersichtlich, daß mit einer Vorstrecke für Polyester und einer Regulierstrecke als zweite Streckpassage gearbeitet werden sollte. Unter diesen Bedingungen werden die besten Ergebnisse hinsichtlich der Durchmischung und auch der langfristigen Mischungs- und Garngleichmäßigkeit erzielt. Von den betrachteten 29 Betrieben hatten 24 eine Kämmspinnerei und 9 zum Teil zusätzlich eine Kardierspinnerei. In den 24 Kämmspinnereien wird in 12 Betrieben mit und in 12 Betrieben ohne Vorstrecke gearbeitet. Von den 24 Betrieben arbeiten aber nur 2 mit einer Regulierstrecke, dann allerdings ohne Vorstrecke, die in diesem Fall auch nicht nötig ist.

Nach dem heutigen Stand der Technologie kann eine Regulierung statt auf der Strecke auch an der Karde im Polyesterband vorgenommen werden. Verschiedene technische Lösungen sind am Markt, so zum Beispiel von der Firma Zellweger das System "Uster Card Control". Von den 24 Betrieben arbeiten 5 mit Kardenregulierung und verzichten dann selbstverständlich

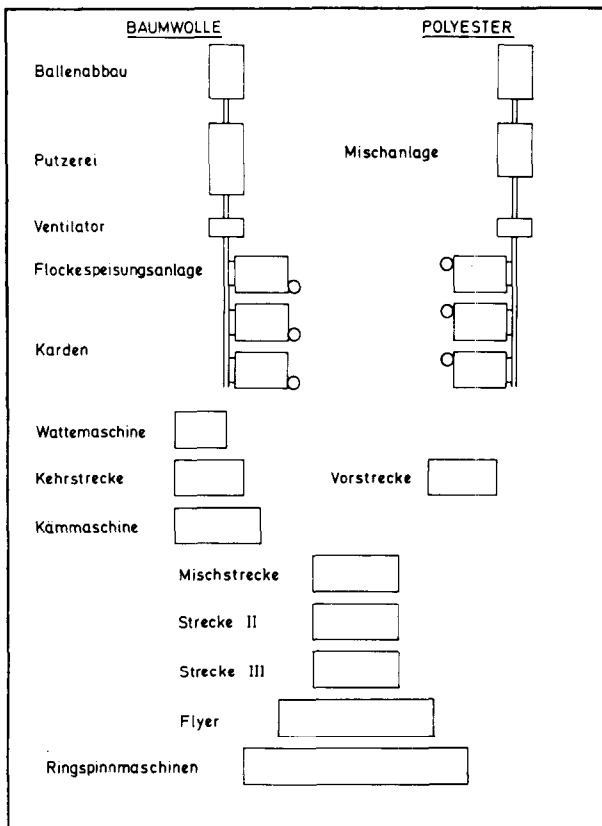


Abb. 7: Spinnereiplan für eine Ringspinnerei; PES/gekämmt Baumwolle

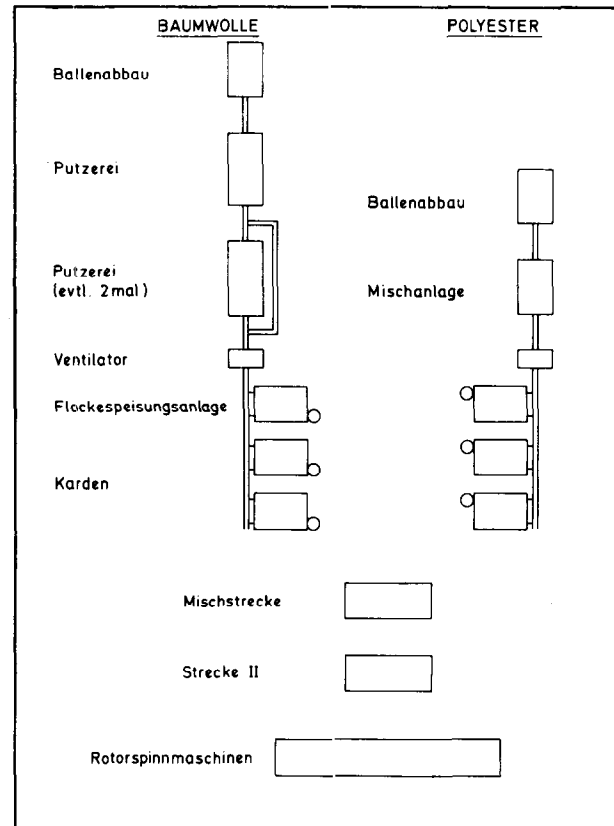


Abb. 8: Spinnereiplan für eine OE-Rotorspinnerei; PES/kardierte Baumwolle

auf die Regulierstrecke. Ob es richtig war, daß auch die Vorstrecke bei 4 von den 5 aufgezählten Betrieben entfallen ist, bedürfte einer weiteren gezielten Untersuchung.

Von den 24 betrachteten Betrieben mit Kammspinnerei arbeitet demnach keiner so, wie es für den Spinnprozeß und die Mischung Polyester/Baumwolle nach Ansicht der Experten optimal wäre. Die Gründe für diese Abweichung sind sicherlich vielschichtig. Einer der wichtigsten dürfte unzweifelhaft im wirtschaftlichen Bereich liegen. Man hat nämlich in den Spinnereien die Erfahrung gemacht, daß auch ein kürzerer oder ein einfacherer Prozeß zu einem ausreichend guten Garnergebnis führt, wobei auch die zeitabhängig schwankenden Marktanforderungen ihre Bedeutung haben.

2. 5.3. Kardierspinnerei Polyester/Baumwolle

Zur Herstellung beispielsweise eines OE-Rotor-Garns ist der in Abbildung 8 dargestellte Spinnereiplan nach heutigen Verhältnissen optimal. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Baumwolle besonders gut gereinigt ist. Die Putzerei kann zweimal vorhanden sein oder durchlaufen werden müssen. Dies gilt auch bei Einsatz von OE-Rotorspinnmaschinen mit Reinigungsstellen an den Auflosewalzen.

Normalerweise genügen zwei Streckpassagen. Wenn allerdings besondere Anforderungen hinsichtlich lang- oder kurzweiliger Bandnummernabweichungen gestellt werden müssen, so sollte die Mischstrecke eine Regulierstrecke sein. Einer Regulierstrecke muß aber in jedem Fall eine weitere Strecke mit entsprechender Doublierung zum Ausgleich kurzweiliger Schwankungen folgen. Bei Einsatz von Karden mit Regulierung kann artikelbedingt unter günstigen Voraussetzungen auch eine einzige Mischstrecke genügen.

3. Verarbeitungsverhalten von Spinnfasern

Eine Betrachtung über die „Mischungsfreude der Chemiefasern“ sollte auch einen Beitrag über das allgemeine Verarbeitungsverhalten verschiedenster Spinnfasermischungen in der Spinnerei enthalten. Wir haben mit einer Fragebogenaktion über 40 Fachleute nach ihrem Urteil gefragt. Die Frage lautete:

„Wie beurteilen Sie das Verarbeitungsverhalten von Fasern und deren Mischungen in der Spinnerei?“

Als Antwort waren die Noten 1 für schlecht bis 5 für sehr gut zu vergeben. Es wurde vorausgesetzt, daß das Spinnverfahren für die jeweils eingesetzte Fasermischung und Fasertypen gut gewählt war. Das Ergebnis ist in Abbildung 9 zusammengefaßt.

Die Darstellung wurde so gewählt, daß der besten Note der größte Kreis entspricht. Die Zahlen geben die jeweils errechneten Notenmittelwerte an.

Die höchste Note (4,7) und damit das günstigste Spinnverhalten wurde der ungemischten Baumwolle zuerkannt. Der Baumwolle in 100%iger Ausspinnung folgt mit nur geringfügigem Unterschied die Mischung Polyester/Baumwolle (Note 4,6) und Baumwolle/Viskosespinnfaser (ebenfalls Note 4,6). Die reine Wolle wird immerhin noch mit der Note 4,2 beurteilt, wäh-

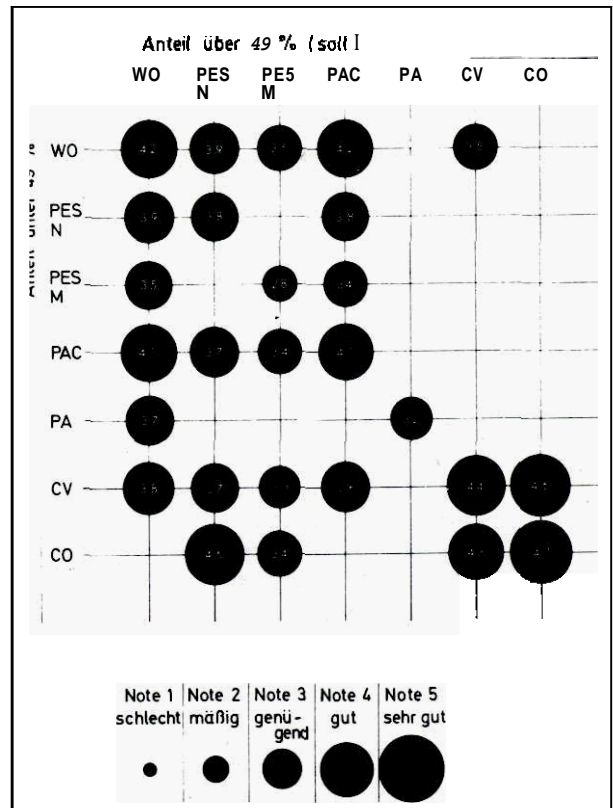


Abb. 9: Das Verarbeitungsverhalten von Spinnfasern in der Spinnerei

- Legende: WO = Wolle
 CV = Zellwolle, auch modifiziert
 CO = Baumwolle
 PES, N = Polyester, Normaltype
 PES, M = Polyester, modifizierte Type
 PAC = Acryl
 PA = Polyamid, Textil u. Teppich

rend der Ausspinnung von 100% modifiziertem Polyester nur noch die Note 2,8 zuerkannt wurde.

Es führte zu weit, jede Einzelnote der Tabelle zu diskutieren, vor allem dort, wo eine solche Umfrage natürlich mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist, die vom Fragebogen, vom Beantworter und auch von der Ausdeutung herrihren können.

4. Qualität von Spinnfasermischungen

Nach der Erörterung der Mischsysteme der Spinnerei und nach technologischen Betrachtungen soll nun der Begriff „Qualität“ untersucht werden. Qualität ist einmal im Sinne von gut oder weniger gut und zum anderen im Sinne von Eigenschaften zu verstehen. Besonders im textilen Bereich sprechen wir einerseits von einer „guten Garnqualität“ und meinen die Gleichmäßigkeit und Reinheit, andererseits meinen wir bei dem Begriff „sommerliche Qualitäten“ relativ leichte, fließende Stoffe, ohne eine Aussage über deren Giite zu machen.

4.1. Qualitätsparameter bei Spinnfasermischungen

Untersuchen wir zuerst die Qualität im Sinne von „gut“. In den „Richtlinien für die Qualitätsbericht-

erstattung“ der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Qualitätsförderung wird der Begriff „Qualität“ wie folgt definiert:

„Die Qualität eines Gutes ist diejenige Beschaffenheit, die es für die Erfüllung vorgegebener Aufgaben geeignet macht. Die vorgegebenen Forderungen ergeben sich aus der Zweckeignung. Die Qualität von industriellen Produkten wird durch den Entwurf bzw. die Konstruktion und durch die Ausführung bzw. Fertigung bestimmt.“

Gehen wir davon aus, der Entwurf und die Konstruktion der Mischgarnspinnereien sei entsprechend dem ersten Teil dieser Ausführungen, so dürfte ein Teil der Qualitätsanforderungen schon erfüllt sein. Die Fertigung bedarf allerdings weiterer Untersuchungen.

Die ganze Skala von Qualitätsfehlern in der Spinnerei hier zu diskutieren, ist unmöglich. Wir greifen deshalb die Frage der **Verteilungsfehler** längs und quer bei der Herstellung von Spinnfasermischgarnen heraus. In diesem Zusammenhang kann die Mischung ebenso zwei oder mehr Faserprovenienzen umfassen (z. B. Polyester/Baumwolle) wie auch verschiedene Fasertypen einer Provenienz (z. B. Polyamid, rund und profiliert).

Die Verteilungsfehler in Längsrichtung des Spinnfasergarns führen zu einem unruhigen Warenausfall und zu Bandenbildung. Sie können durch Abweichungen im Mischungsverhältnis oder durch Garnfeinheitschwankungen verursacht sein. Hinzu kommen Unregelmäßigkeiten auf kürzere Längen, die zu einem rissigen Warenbild (bei Verzugsstörungen) oder sogar zu Moiréeffekten (z. B. bei unrunder Druckrollen oder Ablagerungen im Rotor) führen können.

Die Konstruktion der Flächengebilde spielt für die Empfindlichkeit gegenüber einem vorhandenen Fehler eine große Rolle. Bei einfarbigen Geweben in schußbetonter Bindung sollte deshalb sicherheitshalber möglichst mehrschützig gewebt werden. Besonders empfindlich gegen kürzere und längere Verteilungsfehler sind neben den Maschenwaren die Polgewebe, die eine besondere Gleichmäßigkeit der Durchmischung erfordern. Eine ungleichmäßige Faserverteilung im Garn kann auch die Garn- und Gewebefestigkeit beeinflussen.

Neben den Verteilungsfehlern in Längsrichtung eines Garns sind die in Querrichtung nicht weniger unangenehm. Gemeint sind die Unterschiede von Kops zu Kops oder von einer Kreuzspule zur anderen. Die Fehler beruhen meist auf langwelligen Schwankungen in der Fasereinmischung und äußern sich vornehmlich in Kettstreifen oder — bei Maschenwaren — in einer Ringelbildung. Den Schwankungen muß durch gezielte Maßnahmen, wie dem Einsatz von Wiegekastenspeisern, Mischanlagen und gesteuerter Quermischung, begegnet werden.

Abweichungen im Mischungsverhältnis von zwei Faserkomponenten von $\pm 3\%$ hat der Gesetzgeber im Textilkennzeichnungsgesetz zugelassen. Qualitätsanforderungen setzen diese Grenze auf maximal $\pm 1\%$ herab. Darüber hinausgehende Abweichungen führen bei einfarbiger Ware zu Streifigkeiten. Bei Bicolorartikeln muß eine Grenze unter $\pm 0,5\%$ Abweichung stets eingehalten werden.

Die Chemiefaserhersteller haben durch Versuche erhaltete und durch Erfahrungen abgesicherte Mischungsempfehlungen erarbeitet. Kein Faserverarbei-

ter sollte ohne Not von diesen Empfehlungen abweichen. Kurzfristige wirtschaftliche Vorteile gehen immer auf Kosten der Qualität. Eine einzige auf Mischungsfehlern beruhende Reklamation im Jahr kann den ganzen „Zusatzgewinn“ aus der Vernachlässigung der Mischung wieder aufzehren.

4. 2. Beispiele für mischungsfreudige Chemiefasern

Wie vorher ausgeführt, kann der Begriff „Qualität“ auch im Sinne von „Eigenschaft“ verwendet werden. Insbesondere hier entwickelt die Chemiefaser ihre weitgespannten Möglichkeiten in der Modifikation.

Kaum eine Größe der Fasertechnologie ist nicht beeinflussbar. Der Heißluftschumpf, der Koch- und der Carrier- sowie der HT-Schrumpf, die Anfärbung, der Rohton, der Glanz, die Oberfläche, die Kräuselung, die Länge, das Bauschvermögen, Feinheit und Festigkeit sowie Dehnung und Elastizität und vieles andere mehr lassen sich modifizieren. Heute werden von den Desinateuren nicht allein die Farben und Bindungen, sondern wesentlich auch die obigen Parameter bei der Auswahl der Chemiefasern bewußt ausgenutzt.

Das „Spiel“ mit Modifikationen der Chemiefaserparameter zur Artikelkonstruktion, insbesondere bei der Mischungsfreude der Chemiefasern, ist ungemein reizvoll. Es stößt leider häufig an die Grenzen der Wirtschaftlichkeit.

4. 2. 1. Hochschrumpfende Polyesterspinnfasern

Eine der am häufigsten variierten Parameter ist in den letzten Jahren der Schrumpf geworden. Mit Fasern, die im Schrumpf gezielt von anderen abwei-

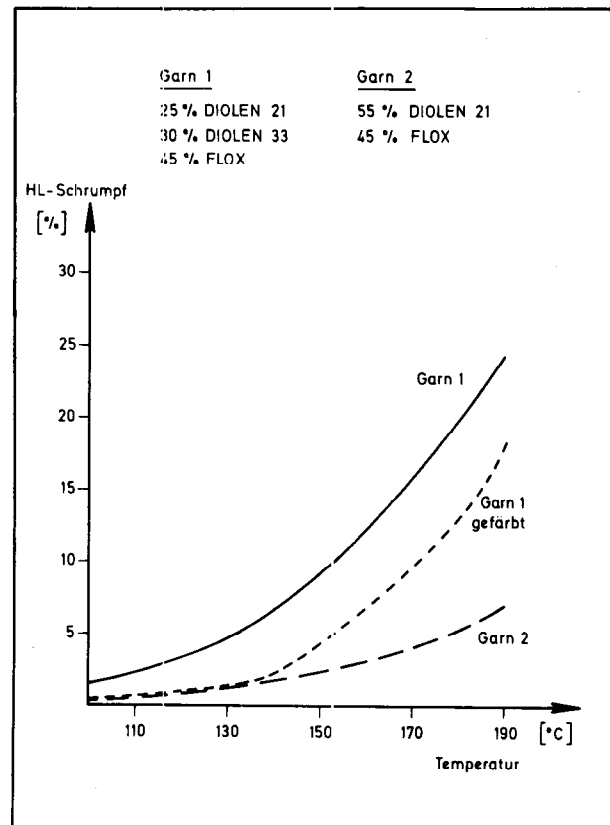


Abb. 10: Schrumpfcharakteristik verschiedener Garne

chen, wird sehr gern konstruiert. So ist es beispielsweise gelungen, mit dem DIOLEN 33 eine Faser mit „vorprogrammiertem Schrumpf“, eine sogenannte linear hochschrumpfende Spinnfaser herzustellen. Aus der in Abbildung 10 dargestellten Schrumpfcharakteristik für ein Mischgarn ist zu erkennen, daß die Faser erst bei höheren Temperaturen vollkommen ausschrumpt. Die Kurven sind die Ergebnisse von Laborversuchen.

Die Tatsache des hohen Schrumpfes beruht auf einer Modifizierung des Polymeren. Durch die Verarbeitung in Spinnerei und Weberei wird kaum und in der Farbelei nur ein kleiner Teil des Schrumpfes ausgelöst. Der größte Teil des Schrumpfvermögens bleibt erhalten. Erst die Thermofixierung des Gewebes bei 160 bis 190° C löst den vollen Schrumpf aus.

Schematisch sehr vereinfacht ist dieser Vorgang in Abbildung 11 dargestellt. Das Schrumpfvermögen in der Type DIOLEN 33 führt zusammen mit anderen Spinnfasern zu einem ausgeprägt wolligen, voluminösen, weichen Artikel. Bei der Thermofixierung wandert der Schrumpffaseranteil in den Kern des Spinnfasergarns und drängt die geringer schrumpfenden Spinnfasern (z. B. Wolle oder normales Polyester) nach außen und tritt damit nur wenig an der Garnoberfläche in Erscheinung.

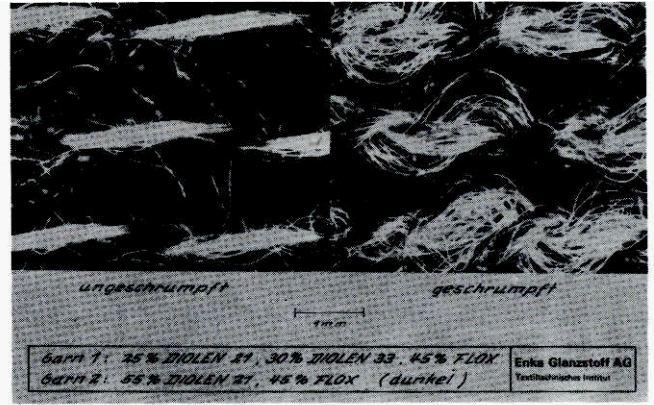


Abb. 12: Einfluß des Schrumpfes auf einen Zwirn aus einem Garn mit und ohne die DIOLEN-Spinnfasertyp 33

jetzt mit einer „linear hochschrumpfenden Spinnfaser“ möglich geworden. Es lassen sich schmiegsame, flauschige, wollige, flanel- und lodenartige Stoffe mit hervorragenden Trageeigenschaften und geringem Gewicht auch in 100% Polyester herstellen.

4. 2. 2. Fixierte bzw. unfixierte Polyesterspinnfasern

Die linear hochschrumpfende Faser findet vornehmlich im Feinheits- und Langenbereich der Wolle Einsatz. Auch im Bereich der Kurzfasern wurde in der Spinnerei ebenso wie bei den Chemiefaserherstellern die Frage „Schrumpf oder nicht Schrumpf“, das heißt unfixierte oder fixierte Polyester/Baumwolltypen, diskutiert. Inzwischen bieten die großen Chemiefaserhersteller fixierte und unfixierte Polyesterspinnfasern nebeneinander als Baumwolltypen an. In unserem Hause laufen diese Fasern unter der Bezeichnung:

- DIOLEN 11 für die unfixierte Baumwolltype und
- DIOLEN 12 für die fixierte Baumwolltype.

Die Unterschiede zwischen Type 11 und Type 12 liegen ausschließlich im Schrumpfverhalten, das heißt, alle anderen Eigenschaften sind praktisch gleich.

Eine fixierte Faser hat den Vorteil, ohne Sonderbehandlung kreuzspulfarbar zu sein. Bei ihrem Einsatz für die Kreuzspulfärbung ergibt sich durch den Wegfall der Garnstabilisierung eine Kosteneinsparung von 0,30 bis 0,50 DM/kg Garn. Eine unfixierte Type gibt demgegenüber ein geschlosseneres Warenbild. Letzteres ist besonders bei leichten Geweben, wie Hemden- und Blusenstoffen, von Vorteil. Der Effekt des Schrumpfens und der Warenbildänderung kommt umso stärker zum Tragen, je leichter die Gewebekonstruktion ist. Bei schweren Mantelpopelinen ist nach der Thermosolfärbung zwischen einer fixierten und einer unfixierten Polyestermischungskomponente kaum ein Unterschied zu erkennen.

Bei der Ausriistung wandert der Polyesteranteil in den Garnkern und drückt den Mischungspartner nach außen. Die Gewebeoberfläche von Polyester/Baumwollmischgarnen wird dadurch haumwollähnlicher, voluminöser und geschlossener.

Alle vorgenannten Untersuchungsergebnisse und Aussagen über fixierte und unfixierte Baumwolltypen des Polyesters gelten ausschließlich für die klassischen Ringgarne. Bei OE-Rotorgarnen zieht der Schrumpf

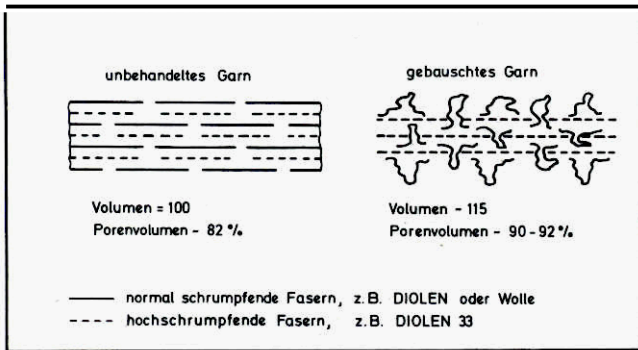


Abb. 11: Schematische Darstellung des Bauschvorgangs von Mischgarnen mit hochschrumpfenden Fasern

In Abbildung 12 ist ein Zwirn aus einem Garn mit und ohne DIOLEN-Spinnfaser Type 33 vor und nach dem Schrumpfprozeß abgebildet. Der Effekt des Aufbaus und der Volumenzunahme nach ca. 17% Schrumpf ist deutlich zu erkennen.

Bei der Artikelkonstruktion ist der Schrumpf und sein Einfluß auf die Garnfeinheit und Drehung zu berücksichtigen. Für die Einstellung der Gewebebreite sind je nach Konstruktion zwischen 15 und 22 % Schrumpf einzuplanen.

Vom Spinnverfahren her ist das Dreizylindergarn wegen der etwas geringeren Parallellage der Fasern besser geeignet als das Kammgarn. Das Haupteinsatzgebiet der Hochschrumpffasern liegt auf dem Gewebesektor. Der Anteil an Schrumpffasern im Garn ist mit etwa 30% am günstigsten. Die DIOLEN-Type 33 besitzt neben dem Schrumpfvermögen auch noch eine gute Pillingresistenz.

Was früher mit den klassischen Mischungen aus Synthesefasern und Wolle kaum erreichbar war, ist

einer unfixierten Faser die Bauchbinden im Mischgarn zusammen. Aus diesem Verhalten resultiert ein relativ härterer Griff, der sich besonders bei Maschenwaren und etwas weniger deutlich bei Webwaren bemerkbar macht. Je schwerer das Flächengebilde, umso geringer ist allerdings auch hier der relative Unterschied zwischen der fixierten und der unfixierten Faser.

5. Schlußwort

Wenn wir abschließend die Frage stellen, ob der Referent mit dem Thema „Mischungsfreudige Chemiefasern“ das Gesagte wirklich richtig betitelt hat, so sind doch gewisse Zweifel erlaubt. Diese Zweifel haben ihre Ursache in der unendlichen Vielfalt von Aussagemöglichkeiten und Deutungen, die diese Überschrift zuließ. Wir haben uns deshalb über technische und technologische Tatsachen ebenso Gedanken gemacht wie über den Begriff Qualität und seine Inhalte. Der reizvollen Versuchung, auf den Umfrageergebnissen aufbauend, eine längere Betrachtung über entwicklungsgeschichtliche Fragen im Chemiefaserbereich und Ausblicke hierzu anzustellen, mußten wir uns verschließen.

Allen, die mich bei der Ausarbeitung dieses Referats unterstützt haben, danke ich für ihre Hilfe.

Literatur:

- 1) W. Albrecht: „Über die Einsatzmöglichkeiten von DIOLEN-Hochschrumpffasern“; Chemiefasern, Heft 6/1969
- 2) J. Lünenschloß und H. Rottmayer: „Mischungseffekte verschiedener Mischverfahren bei Polyester und gekämmter Baumwolle“; Textil-Praxis, Heft 9, 10, 12/1970 und Heft 1/1971
- 3) Anonym: „Richtlinien für die Qualitätsberichterstattung“; Bern 1973
- 4) K. Engel: „Aus der Praxis der Verarbeitung von Chemiefasern und deren Mischungen in der Dreizylinder-Spinnerei“; Textil-Praxis, Heft 5/1974
- 5) W. Albrecht: „Wollige Artikel mit Chemiefasern“; Textil-Praxis, Heft 12/1974
- 6) W. Wirth: „Flockenbeschickungsanlage für Karden und Krempeln“; MTB, Heft 6/1975
- 7) W. Topf: „Bedeutung und Herstellung von Spinnfasermischgarnen“; MTB, Heft 10/1975
- 8) H. Jung: „Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften von Fasermischungen aus Wolle und Chemiefasern und deren Einsatzgebiete“; Vortrag bei der 5. Internationalen Wolltagung am 10. September 1975
- 9) H. Jung: „Mischgarne im Langfaserbereich“; Vortrag bei der ADT-Tagung vom 25. bis 26. 5. 1976 in Lindau
- 10) H. Zimmermann: „Mischgarne nach Kurzfaserspinnverfahren und ihre Einsatzmöglichkeiten“; Vortrag bei der ADT-Tagung vom 25. bis 26. 5. 1976 in Lindau
- 11) Anonym; technische Unterlagen und Prospekte diverser Firmen und Institute

Diskussion

Köb: Soll die vorgeschlagene Definition der Spinnfasergarne bedeuten, daß das 3-Zylinder-Garn auch das Rotorgarn enthält? Ist der Name nicht etwas spät gewählt, nachdem es die 3-Zylinder-Spinnerei längst nicht mehr gibt? Wäre nicht die Bezeichnung Kurzfaser- oder Langfaserspinnerei günstiger?

Topf: Sicherlich lassen sich bessere Definitionen finden. Wir wollten mit den gemachten Ausführungen vor allem die Diskussion anregen. Die Fachleute sollten sich zusammensetzen und genau festlegen, was sie wollen und entsprechende Definitionen treffen.

In Lindau auf der ADT-Tagung 1976 hat Herr Direktor Jung von der Kammgarnspinnerei Kaiserslautern beispielsweise eine andere Garndefinition vorgestellt. Auch in der Chemiefaserindustrie ist die Diskussion noch nicht abgeschlossen.

Keller: Sie zeigten eine Tabelle mit den Ergebnissen einer Umfrage bei 40 Fachleuten über das Verarbeitungsverhalten von Fasern in der Spinnerei. Ich nehme an, daß diese Fachleute aus der klassischen 3-Zylinder-Spinnerei waren. Auffallend war für mich dabei, daß die Verarbeitbarkeit der modifizierten Polyesterfasern relativ schlechte Noten erhielt.

Mich würde nun interessieren, wie diese Tabelle aussähe, wenn die befragten Fachleute OE-Spinner gewesen wären. Welche Benotungen würden die Faserlegierungen oder die Reinverarbeitung solcher Fasern dann bekommen?

Topf: In der Umfrage wurde per Definition vorausgesetzt, daß das Spinnverfahren für die jeweils eingesetzte Fasermischung und Fasertypen galt. Sicherlich bezogen sich die Antworten im wesentlichen auf das klassische 3-Zylinder-Spinnverfahren.

Wir müssen bei der OE-Rotor-Spinnerei eine Reihe von Fakten berücksichtigen und anerkennen. Es ist z. B. nicht möglich, Fasern aller Provenienzen gleich gut miteinander zu verspinnen. Wir können beispielsweise aus Wollmischungen sicherlich OE-Rotor-Garne im Pilotmaßstab spinnen; — ob sie aber bereits in Großproduktion laufen können, erscheint mir unsicher. — Weitere Probleme machen z. B. auch mattierte Chemiefasern.

Eine übliche Modifizierung z. B. zur Pillingresistenz der Polyester-Faser besteht darin, die Faser mit „Solbruchstellen“ zu versehen. Das kann z. B. an der Auflösewalze der OE-Rotorspinnmaschine zu einem weniger guten Spinnverhalten gegenüber einer unmodifizierten Polyester-Faser führen.

Aus den kurzen Angaben läßt sich entnehmen, daß die Antwort auf Ihre Frage nicht ganz einfach ist. Es kann also sein, daß problematische Fasern für die Ringspinnerei in der OE-Rotor-Spinnerei weniger Schwierigkeiten machen, während andere Fasertypen mehr Nachsicht fordern.

Lagemann: Bei matten Fasern sehen wir noch keine Lösung. — Die Einstufung der Verspinnbarkeit von modifizierten Polyester-Fasern auf die hinteren Plätze — das gilt für Reinverspinnung wie auch Mischungen — würde ich bei OE-rotorgesponnenen Garnen kaum ändern.

Eismann: Sie sprechen das optimale Mischen von Fasern im Hinblick auf die Qualität der Garne und Gewebe an. Es stellt sich nun die Frage, inwieweit eine nicht optimale Mischung dem Faser- oder auch dem Garnverarbeiter Probleme, z. B. durch ein höheres Bruchniveau an der Ringspinnmaschine oder durch Verarbeitungsschwierigkeiten in der Weberei oder Strickerei, bereitet. Ist Ihnen darüber etwas bekannt?

Topf: Als Antwort lassen Sie mich beispielsweise von einer Reklamation berichten, mit der wir uns in letzter Zeit auseinandersetzen mußten. Durch eine nicht gleichmäßige, das heißt nicht genügende Durchmischung von Polyester mit Baumwolle in der 3-Zylinder-Spinnerei traten Mischungsverschiebungen auf, die zu Veränderungen in den Verarbeitungsverhältnissen der Weberei führten. Die Kettfadenbrüche stiegen an.

Dabei ist es im Einzelfall oft schwer zu beweisen, ob die Fehler durch Mischungsfehler oder durch eventuell daraus resultierende Dünnstellen hervorgerufen werden. Daraus

ergibt sich schon zwangsläufig, daß man keineswegs alle Fehler und Verarbeitungsstörungen, die in der Weberei auftreten, dem Chemiefaserhersteller oder auch der Baumwolle anlasten darf.

Aus heutiger Sicht beruhen Reklamationen vielfach auf überspitzten Forderungen der Verarbeiter. Die Forderungen kommen meist dadurch zustande, daß man kurzfristig und unter besonders günstigen Bedingungen extrem gute Verarbeitungsverhältnisse erreicht und diese dann ohne Rücksicht auf die Statistik zum Maßstab macht.

Schmidt: Bezüglich der Befragung, die Sie durchgeführt haben, möchte ich folgendes wissen:

Bei den Einzelergebnissen sind nur Mittelwerte angefallen — wie groß war aber die Übereinstimmung der einzelnen Antworten, und hatte jeder Befragte einen Überblick über die Mischungsmöglichkeiten der Fasern, die Sie in Ihrem Diagramm dargestellt hatten?

Topf: Ich möchte den zweiten Teil Ihrer Frage vorziehen: Es hatte sicherlich nicht jeder Befragte einen vollständigen Überblick über die Mischungsmöglichkeiten. Nicht jeder konnte alle Fragen beantworten bzw. für alle Kreise eine Antwort geben.

Die Übereinstimmung der einzelnen Antworten war jedoch interessanterweise sehr gut. Es waren die Noten 1—5 möglich. Beispielsweise für die Mischung Normal-Polyester mit Baumwolle wurde ein Wert 4,6 errechnet. Die Einzelantworten lauteten 22 Note 5, 8 Note 4, 1 Note 3 und 1 Note 2. Die Streuung der Aussagen war also relativ gering.

Siegl: Unter „Faserlegierung“ verstehe ich jedes beliebige Mischungsverhältnis. Hier wird aber immer wieder nur über die primitiven Wald- und Wiesenmischungen wie 50/50, 70/30, 60/40, die mit den Maschinen, die Sie gezeigt haben, ohnedies praktisch mischbar sind, gesprochen. Nicht mischbar sind aber eigentlich all jene Mischungsverhältnisse, die man früher unter der Bezeichnung „low-blends“ klassifiziert hat, aber wieder völlig verschwunden sind. Wie machen Sie nun eine Mischung, wenn Sie 95 : 5 oder 90 : 10 mischen wollen?

Topf: Es ist schwierig, darauf eine kurze und doch umfassende Antwort zu geben. In einem Referat wie dem heutigen muß man sich — meines Erachtens — auf Verhältnisse beschränken, die die Mehrzahl der Garne am Markt erfassen. Die von Ihnen genannten Mischungen sind selten. Ich würde zur Herstellung solch ausgefallener Mischungen Versuche auf dem Rieter-Contimeter durchführen, um über diesen Weg eine entsprechende Lösung zu finden. Diese Anlage bietet die Möglichkeit, alle Bandbreiten der Mischung flexibel einzustellen.

Eine Spinnerei, die 5 % einer anderen Faser in der Flocke zumischt, dürfte es sich auch leisten können, einmal nicht besonders auf den Preis zu achten. Dann bieten sich auch

noch klassische Wege an. Daß die von Ihnen genannten Mischungen seltener geworden sind, stimmt sicher. Ich sehe die Ursache aber mehr in den Kosten als in den technischen Schwierigkeiten.

Dollmayer: Es hat mich richtig schockiert, daß von 29 Betrieben nach Ihrer Umfrage eigentlich keiner nach den Richtlinien der Chemiefaserhersteller arbeiten soll.

Topf: Wir haben einerseits die Spinnereipläne in 29 Spinnereien aufgezeichnet und andererseits mit den Fachleuten der Chemiefaserindustrie und des Maschinenbaus einen Spinnplan ausgearbeitet, den wir für optimal halten. Beim Zusammenlegen dieser beiden Pläne ergab sich eine Diskrepanz.

Die Spinner haben offensichtlich festgestellt, daß sie auch ein Garn verkaufen oder in ihren Artikeln als Spinnweber einsetzen können, das nicht nach dem von den Chemiefaserherstellern und den Maschinenfabriken als optimal angesehenen Spinnplan hergestellt wird. Natürlich wäre es besser, alle würden optimal arbeiten, aber wir müssen auch bestimmte wirtschaftliche Gegebenheiten anerkennen, die nun einmal zwischen den Spinnereien verschieden sind.

Dollmayer: Wenn die Wirtschaftlichkeit daran schuld ist, daß nicht „optimal“ gearbeitet wird, so wäre doch der Schluß zu ziehen, die Verarbeitungshinweise wirtschaftlicher und praxisnäher zu gestalten.

Topf: Darüber läßt sich nachdenken. Wir möchten aber in unseren technischen Empfehlungen nur ungern von den von allen Seiten als technisch optimal anerkannten Vorschlägen abgehen. Wir glauben — und es wird niemand ernstlich widersprechen wollen —, daß die beiden gezeigten Spinnpläne technisch optimal sind. Die tatsächlichen Spinnpläne muß jeder Spinner mit sich selbst ausmachen. — zumal er auch dabei seine Gegebenheiten vom Detail berücksichtigen kann.

Dollmayer: Mich interessiert das deshalb, weil ich weiß, wieviel Mühe es macht, solche Empfehlungen zu erstellen. In anderen Teilen der Welt gibt es solche Empfehlungen gar nicht, trotzdem werden dort Chemiefasern mit bestem Erfolg verarbeitet.

Topf: Das ist unbestritten.

Herzog: Wenn man nach einem etwas kritischeren Spinnplan vorgeht oder eine kritische Spinnmischung verarbeitet, dann ist das je nach Artikel in 90 oder 95 oder vielleicht in 99 von 100 Fällen sehr gut durchführbar. Plötzlich entsteht aber ein Produkt, bei dem die Ungleichmäßigkeit der Mischung zu Fehlern, zu Wolkigkeiten oder zu Streifigkeiten führt. Es kommt zu Reklamationen, die wir dann behandeln müssen. In all diesen Fällen müssen wir feststellen, daß der angewendete Spinnplan die Schuld an den nicht einwandfreien Artikeln trägt. Denken wir z. B. nur an einen Bicolor, dessen mögliche Fehlerhaftigkeit oft schon im Spinnplan eingebaut ist.

Schlußwort

Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl,
Präsident des Österreichischen Chemiefaser-Instituts,
Wien

Sehr geehrte Damen und Herren!

Wir haben nunmehr 2¹/₂ Tage im Rahmen der 15. Internationalen Chemiefasertagung bei Vorträgen und gemeinsamen Diskussionen unter dem Titel „Chemiefaserlegierungen“ verbracht. Ihre zahlreiche Teilnahme an den einzelnen Referaten und die regen Diskussionen im Anschluß daran haben Ihr deutliches Interesse an dem behandelten Themenkreis aufgezeigt, und ich

darf deshalb nun beim Abschluß unserer diesjährigen Dornbirner Tagung der Hoffnung Ausdruck geben, daß Sie alle in Ihrem Fachwissen und mit zahlreichen wertvollen Anregungen bereichert die Rückreise antreten und die gewonnenen Erkenntnisse zum Nutzen Ihrer Unternehmen einsetzen können.

Ich danke Ihnen allen, insbesondere aber den Vortragenden, an der diesjährigen Veranstaltung, aufrichtig für Ihre Bemühungen.

Ich gebe Ihnen schon jetzt den Termin der nächsten Dornbirner Chemiefasertagung bekannt:

Die 16. Internationale Chemiefasertagung wird wieder in Dornbirn, und zwar vom 20. bis 22. September 1977, stattfinden und sich mit dem Rahmenthema

„*Neue Verfahren bei Produktion und Verarbeitung von Chemiefasern*“

befassen. Ich möchte Sie schon heute zu dieser Veranstaltung herzlich einladen.

2. Internationales Chemiefasersymposium in Kalinin, UdSSR

Ende Mai — Anfang Juni 1977 findet im Allunionsforschungsinstitut für Synthesefasern in Kalinin das vom Ministerium der chemischen Industrie der UdSSR und von der Mendelejew-Gesellschaft organisierte 2. Internationale Chemiefasersymposium statt. Das Organisationskomitee sieht die Abhaltung von Plenarsitzungen vor, die der künftigen Entwicklung der Chemiefaserindustrie gewidmet werden. Einzelne Arbeitskreise werden sich mit folgenden Themen beschäftigen:

1. physikalisch-chemische Probleme der Chemiefaserherstellung,
2. die Technologie der Chemiefasern,
3. Prozesse und Anlagen der Chemiefaserindustrie,
4. die Verarbeitung der Chemiefasern (Färberei und die Ausrüstung),
5. neue und modifizierte Chemiefasern, sowie
6. der Umweltschutz in der Chemiefaserindustrie.

Das 1. Internationale Chemiefasersymposium, das im Mai 1974 abgehalten wurde, konnte einen großen Teilnehmerkreis aus verschiedenen Ländern heranziehen.

Für das 2. Internationale Chemiefasersymposium haben bereits mehr als 300 Fachleute ihre Teilnahme angekündigt. Unter ihnen sind solche Autoritäten wie Prof. K. Dimov (VRB), Prof. Ziabicki (VRP), Prof. Dr. H. Klare (DDR), Prof. Dr. Krejci (CSSR), Prof. Dr. H. Mark (USA), Dr. L. Odor (UVR), Dr. J. Ruzicka (CSSR), Dr. Sakurai (Japan), Prof. Dr. Sihtola (Finnland) sowie die Professoren W. Korschak, S. Pankov und S. Rogovin (UdSSR).

Interessante, den verschiedensten Problemen der Herstellungstechnologien von Polymeren und Chemiefasern gewidmete Vorträge sind bereits aus sozialistischen Ländern, aus Großbritannien, den USA, Japan sowie aus anderen Ländern eingelangt. Zahlreiche Referate werden von namhaften sowjetischen Wissenschaftlern gehalten werden.

Stv. Vorsitzender des Organisationskomitees
des 2. Internationalen Chemiefasersymposiums
gez. Prof. A. S. Tschegolja

*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

INSERENTENVERZEICHNIS

	Seite
AUSTRIA FASERWERKE Ges. m. b. H., 4860 Lenzing	14
BASF Österreich Ges. m. b. H., 1131 Wien	18/19
Chemiefaser Lenzing AG, 4860 Lenzing	
Faserverkauf	51
Gewebeverkauf	151
SFA/SFM	127
Chemische Fabrik Stockhausen & Cie., D-415 Krefeld	97
Hoechst Austria AG, 1125 Wien	135
Wilhelm Höhnel KG, 4021 Linz	157
KRONOS TITAN-GMBH, D-5090 Leverkusen	59
Ingenieure Mayreder, Kraus & Co., Baugesellschaft m. b. H., 4021 Linz	65
Wilhelm Neuber KG, Chemische Fabrik, 1061 Wien	143
Österreichische Chemische Werke Ges. m. b. H., 1151 Wien	143
Maschinenfabrik Rüti AG, CH-8630 Rüti (Zürich) Schweiz	35
SEMPERIT Aktiengesellschaft, 1041 Wien	89
SPRECHER & SCHUH Gesellschaft m. b. H., 4020 Linz	45
Robert Streit, Büro — Organisation, 3302 Amstetten	80
Ing. Gottfried Tschamler, 1191 Wien	117