

LENZINGER BERICHTE

März 1975

Folge 38

Vorträge, gehalten auf der 13. Internationalen Chemiefasertagung vom 10. bis 12. September 1974 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	7
Grußbotschaft des Fachverbandes der Österreichischen Textilindustrie	
Generaldirektor DDr. Franz Josef Mayer-Gunthof, Wien	8
Verleihung des Studienförderungspreises 1974	
Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Wien	10
Kondensationsprodukte der Pyrrolidoncarbonsäure mit Diaminen und Diolen	
Dipl. Ing. Ingo Marini, Wien	10
UV-Stabilisatoren für aromatische Polyamide	
Dr. Bernhard Küster, Stuttgart	12
Elektrokinetische Untersuchungen an Faser-Elektrolyt-Phasengrenzflächen	
Dr. Gayyur Erk, Darmstadt	14
Untersuchungen zur hydrothermischen Fixierung von Polyesterfasern	
Dr.-Ing. H.-A. Roth-Walraf, Mönchengladbach	15
Makromoleküle im biologischen Raum	
Professor Dr. Manfred Eigen, Göttingen	17
Die Veränderung der Dehnungskomponenten von falschdrahttexturierten Polyamid-6-Fäden in Abhängigkeit von technologischen Parametern	
Dr.-Ing. István Kerényi, Budapest	27
Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet des OE-Spinnverfahrens	
Dr.-Ing. Erich Kirschner, Denkendorf	34
Einige neue Aspekte der Splitfasertechnologie	
Dr.-Ing. Joachim Gayler, Wuppertal	49
Die Verarbeitung texturierter Polyestergarne in der Weberei	
Dr. Friedrich Unger, Frankfurt am Main	63
Industrielle Meterwarenfertigung in der Rundstrickerei	
Dr.-Ing. Gerhard Bröckel, Winterthur	75
Neue Technologien zur Verarbeitung von speziellen Chemiefasern in der Textilindustrie, insbesondere in der Maschenwarenindustrie	
Dr.-Ing. Bohumil Piller, Brno	87
Neuere Ergebnisse bei der strahlentechnischen Modifizierung textiler Materialien	
Professor Dr.-Ing. habil. Wolfgang Bobeth, Dr.-Ing. Adolf Heger, Dr.-Ing. Helmar Päßler, Dresden	98
Die Anwendungsmöglichkeiten der Beflockung auf dem Textilgebiet	
Dipl.-Ing. Michel Sieroff, Lyon	108

Der Einfluß des Rohstoffs Fasern und seiner Eigenschaften auf Herstellung und Verwendbarkeit von Vliesstoffen Dr.-Ing. Wilhelm Lauppe, Weinheim-Bergstraße	122
Strecken ohne Nadelstäbe in der Langfaserspinnerei Ing. (grad.) Bernd Lagemann, Ingolstadt	134
System Ring und Ringläufer für synthetische Stapelfasern und deren Mischungen Dipl. Kfm. Hans-Joachim Fürst, Mönchengladbach	145
Bikomponentenfasern Dr. Oskar Heuberger und Dr. A.J. Ultee, Waynesboro/Virginia	154
Prüfen in einem modern organisierten Textillabor Dr.-Ing. Rolf Guse, Reutlingen	164
Einflußgrößen für die Makrostrukturentwicklung und die thermische Stabilität texturierter Polyesterfäden Professor Dr. G. Valk, Dr. G. Heidemann, Dr.-Ing. H.-J. Berndt und A. Bossmann, Krefeld	172
Verfahrenstechniken zur Strukturentwicklung und zur Strukturstabilisierung von Maschenwaren und Geweben aus texturierten Synthetics Dr.-Ing. Alfred Schraud, Seevetal/Maschen bei Hamburg	178
Stand und Zukunft der Texturierung (Podiumsdiskussion) Diskussionsleiter: Professor Dr.-Ing. J. Lünenschloß, Aachen Teilnehmer : Dipl. Ing. H. Lorenz, Remscheid Dr.-Ing. F. Maag, Frankfurt am Main Dr. K.-H. Riggert, Frankfurt am Main Dr.-Ing. P. Schäfer, Charlotte/USA Dr. H. Scherzberg, Krefeld Dr.-Ing. B. Wulfhorst, Wuppertal	186
Textile Flächengebilde aus Chemiefasern in der Konfektion (Podiumsdiskussion) Diskussionsleiter: Dr. Dipl.-Chem. E. Kratzsch, Wuppertal Teilnehmer : K.H. Hölz, Kaiserslautern F. Kaun, Wuppertal Dr. J. Mecheels, Hohenstein Ing. B. Rhomberg, Dornbirn Dr. F. Thater, Bielefeld-Windelsbleiche Dipl. Ing. G. Winkler, Augsburg L.A. Wiseman, O.B.E., B. Sc., A.R.I.C., F.T.I., Didsbury/Manchester	213
Die chemische Industrie im Dienste der Menschheit Willi Hoerkens, Frankfurt (M.) - Hoechst	234
Schlußwort Generaldirektor KR Rudolf H. Seidl, Lenzing	241
Inserentenverzeichnis	242

Eröffnungsansprache

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

Meine sehr geehrten Damen und Herren!

Ich möchte Sie anlässlich der 13. Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn herzlich willkommen heißen und freue mich, daß Sie auch diesmal wieder unserem Ruf so zahlreich gefolgt sind, sodaß ich heute wie schon so oft ein Fachpublikum aus mehr als 20 Staaten der Welt begrüßen kann. Mein besonderer Gruß und Dank gilt selbstverständlich auch allen Referenten, an deren Spitze heuer zum ersten Mal ein Nobelpreisträger steht. Das Thema der diesjährigen Tagung lautet: „Chemiefasern und moderne Technologien zu ihrer Verarbeitung“.

Ich gebe Ihnen zuerst einen zahlenmäßigen Überblick über die Chemiefaserproduktion der Jahre 1972 und 1973, denn daraus kann man am besten ersehen, welche Bedeutung den Chemiefasern heute in der Textilwirtschaft zukommt. Es wäre heute nicht mehr möglich, die Menschheit zu bekleiden, wenn wir allein auf die Naturprodukte Baumwolle, Schafwolle und Hartfasern angewiesen wären. Es wäre undenkbar, das Problem der Bekleidung bis zum Jahre 2000 ohne Chemiefasern zu lösen, wenn sich die Weltbevölkerung so vermehrt, wie dies von den Wissenschaftlern vorausgerechnet wird; diese Berechnungen werden jedoch leider den Tatsachen entsprechen.

Übersicht über die Faserproduktion — weltweit gesehen (in 1000 t)

Produkt		1972	1973	
Naturfasern — Chemiefasern				
Baumwolle		12.828	12.995	
Wolle		1.484	1.404	
Seide		40	40	
Viskose	Fasern	2.362	2.450	= 3.840
	Fäden	1.338	1.390	
Polyester	Fasern	1.383	1.640	= 3.150
	Fäden	1.133	1.510	
Polyamide	Fasern	396	465	= 2.705
	Fäden	2.012	2.240	
Acryl	Fasern	1.274	1.560	= 1.566
	Fäden	5	6	
Sonstige,	insgesamt	320	340	
Total: Chemiefasern und -fäden		10.223	11.601	

Das Jahr 1973 war ein bewegtes Jahr, das in vieler Hinsicht einen Markstein, aber vielleicht auch einen Wendepunkt auf dem Wege der Entwicklung unseres Industriezweiges bedeutet. Vorweg soll festgestellt werden, daß das Jahr 1973 für die Chemiefaserindustrie ein gutes Jahr gewesen ist. Die Welt-

produktion von Zellulose- und Synthefasern hat insgesamt eine Höhe von 11.601 Mio. t erreicht und liegt damit um 13 % höher als 1972. Von dieser Gesamtproduktion halten Westeuropa und die Vereinigten Staaten von Amerika jeweils etwa 30 %, auf Japan entfallen rund 15 % und die restlichen 25 % auf die übrige Welt, einschließlich des Ostblocks.

Die Erzeugung von Zellulosefasern hat mit 3,9 Mio. t eine Zuwachsrate von 5 % verzeichnet und damit nach einer gewissen Stagnation in den Vorjahren einen Rekord erbracht. Insbesondere die Produktion von zellulosischen Stapelfasern hat mit ca. 2,5 Mio. t eine beachtliche Zunahme verzeichnet.

Bei den Synthefasern hat sich das Aufkommen von 6,52 Mio. t im Jahre 1972 auf 7,76 Mio. t im Jahre 1973 erhöht, was einer Steigerungsrate von 18 % entspricht. Die Zunahme bei Filamenten und Stapelfasern halten sich dabei ungefähr die Waage.

Die Polyester- und Acrylfaserproduktion hat sich viel stärker erhöht als die von Polyamidfasern. Bei der erstgenannten Gruppe wurde mit einem Ausstoß von 3,15 Mio. t eine Zunahme von 23 % und bei Acrylfasern mit 1,56 Mio. t eine solche von 22 % erzielt. Bei den Polyamiden, deren Erzeugung 2,70 Mio. t erreichte, beträgt die Zunahme hingegen nur 11 %. Wenn sich für Polyamide die Produktion der Garne viel langsamer entwickelt hat (+10 %) als die der Fasern (+17 %), so weisen bei den Polyestern umgekehrt die Garne eine viel höhere Steigerungsrate (+30 %) auf als die der Fasern.

Nachdem das Aufkommen an Naturfasern im vergangenen Jahr nur relativ geringfügige Schwankungen verzeichnete, hat sich der Anteil der Chemiefasern im Jahre 1973 im Gesamttextilverbrauch auf 44,5 % erhöht, was gegenüber dem Vorjahr eine weitere Steigerung um 3 % bedeutet.

Produktionsmäßig kann also das Jahr 1973 als ein sehr günstiges Jahr angesehen werden. Was die Preise anbelangt, so war schon seit Herbst 1972 eine leichte Verbesserung erkennbar, wobei man allerdings nicht übersehen darf, daß die Durchschnittspreise der Chemiefasern noch immer niedriger sind als im Jahre 1969. Das bedeutet, daß von dieser Seite keine Schuld an der Beschleunigung der Inflation vorliegt. Soweit Preiserhöhungen notwendig waren, liegen deren Ursachen bei den drastischen Preissteigerungen der Rohstoffe, vor allem des Erdöls, aber auch des Holzzellstoffs.

Die starke Nachfrage nach Chemiefasern im vergangenen Jahr hat eine bessere Auslastung der Kapazitäten ermöglicht, eine Situation, die auch im ersten Halbjahr 1974 angehalten hat. Freilich sollte man aus den Erfahrungen der ausklingenden sechziger Jahre gelernt haben und bei weiteren Expansionsplänen, insbesondere auf dem Synthefaserektor, überlegen, ob nicht wieder die Gefahr von Überkapazitäten heraufbeschworen wird, die dann zu unerfreulichen Störungen des wirtschaftlichen Gleichgewichts führen könnten. Eine sinnvolle Zusammenarbeit zwischen Chemiefaserindustrie und den Organisationen der Textilindustrie wäre hier zweifellos wünschenswert, genauso wie auf der anderen Seite eine bessere Verständigung mit den in Betracht kommenden Sektoren der petrochemischen Industrie notwen-

dig erscheint. Das vergangene Jahr hat uns bewiesen, daß wir alle in einem Boot sitzen und daß ein sinnvolles Miteinander volkswirtschaftlich größeren Nutzen bringen kann als der Alleingang jeder einzelnen der genannten Gruppen.

Da die gegenwärtige Beruhigung auf den Rohölmärkten auch nur eine scheinbare sein könnte, ist eine intensive Marktforschung, wie wir sie im Rahmen des CIRFS und auch in Österreich betreiben, sowie eine genauere Erfassung der Zusammenhänge zwischen Textilkonjunktur und Preisentwicklung bei Synthese- und Naturfasern anzustreben. Bei aller Vorsicht der Beurteilung wird jedoch angenommen werden dürfen, daß die gegenwärtige negative Phase andauern wird und daß wir ab dem ersten Halbjahr 1976 hoffentlich wieder eine Expansion auf diesem Sektor erleben werden. Inflation, Währungs- und Energiekrise sowie Kostensteigerungen machen allerdings derzeit jede Vorschau reichlich problematisch.

Im Jahre 1975 wird sich daher die Chemiefaserindustrie in einer Schere zwischen sehr hohen Rohstoffkosten und einem sehr hohen Druck auf die Chemiefaserpreise befinden. Die Rohstoffkapazitäten sind im Vergleich zu den Verarbeitungskapazitäten in der Chemiefaserindustrie derzeit zu klein. Es wird noch ungefähr zwei Jahre dauern, bis in der petrochemischen Industrie genügend Kapazität geschaffen ist, um die heutigen Kapazitäten in der Chemiefaserindustrie zu decken. Die Folge davon ist, daß sich für die Rohstoffe ein relativ sehr starker Markt ergeben wird.

Die Chemiefaserindustrie wird also trotz eines schwachen Textilmarktes ihre Preise entsprechend verteidigen müssen, weil sie sonst bei den hohen Rohstoffpreisen und den ständig steigenden Löhnen in eine Situation kommt, die zu krisenähnlichen Erscheinungen führen könnte, wie wir sie in der zweiten Hälfte der sechziger Jahre hatten.

Das Jahr 1975 wird ein sehr schwieriges Jahr werden. Es wird von der klugen Politik aller Chemiefaserwerke abhängen, ob auch weiterhin entsprechende finanzielle Erfolge auf diesem Sektor gesichert werden können, was durch den hohen Kapitaleinsatz in dieser Industriegruppe mehr als berechtigt ist.

Was die Lage der österreichischen Chemiefaserindustrie betrifft, so hat das Jahr 1973 auch für sie manchen Fortschritt gebracht. Die Chemiefaser Lenzing AG hat die 90.000-t-Grenze bei der Produktion zellulosischer Spinnfasern erreicht, und außerdem konnte die neue Acrylfaserfabrik im 2. Halbjahr 1973 in Lenzing ihren Betrieb aufnehmen. Wenngleich diese Anlage mit ihrer Jahreskapazität von 7000 t im internationalen Größenvergleich bescheiden zu nennen ist, hat das Produkt doch vom Start weg im Hinblick auf seine Qualität guten Anklang gefunden, und die Verkaufsmöglichkeiten werden einen raschen Ausbau des Werkes auf etwa die doppelte Kapazität ermöglichen. Auch bei den Austria-Faserwerken, die bekanntlich von der Farbwerke Hoechst AG und der Chemiefaser Lenzing AG gemeinsam betrieben werden, konnte ein weiterer Ausbau der Kapazität in Angriff genommen werden, sodaß in absehbarer Zeit mit einem Ausstoß von rund 21.000 t pro Jahr zu rechnen sein wird. Die Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik AG in St. Pölten hat sich mit der Erzeugung von Rayon mit über 14.000 Jah-

restonnen gut behauptet, wobei das Programm seinen Schwerpunkt in zunehmendem Maße bei Reifenrayon findet. Die Chemie Linz AG schließlich, die als jüngstes Unternehmen der österreichischen Chemiefaserindustrie vor zwei Jahren mit einer Erzeugung von Fasern, Fäden, Folien und Vliesen aus Polyolefinen auf den Plan getreten ist, hat im abgelaufenen Jahr gleichfalls eine günstige Entwicklung genommen. Zur Zeit liegt die Jahresproduktion bei 5000 t, und im Jahre 1975 ist eine weitere Expansion zu erwarten.

Ein Überblick über die Entwicklung der Gesamtlage kann an der Situation der Textilindustrie nicht vorbeigehen. Die europäischen Integrationsbemühungen setzen stabile und möglichst gleiche Wettbewerbsbedingungen voraus. Eine dirigistische Wechselkurspolitik, von binnenwirtschaftlichen Konjunktur- und Indexüberlegungen bestimmt, kann dabei nicht als zielführend zur Erreichung einer ausgeglichenen Leistungsbilanz und damit der Zahlungsfähigkeit Österreichs auf längere Sicht angesehen werden.

Die Rohstoffpreissteigerungen des letzten Jahres, Schilling-Aufwertungen und Erhöhungen der Produktionskosten haben die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Textilwirtschaft stark beeinträchtigt und ihr, die sich im Inland immer stärker dem Importdruck aus den Dumpingpreisländern ausgesetzt sieht, auch im Ausland die Behauptung ihrer Exportpositionen weiter erschwert. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß Inflationsbekämpfung nicht zu einseitig zu Lasten der Wirtschaft und der Industrie gehen sollte. Die Lasten müßten möglichst gleich von allen Wirtschaftspartnern getragen werden, was zur Mäßigung auf allen Sektoren mahnt. Ein Stagnieren der Wirtschaftstätigkeit bei weiter anhaltenden Preissteigerungen, also die gefürchtete „Stagflation“, wäre das Bedenklichste an dieser unerfreulichen Entwicklung.

Chemiefaserindustrie und Textilindustrie bleiben also nach wie vor aufeinander angewiesen und miteinander auf Gedeih und Verderb verbunden. Wenn noch vor 25 Jahren die Chemiefasern kaum 20 % des Bedarfs der Menschheit an textilen Rohstoffen decken konnten und dieser Anteil 1973 bereits auf fast 45 % gestiegen ist, so haben Wissenschaft und Forschung, Technik und Wirtschaft in diesem vergangenen Jahrhundert gemeinsam das große Verdienst an diesem beispiellosen Siegeszug der Chemiefasern. Damit ist der Weg beschritten, der es gestattet, die Bekleidungsprobleme einer rasant steigenden Weltbevölkerung ohne Schwierigkeiten zu lösen. Die noch vor uns liegenden Probleme bei der Entwicklung der Chemiefasern sollten bis zur Jahrtausendwende restlos gelöst sein, da bis dahin für die Gewinnung der natürlichen Textilfasern immer weniger Boden zur Verfügung stehen wird.

Die Textil- und Bekleidungsindustrie ist durch den dynamischen Aufschwung der Chemiefasern revolutioniert worden, und sowohl die Spinnerei, die Weberei und die Wirkerei als auch die Konfektion haben neue Impulse erhalten. Zukunftsweisende Technologien haben die Maschenindustrie zu Neuentwicklungen angeregt, und so ist ein weites Gebiet neuer technischer und wissenschaftlicher Gegebenheiten in kaum mehr übersehbarer Fülle entstanden. Es lag deshalb nahe, heuer internationale Experten auf

allen diesen Fachgebieten zu unserer Chemiefasertagung nach Dornbirn einzuladen. Der Meinungs- und Erfahrungsaustausch soll hier in gewohnt offener Diskussion vor allem klären helfen, wo wir heute stehen und wohin der Weg weiter führen wird.

Wenn unsere 13. Internationale Chemiefasertagung mit ihren Vorträgen und Diskussionen dazu beitragen kann, manches Problem einer Lösung näherzubringen, so ist der Hauptzweck dieses nun schon traditionsreichen Symposiums erreicht.

Wie immer gilt daher mein besonderer Dank den internationalen Experten aus neun Staaten des Westens und des Ostens, die mit ihren Beiträgen den

Charakter unserer Tagung prägen. Mein Dank gilt aber auch der Presse, die von Jahr zu Jahr mithilft, diesem Forum jenes Interesse und jenes Echo zu sichern, das uns als Veranstalter immer wieder mit Freude erfüllt.

Ich begrüße darüberhinaus nochmals den großen Teilnehmerkreis, der nun seit Jahren immer wieder nach Dornbirn kommt, und hoffe, daß er nicht nur sachlich bereichert, sondern auch mit guten Erinnerungen an unser gastliches, schönes Land Vorarlberg nach Hause zurückkehren wird.

In diesem Sinne eröffne ich die diesjährige 13. Internationale Chemiefasertagung und wünsche einen erfolgreichen Verlauf.

Grußbotschaft der Internationalen Chemiefaservereinigung

Professor J. L. Juvet
Generaldirektor des C. I. R. F. S., Paris

Diese 13. Dornbirner Tagung findet statt in einem Jahr schwerwiegender Veränderungen in der Weltwirtschaft und hauptsächlich in der Industrie der Chemiefasern, die von der Energiekrise und von den Preissteigerungen der Rohstoffe direkt betroffen ist. Daher scheint eine Überprüfung dieser Ereignisse, die eine direkte — mehr oder weniger variierende — Wirkung auf alle von der Petrochemie abhängigen Industriezweige haben wird, angebracht und hauptsächlich die des Phänomens der vierfachen Erhöhung der Preise des Brutto-Erdöls.

Tatsächlich, und das wissen Sie sicher, begannen die Versorgungsschwierigkeiten nicht erst mit dem Erdöl-embargo im letzten Herbst, sondern schon Anfang 1973, da infolge einer wesentlichen Preiserhöhung eine massive Verschiebung der Nachfrage von Naturfasern auf Chemiefasern stattfand; diese Verschiebung bewirkte andererseits einen Ausgleich der Lagerbestände in der verarbeitenden Industrie und demzufolge eine Nachfrage nach Kunst- und Synthefasern, die den tatsächlichen Effekt dieser Verschiebung weitgehend überstieg. In der zweiten Hälfte 1974 ist unsere Industrie Gegenstand zweier widersprüchlicher Schätzungen, was ihre kurz- und mittelfristige Zukunft betrifft. Von einigen wird angenommen, daß die Erhöhung der Rohstoffpreise einen Rückgang der Nachfrage nach Chemiefasern zur Folge haben könnte; andererseits denken einige Sachverständige, daß die Faserproduktion durch den Mangel an Nebenprodukten der Petrochemie gebremst werden wird. Ich möchte, ganz kurz, diese beiden Positionen näher untersuchen, die — obwohl auf unbestreitbaren Tatbeständen begründet — nur zum Teil der Wahrheit entsprechen.

Als erstes kann man nicht abstreiten, daß die Preiserhöhungen für Naphtha und dessen Nebenprodukte einen Einfluß auf die Chemiefaserpreise ausüben werden. Wenn man sich auch, was die Preise anbelangt, vor einer linearen Extrapolation vorsehen sollte, kann man dennoch annehmen, daß die Preiserhöhung des Brutto-Erdöls im Durchschnitt ungefähr 75 Pfennige pro Kilo Synthefasern ausmachen wird. Reicht dies schon aus, um den Rhythmus des langfristigen Wachstums unserer Fasern in Gefahr zu bringen? Das glaube ich keinesfalls; diese Erhöhung wird nicht einmal genügen, die Konkurrenz, die die Chemiefasern auf die Naturfasern ausüben, zu bremsen. Das Zurückweichen, das im Moment in mehreren Faserfamilien spürbar ist, erklärt sich durch das Nachlassen des Wachstums des Bruttonationalproduktes in mehreren Ländern und durch den Textilzyklus, dessen negative Phase im ersten Semester 1975 zu Ende gehen dürfte.

Man kann also aus diesem Grunde nicht von einem Wachstumsstillstand unserer Industrie sprechen, sondern lediglich von konjunkturellen und zyklischen Schwankungen, mehr noch, wie ich zuvor erwähnte, von Ausgleichungen der Lagerbestände innerhalb der Textilindustrie.

Was den Rohstoffmangel anbelangt, besteht Anlaß zu folgenden Erläuterungen: Bis 1972 drückten beträchtliche Überschüsse der Produktionskapazität auf die Preise der Nebenprodukte des Naphtha, was die Petrochemiefirmen kaum zu neuen Investitionen anregte, woraus der Engpaß von 1973/74 zu erklären ist. Für die Zukunft kann man zusammenfassend schließen, indem wir uns einerseits auf die kürzlich vom CIRFS herausgegebenen Voranschläge der Chemiefasernachfrage und andererseits auf die zukünftigen Kapazitäten der Petrochemieindustrie stützen, daß das langfristige Objektiv, das in den Studien des CIRFS festgelegt ist, erreicht werden kann, daß jedoch Versorgungsschwierigkeiten in den positiven Phasen der Textilzyklen für Produkte wie Glyköl oder Cyclohexanon auftauchen können vor allem dann, wenn die Textilzyklen sich in den Vereinigten Staaten, in Europa und in Japan gleichzeitig entwickeln, wie das momentan der Fall

ist. Soweit dies möglich ist, sollte unsere Industrie die Wege und Möglichkeiten im Einklang mit der verarbeitenden Industrie ergründen, um zu starke Auswirkungen dieser Zyklen auszuschalten, schon deshalb, weil das Angebot an Fasern von der Existenz einiger überschüssiger Prozentsätze von Faserkapazitäten abhängt.

Wenn dagegen die Regierungen — was zur Zeit nicht der Fall zu sein scheint — strikte Maßnahmen auf dem Gebiet der Pollution durch Blei treffen werden, wird sich ein Fehlen von aromatischen Produkten auf dem Markt bemerkbar machen. Um Investitionen auf dem Petrochemiesektor zu unterstützen, erscheint es schließlich dringend nötig, daß die Länder der EWG und der OECD ihre jeweilige Energiepolitik miteinander in Einklang bringen, da sonst künstliche oder sogar widersprüchliche Strömungen des internationalen Handels, die die Folge wechselnder Politik sind,

auftauchen können, was nicht unbedingt zu Investitionen anregt. Zusammenfassend glaube ich sagen zu können, daß man in bezug auf den Stand der Versorgung unserer Industrie ziemlich optimistisch sein kann, sich aber im klaren darüber sein muß, daß einige überwindbare Probleme noch zu lösen sind.

Das ausgewählte Thema dieser Tagung zeigt, daß die Erlebnisse, die wir hinter uns haben, den laufenden Fortschritt innerhalb der gesamten Textilindustrie und hauptsächlich innerhalb der Chemiefaserindustrie nicht aufhalten konnten. Der Dynamismus unserer Industrie, sicher auch durch von außen kommende Elemente wie die, die ich kurz erwähnte, beeinflusst, hängt hauptsächlich von den entfaltetten Anstrengungen innerhalb der Firmen — durch Forscher und Ingenieure — ab. Deshalb wünsche ich im Namen des CIRFS, daß diese Tagung sich an der Schwelle eines blühenden Abschnittes für unsere Industrie befände.

Grußbotschaft

des Präsidenten des Fachverbandes der Österreichischen Textilindustrie
Generaldirektor
DDr. Franz Josef Mayer-Gunthof, Wien

Es freut mich außerordentlich, als Vorsteher des Fachverbandes der Textilindustrie Österreichs auch heuer wieder an der Eröffnung der Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn teilnehmen zu können. Die Jahr für Jahr rege Beteiligung an dieser Veranstaltung zeigt, mit welchem Interesse die Textilindustrie die Entwicklung und laufende Verbesserung der Chemiefasern verfolgt.

Welche Bedeutung den Chemiefasern als Rohstoff der österreichischen Textilindustrie zukommt und welcher ungeheuren Aufschwung dieser Sektor im Laufe der letzten 10 Jahre zu verzeichnen gehabt hat, geht aus den folgenden Zahlen hervor:

Der Verbrauch von textilen Rohstoffen aller Art durch die österreichische Textilindustrie erhöhte sich von 85 000 t im Jahre 1963 auf 135 000 t im Jahre 1973. Dies entspricht einer Zunahme um 59 %. Im selben Zeitraum ging der Verbrauch von natürlichen Fasern (Baumwolle, Wolle, Tierhaare, Flachs-, Hanf-, Jute-, Kokos- und Sisalfasern) um 5500 t auf 50 000 t zurück.

Der Verbrauch von Chemiefasern einschließlich der Spinnkabel und Endlosgarne erhöhte sich hingegen in dieser Dekade um rund 55 000 t auf 85 000 t (+ 145 %).

Der Anteil der Chemiefasern am Gesamtverbrauch der österreichischen Textilindustrie stieg von 35 % im Jahre 1963 auf 63 % im vergangenen Jahr.

Im einzelnen wurden im Jahre 1973 folgende Spinnstoffmengen verbraucht:

Baumwolle	24 500 t
Wolle und Tierhaare	10 000 t
Flachs und Hanf	7 500 t
Jute, Kokos, Sisal	8 000 t
Zellwolle	24 000 t
Synthetische Flocke und Spinnkabel	31 000 t
Synthetische und künstliche Endlosgarne	30 000 t
	<u>135 000 t</u>

Diese Zahlen lassen deutlich erkennen, welche Bedeutung den Chemiefasern heute als Rohstoff für die heimische Textilindustrie zukommt. Umso schmerzlicher war es daher, daß vor rund einem Jahr — im Anschluß an die Ölkrise — eine empfindliche Verknappung bei der Versorgung mit synthetischen Fasern eingetreten ist. Der Versorgungsengpaß war deshalb besonders kritisch, weil Österreich auf dem Gebiet der Synthesefasern ja weitgehend auf Importe angewiesen ist (im Jahre 1973 haben wir 7000 t Flocke, Kammzüge und Spinnkabel aus Polyester, über 2000 t aus Polyamid und rund 9000 t aus Polyacryl importiert, das sind fast 60 % des Gesamtverbrauchs).

Über eine inländische Rohstoffbasis verfügen wir nur bei Polyester, dank der Erzeugung durch die Austria-Faserwerke, in gewissem Umfang bei Polypropylen, durch die Produktion der Chemie Linz AG., und — erst im Aufbau befindlich — bei Acrylfasern, dank der jüngsten Initiative der Chemiefaser Lenzing AG.

Ich möchte diese Gelegenheit nicht versäumen, um unserem verehrten Freund, Präsident Rudolf Seidl, für seine nimmermüde Tatkraft bei der Schaffung eines Chemiefaserzentrums in Lenzing besonders zu danken. Wir verdanken ihm nicht nur die größte europäische Produktionsstätte für Zellwolle, sondern darüberhin-

aus den Anstoß zu einer vorbildlichen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in Lenzing (z. B. auf dem Gebiet der flammssicheren Ausrüstung von Zellulosefasern und der Entwicklung neuer Fasertypen für bestimmte Anwendungsbereiche). Außerdem hat er in einer Zeit, die noch durch Überkapazitäten und fallende Preise gekennzeichnet war, den Mut aufgebracht, sich an die Aufnahme der Acrylfaserproduktion zu wagen. Heute kann man sagen, daß seine unternehmerische Sehergabe bei dieser Investitionsentscheidung wieder einmal recht behalten hat.

Obwohl sich die mengenmäßige Versorgung mit synthetischen Spinnstoffen glücklicherweise inzwischen normalisiert hat, ist es zu Preissteigerungen gekommen, die — verglichen mit dem Zeitraum vor der Ölkrise — bis zu 100 % ausmachen. Auch Zellwolle ist von der Teuerungswelle betroffen, doch haben sich hier die Erhöhungen vergleichsweise in Grenzen gehalten.

Nach der Hausse der Wollpreise, die an ihrem Höhepunkt über 300 % betragen hat, und dem Anstieg der Baumwollnotierungen um über 100 % war die Preisentwicklung auf dem Synthetiksektor eine schwere Belastung für die Kostenrechnungen unserer Textilbetriebe. Die Kostenerhöhungen auf allen anderen Sektoren (Farben, Chemikalien, Heizöl, Löhne, Kreditkosten usw.) seien hier der Vollständigkeit halber nur am Rande erwähnt.

Auch unser lebenswichtiger *Textilexport* war im letzten Jahr infolge der ungünstigen Wechselkursentwicklung einerseits und wegen der ungenügenden Dotierung der Exportförderungsmittel andererseits einer schweren Belastungsprobe ausgesetzt, die von den Textilexporteurs die größten Opfer bei der Verteidigung ihrer Marktpositionen erfordert hat.

In einer Zeit, in der sich die österreichische Textilindustrie an die immer schärferen Konkurrenzverhältnisse in aller Welt und insbesondere auch an die Bedingungen, die durch den fortschreitenden Zollabbau gegenüber der EWG geschaffen werden, anzupassen hat, müssen wir die dringende Forderung erheben, daß die zuständigen öffentlichen Stellen der Textilindustrie jene notwendige Unterstützung bei allen Anliegen gewähren, die ihr angesichts ihrer Bedeutung für die österreichische Volkswirtschaft mit Recht zukommt.

Zu den vorrangigsten Anliegen zählen insbesondere die folgenden, bereits von der Bundeskammer vorgebrachten Wünsche:

- daß der **Exportfonds**, der dem enormen Bedarf in keiner Weise gerecht werden kann, den Realitäten und Bedürfnissen entsprechend aufgestockt wird, wobei die **Zinssätze** auf ein erträgliches Ausmaß zu senken wären;
- daß der starre **Rediskontrahen für Wechselkredite** mit Bundesbürgschaft nach Maßgabe des Wachstums der österreichischen Exporte erhöht wird;
- daß ein Teil der zweiten **Entwicklungshilfe-Milliarde** in Form erhöhter Zuweisungen dem Exportkreditverfahren nach Entwicklungsländern zugeführt wird;
- daß auf dem Sektor der **Währungspolitik** die Restriktionen bei Kapitalimporten stufenweise abgebaut werden und daß Kreditaufnahmen im Ausland bereits wieder zum Zeitpunkt der Hereinnahme von Exportaufträgen durchgeführt werden können;
- daß auf dem Sektor der **Handelspolitik** internationale Vereinbarungen geschaffen werden, die ungerechtfertigte Sperre des Exports von Roh- und Hilfsstoffen (wie wir sie bei Baumwolle und Erdöl erlebt haben) hintanhaltend;
- daß schließlich auf dem Gebiet der **Zollpolitik** gewährleistet wird, daß bei nachweislichen Dumpingimporten, die Marktstörungen verursachen oder zu verursachen drohen, alle vorhandenen gesetzlichen und vertraglichen Maßnahmen (wie das Antimarktstörungsgesetz, die Schutzklauseln in den Ostverträgen sowie das internationale Textilabkommen) volle Anwendung finden.

Wenn ich nach diesem Exkurs in die allgemeinen Anliegen der Textilindustrie wieder zur Chemiefaserindustrie zurückkehren darf, so möchte ich der Hoffnung Ausdruck verleihen, daß es den gemeinsamen Anstrengungen von Chemiefaserindustrie und Textilindustrie gelingen möge, auf dem Rohstoffsektor die Versorgungslage auf Dauer zu sichern, wobei wir insbesondere dem österreichischen Chemiefaserzentrum in Lenzing unter seinem Chef Seidl — nicht zuletzt auch aus egoistischen Gründen — den größten Erfolg wünschen.

Verleihung des Studienförderungspreises 1974

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

Vor vier Jahren hat das Österreichische Chemiefaser-Institut einem mit öS 50.000,- dotierten Studienförderungspreis geschaffen, der die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Thema „Chemiefasern“ anregen und abgeschlossene Arbeiten junger Akademiker auf diesem Gebiet auszeichnen sollte. Seither ist dieser Preis bei der alljährlich stattfindenden Chemiefasertagung im Rahmen der Eröffnungssitzung feierlich verliehen worden.

Auch 1974 wurden Arbeiten von erfreulich hohem Niveau eingereicht. Die Jury, die aus Vertretern der Chemiefaserindustrie und der Forschung besteht, stand deshalb vor einer schwierigen Wahl. Im Hinblick darauf wurde für dieses Jahr eine Aufstockung des für den Preis zur Verfügung stehenden Betrages auf öS 60.000,- bewilligt. Gestiftet wurde diese Summe gemeinsam von der Chemiefaser Lenzing AG, der Hoechst Austria AG, der Ersten Österreichischen

Glanzstoff-Fabrik AG, der Reuttener Textilwerke AG und anderen namhaften Unternehmen. Die Jury hat diesen Betrag in ein Studienförderungsstipendium sowie in drei Preise aufgeteilt.

Das Stipendium erhielt:

Dipl.-Ing. Ingo Gerhard Marini, Institut Professor Prey, Technische Hochschule Wien, für seine Arbeit „Kondensationsprodukte der Pyrrolidon-Karbonsäure mit Diaminen und Diolen“.

Weiters wurden ausgezeichnet:

Dr. Bernhard Küster, Institut Professor Herlinger, Universität Stuttgart, für seine Arbeit „Untersuchungen über den photolytischen Abbau von aromatischen Polyamiden und die Stabilisierung gegen UV-Licht mit substituierten Benzotriazolen“;

Dr. Gayyur Erk, Institut Professor Schurz, Technische Hochschule Darmstadt, für seine Arbeit „Elektrokinetische Untersuchungen an Faser-Elektrolytphasengrenzflächen“ und

Dr. Hans-Albrecht Roth-Walraf, Textilforschungsanstalt Professor Valk, Krefeld, für seine Arbeit „Untersuchungen zur hydrothermischen Fixierung von Polyesterfasern“.

Außerdem erhielt die von Dr. Christlieb Nord-schild, Institut Professor Herlinger, Stuttgart, über die „Darstellung und Eigenschaften neuer segmentierter Polyätherester“ geschriebene Arbeit lobende Anerkennung.

Kondensationsprodukte der Pyrrolidoncarbonsäure mit Diaminen und Diolen

Dipl.-Ing. Ingo Marini
Österreichisches Faserforschungsinstitut, Wien

Die Pyrrolidoncarbonsäure ist eine heterocyclische Carbonsäure mit drei funktionellen Gruppen: der freien Carboxylgruppe, der Lactamcarbonylgruppe sowie dem Lactamstickstoff mit einem freien Wasserstoffatom. Sie kommt bis zu 3 Prozent in der Zuckerrübenmelasse vor und kann daraus elektrolytisch oder über Ionenaustauscher gewonnen werden. Bei Bedarf steht sie also in größerer Menge zur Verfügung. Ferner ist sie durch Dehydratisierung von Glutaminsäure zugänglich, die in Japan bereits großtechnisch hergestellt wird (Abb. 1).

Was nun im speziellen meine Arbeiten betrifft, so habe ich mir zum Ziel gesetzt, einen Polymerkörper aufzubauen, der neben anderen, zu Polymerreaktionen befähigten Bausteinen auch die Pyrrolidoncarbonsäure bzw. leicht herzustellende Derivate derselben enthält.

Ein eingehendes Literaturstudium zeigt, daß schon seit etwa 1960 reges Interesse am Einsatz der Pyrrolidoncarbonsäure zum Aufbau von speziellen Polymerkörpern besteht. So wurde beispielsweise in Holland durch Vinylierung des Lactamstickstoffs die N-Vinylpyrrolidon-carbonsäure hergestellt, die radikalisch zur Polyvinylpyrrolidon-carbonsäure polymerisiert werden kann und in Form des Methylesters mit Acrylnitril copolymerisiert als wasserunlösliches Imprägnierungsmittel eingesetzt werden kann.

In meinem besonderen Fall galt es nun, ein neues, noch unbekanntes Derivat der Pyrrolidoncarbonsäure herzustellen, das zu Polymerreaktionen befähigt ist.

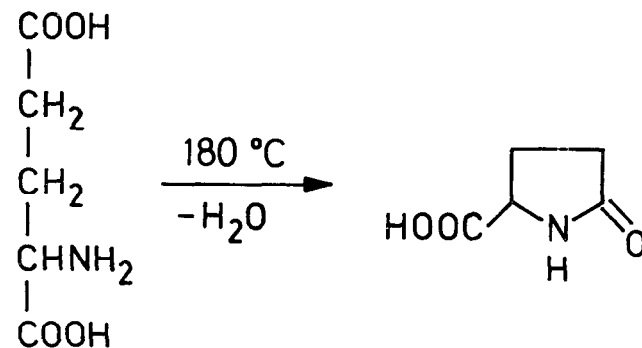


Abb. 1: Schema der Herstellung von Pyrrolidoncarbonsäure durch Dehydratisierung von Glutaminsäure

Verleihung des Studienförderungspreises 1974

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

Vor vier Jahren hat das Österreichische Chemiefaser-Institut einem mit öS 50.000,- dotierten Studienförderungspreis geschaffen, der die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Thema „Chemiefasern“ anregen und abgeschlossene Arbeiten junger Akademiker auf diesem Gebiet auszeichnen sollte. Seither ist dieser Preis bei der alljährlich stattfindenden Chemiefasertagung im Rahmen der Eröffnungssitzung feierlich verliehen worden.

Auch 1974 wurden Arbeiten von erfreulich hohem Niveau eingereicht. Die Jury, die aus Vertretern der Chemiefaserindustrie und der Forschung besteht, stand deshalb vor einer schwierigen Wahl. Im Hinblick darauf wurde für dieses Jahr eine Aufstockung des für den Preis zur Verfügung stehenden Betrages auf öS 60.000,- bewilligt. Gestiftet wurde diese Summe gemeinsam von der Chemiefaser Lenzing AG, der Hoechst Austria AG, der Ersten Österreichischen

Glanzstoff-Fabrik AG, der Reuttener Textilwerke AG und anderen namhaften Unternehmen. Die Jury hat diesen Betrag in ein Studienförderungsstipendium sowie in drei Preise aufgeteilt.

Das Stipendium erhielt:

Dipl.-Ing. Ingo Gerhard Marini, Institut Professor Prey, Technische Hochschule Wien, für seine Arbeit „Kondensationsprodukte der Pyrrolidon-Karbonsäure mit Diaminen und Diolen“.

Weiters wurden ausgezeichnet:

Dr. Bernhard Küster, Institut Professor Herlinger, Universität Stuttgart, für seine Arbeit „Untersuchungen über den photolytischen Abbau von aromatischen Polyamiden und die Stabilisierung gegen UV-Licht mit substituierten Benzotriazolen“;

Dr. Gayyur Erk, Institut Professor Schurz, Technische Hochschule Darmstadt, für seine Arbeit „Elektrokinetische Untersuchungen an Faser-Elektrolytphasengrenzflächen“ und

Dr. Hans-Albrecht Roth-Walraf, Textilforschungsanstalt Professor Valk, Krefeld, für seine Arbeit „Untersuchungen zur hydrothermischen Fixierung von Polyesterfasern“.

Außerdem erhielt die von Dr. Christlieb Nord-schild, Institut Professor Herlinger, Stuttgart, über die „Darstellung und Eigenschaften neuer segmentierter Polyätherester“ geschriebene Arbeit lobende Anerkennung.

Kondensationsprodukte der Pyrrolidoncarbonsäure mit Diaminen und Diolen

Dipl.-Ing. Ingo Marini
Österreichisches Faserforschungsinstitut, Wien

Die Pyrrolidoncarbonsäure ist eine heterocyclische Carbonsäure mit drei funktionellen Gruppen: der freien Carboxylgruppe, der Lactamcarbonylgruppe sowie dem Lactamstickstoff mit einem freien Wasserstoffatom. Sie kommt bis zu 3 Prozent in der Zuckerrübenmelasse vor und kann daraus elektrolytisch über Ionenaustauscher gewonnen werden. Bei Bedarf steht sie also in größerer Menge zur Verfügung. Ferner ist sie durch Dehydratisierung von Glutaminsäure zugänglich, die in Japan bereits großtechnisch hergestellt wird (Abb. 1).

Was nun im speziellen meine Arbeiten betrifft, so habe ich mir zum Ziel gesetzt, einen Polymerkörper aufzubauen, der neben anderen, zu Polymerreaktionen befähigten Bausteinen auch die Pyrrolidoncarbonsäure bzw. leicht herzustellende Derivate derselben enthält.

Ein eingehendes Literaturstudium zeigt, daß schon seit etwa 1960 reges Interesse am Einsatz der Pyrrolidoncarbonsäure zum Aufbau von speziellen Polymerkörpern besteht. So wurde beispielsweise in Holland durch Vinylierung des Lactamstickstoffs die N-Vinylpyrrolidon-carbonsäure hergestellt, die radikalisch zur Polyvinylpyrrolidon-carbonsäure polymerisiert werden kann und in Form des Methylesters mit Acrylnitril copolymerisiert als wasserunlösliches Imprägnierungsmittel eingesetzt werden kann.

In meinem besonderen Fall galt es nun, ein neues, noch unbekanntes Derivat der Pyrrolidoncarbonsäure herzustellen, das zu Polymerreaktionen befähigt ist.

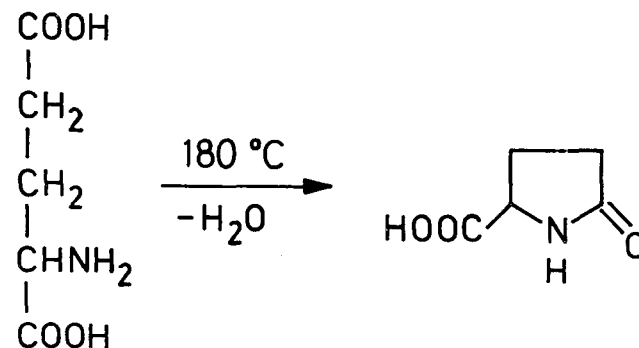


Abb. 1: Schema der Herstellung von Pyrrolidoncarbonsäure durch Dehydratisierung von Glutaminsäure

Zahlreiche Versuche, die Pyrrolidoncarbonsäure in Form des Methylesters oder des Natriumsalzes in Analogie zum Pyrrolidon ringöffnend zu polyaddieren, scheiterten an der erhöhten Ringstabilität des substituierten Pyrrolidons in wasserfreiem Medium (Abb. 2).

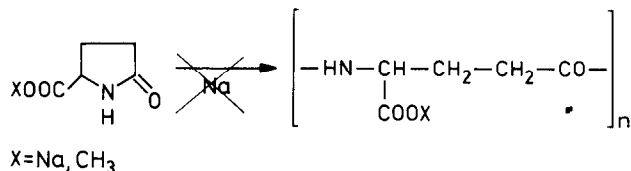


Abb. 2: Die erhöhte Ringstabilität des substituierten Pyrrolidons in wasserfreiem Medium verhindert eine ringöffnende Polyaddition der Pyrrolidonsäure in Form des Methylesters oder Natriumsalzes.

Eine sinnvolle Derivatisierung der Pyrrolidoncarbonsäure wird bei den funktionellen Gruppen beginnen, und hier wiederum besitzen die Carboxylgruppen und der Lactamstickstoff mit dem freien Wasserstoffatom den Vorrang. Durch Umsetzung der Pyrrolidoncarbonsäure mit Formaldehyd abspaltendem Trioxan erhält man nach einem japanischen Patent die 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-carbonsäure). Hier ist der Lactamstickstoff eines Pyrrolidoncarbonsäuremoleküls mit dem Lactamstickstoff eines zweiten über eine Methylenbrücke chemisch gebunden, sodaß zwei gleichwertige Carboxylgruppen in einem Molekül vorliegen. Durch Umsetzung der 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-carbonsäure) mit Thionylchlorid konnte ich das Dichlorid synthetisieren, das sich weitgehend kristallin präsentiert. So ist es gelungen, eine Grenzflächenpolykondensation mit Hexamethyldiamin durchzuführen, bei der das Polymere aus der Phasengrenzfläche kontinuierlich abgezogen werden kann. Es ist schwach gelb gefärbt, sein Molekulargewicht liegt bereits zwischen 5000 und 10.000 (Abb. 3).

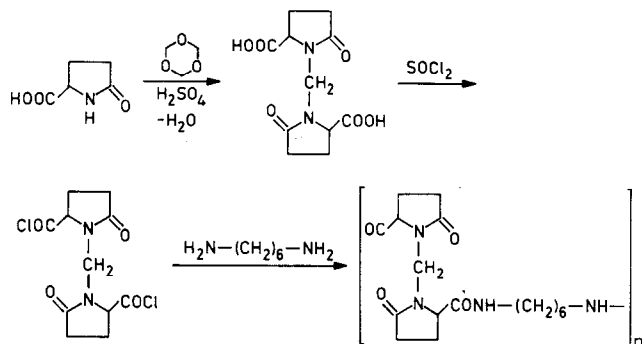


Abb. 3: Schema für die Synthetisierung des Dichlorids durch Umsetzung der 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-carbonsäure) mit Thionylchlorid, sowie Grenzflächenpolykondensation mit Hexamethyldiamin zu einem Polymeren

Genauere Molekulargewichtsbestimmungen sowie Polykondensationsversuche mit anderen Diaminen werden demnächst durchgeführt.

Ferner sind bereits Vorversuche im Gange, die Methylenbrücke der 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-carbonsäure) durch einen aliphatischen Dicarbonsäurerest, etwa dem Succinoyl-, Adipoyl- oder Sebacinoylrest, zu ersetzen, um dadurch den Abstand der beiden Carboxylgruppen zu vergrößern und so die starre Molekülstruktur der 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-

carbonsäure) zu vermeiden. Hier eröffnet sich in der Variation der aliphatischen Carbonsäurereste und der für die Polykondensation notwendigen Diamine und Dirole eine breite Palette von Möglichkeiten (Abb. 4).

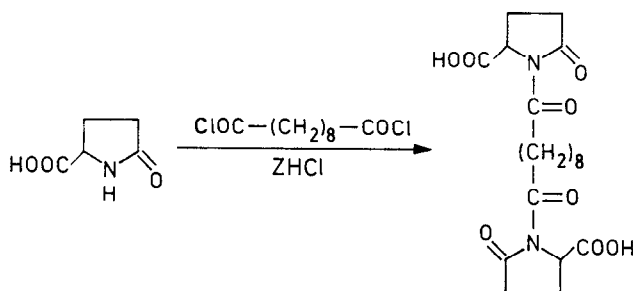


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Versuchs, die starre Molekülstruktur der 1,1'-Methylen-bis-(pyrrolidon-carbonsäure) durch Substituierung der Methylenbrücke durch einen aliphatischen Dicarbonsäurerest zu vermeiden

Ein anderer Weg, um zu einem neuen Polymerkörper zu gelangen, würde beispielsweise über die Veresterung der Pyrrolidoncarbonsäure mit einem Diol führen. Das so erhaltene Diol-bis-(pyroglutamat) könnte über die Lactamstickstoffe mit geeigneten Kondensationsmitteln zum Polymeren umgesetzt werden.

ING. GOTTFRIED TSCHAMLER

POSTFACH 134
DÖBLINGER GÜRTEL 3

A-1191 WIEN
TELEFON 34 66 65
TELEX 07-5364

- TEXTILTECHNISCHES BÜRO
- SCHWEIZER TEXTILMASCHINEN

UV-Stabilisatoren für aromatische Polyamide

Dr. Bernhard Küster
 Institut für Chemiefasern an der Universität Stuttgart

Die bisherige Entwicklung von UV-Stabilisatoren stützte sich im wesentlichen auf die Vorstellung¹, daß das zur photolytischen Spaltung aufgenommene Licht von den zugesetzten Stabilisatoren bevorzugt absorbiert werden soll. Hierzu wären beispielsweise Verbindungen geeignet, die im Bereich von 290 bis 400 nm einen extrem hohen Extinktionskoeffizienten und im Gebiet von 380 bis 400 nm eine scharfe Absorptionskante besitzen. Diese UV-Absorber sollten selbst photolytisch stabil sein und durch einen Energieumwandlungsmechanismus in die photolytische Reaktion reversibel eingreifen können. Chemische und thermische Stabilität sowie geringe Flüchtigkeit und Toxizität sind weitere Voraussetzungen, die an sie gestellt werden müssen. Die eben skizzierte Lichtfiltertheorie ist aber höchstens dann wirksam, wenn das Polymere im Bereich von 290 bis 400 nm keine eigene Absorption aufweist.

Vergleicht man die UV-Absorption eines handelsüblichen Stabilisators vom Typ des 2-(2'-Hydroxy-5'-methylphenyl)-benzotriazols in seiner Anwendungskonzentration mit der eines aromatischen Faserpolyamids, so zeigt es sich, daß im gesamten genannten Absorptionsbereich die UV-Absorption des Polymeren bei weitem überwiegt (Abb. 1).

Unter der Annahme — das sei ausdrücklich betont —, daß die Quantenausbeute für die Energieumwandlung in beiden Fällen gleich wäre, kann man schließen, daß die Photoreaktionen verstärkt am Polymeren ablaufen.

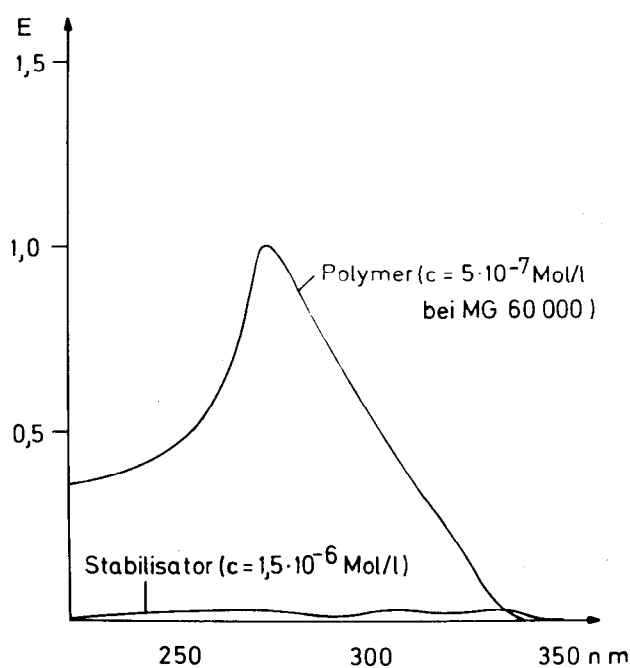


Abb. 1: Extinktionsvergleich Polymeres — Stabilisator

Die Überlegung, daß Stabilisatoren in einer Konzentration wirksam sind, die weit unter der theoretisch erforderlichen Konzentration der zu schützenden Gruppierungen liegt, führte zu Vorstellungen, nach denen die eingestrahlte und absorbierte Lichtenergie im Polymeren bis zur Erreichung des Stabilisatormoleküls weitergegeben wird. Bei der Energieübertragung vom Polymeren auf den Stabilisator können jedoch nicht beliebig große Entfernungen überwunden werden. Diese Vorstellung veranlaßte uns zur Synthese von Stabilisatoren, die Strukturelemente enthalten, die auch im Polymeren vorhanden sind, um eine Annäherung der zu stabilisierenden Substratgruppen sowie des Stabilisators auf molekulare Abstände zu erzielen. Zur Stabilisierung von Poly(m-phenylen-isophthalamid) wurden deshalb Stabilisatoren hergestellt, die Carbonamidgruppen enthalten. Dadurch wird eine Wasserstoffbrückenbindung zwischen dem Polyamid selbst und der Carbonamidgruppe des Stabilisators möglich (Abb. 2).

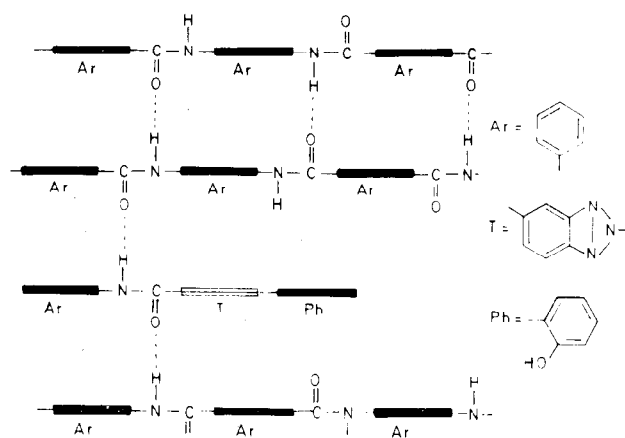


Abb. 2: Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Polymerem und Stabilisator

Bei engem Kontakt zwischen Stabilisator und Polymerem würde prinzipiell die Möglichkeit bestehen, daß die vom Polymeren aufgenommene Energie durch einen der beiden bekannten Energieübertragungsmechanismen², den Resonanz- oder den Austauschmechanismus, übertragen wird. Im ersten Fall können Energieübertragungen über Distanzen von 30 bis 100 Å, im zweiten Fall von 10 bis 14 Å erfolgen. Außer den geometrischen sind auch noch eine Reihe energetischer Voraussetzungen für den Energieübertragungsmechanismus erforderlich.

Für einen eventuell wirksamen Lichtfiltermechanismus haben alle hier gezeigten Verbindungen einen hohen Extinktionskoeffizienten und eine relativ steile Absorptionskante. Als Stabilisator ist jedoch nur das 2-(2'-Hydroxy-5'-tert.-butylphenyl)-benzotriazol-carbonsäureanilid-(5) wirksam.

Nach der Lichtfiltertheorie wäre auch das 2-Phenylbenzotriazol-carbonsäureanilid-(5) auf Grund des gezeigten Spektrums als Stabilisator wirksam (Abb. 3). Es erfüllt zudem unsere Forderung nach dem Vorhandensein eines angeregten Zustands, der einer Absorption von 270 nm entspricht. Es kann jedoch wegen der fehlenden orthoständigen Hydroxylgruppe die vom Polymeren übernommene Energie nicht dissipie-

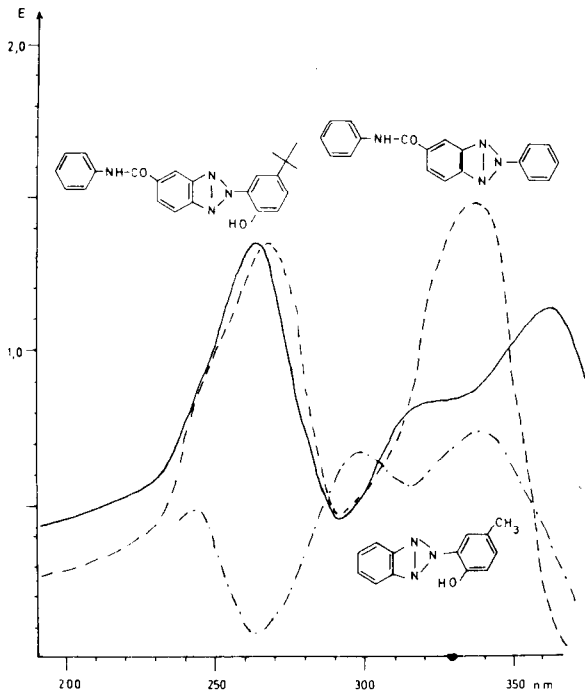


Abb. 3: UV-Spektren verschiedener Benzotriazole

ren. Die Wirksamkeit eines Stabilisators vom genannten Hydroxyphenylbenzotriazoltyp muß man sich so vorstellen (Abb. 4):

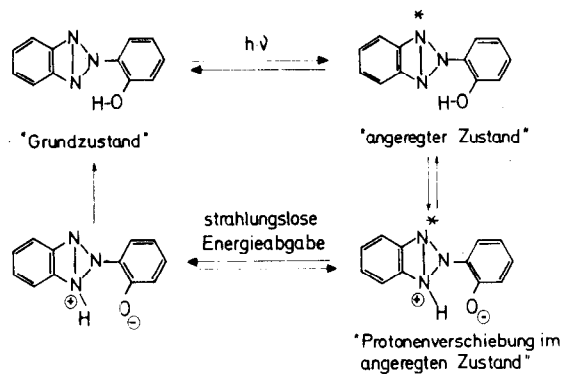


Abb. 4: Aktivierung und Desaktivierung eines 2-(2'-Hydroxyphenyl)-benzotriazols bei UV-Lichteinwirkung

Durch Aufnahme der eingestrahlten Lichtenergie erfolgt die Ausbildung eines angeregten Zustandes. Der Benzotriazolring ist in diesem Zustand basischer als im Grundzustand, er kann dadurch das Proton von der orthoständigen Hydroxylgruppe übernehmen. Durch eine strahlungslose Energiedissipation wird ein energieärmerer Zustand erreicht, wobei unter Protonenrückgabe an das Phenolation der Grundzustand wieder erreicht wird.

Die Ausbildung des angeregten Zustands kann nicht nur durch Absorption von UV-Licht erfolgen, sondern auch durch einen der bereits erwähnten Energieübertragungsmechanismen stattfinden. Betrachtet man nun ein aromatisches Polyamid als ein System, bei dem in Position 1 ein angeregter Zustand ausgebildet werden kann, der nicht lokalisiert ist — der-

artige delokalisierte Anregungszustände bezeichnet man als Excitonen —, so besteht die Möglichkeit, daß ein Exciton von dieser Position 1 zur Position 2 wandert und seine Energie dort nach einem Energieübertragungsmechanismus auf das Stabilisatormolekül überträgt (Abb. 5).

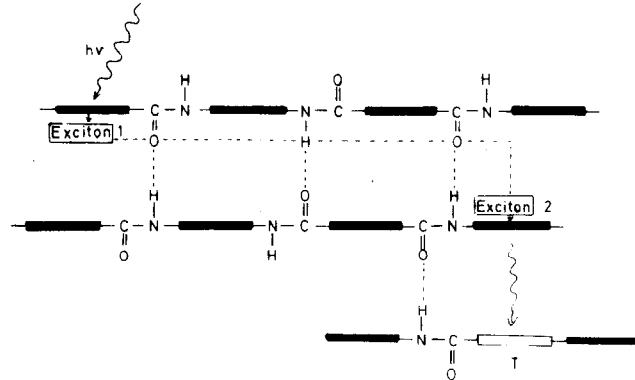


Abb. 5: Excitonenwanderung im Polymeren

Mit dieser Vorstellung lassen sich unsere Ergebnisse³ dahingehend deuten, daß Poly-(m-phenylenisophthalamid) mit 2-(2'-Hydroxy-5'-tert.-butylphenyl)-benzotriazol-carbonsäureanilid-(5) stabilisiert werden kann, während die OH-freie Verbindung bzw. die carbonamidgruppenfreie Verbindung keinen Stabilisierungseffekt zeigt.

Bei der gezielten Entwicklung von Stabilisatoren sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen:

1. In welchem Bereich absorbiert das Polymere?
2. Sind im Substrat Energieleitungsmechanismen möglich? (Hierzu muß der Stabilisator Strukturelemente des Polymeren enthalten, damit geometrisch die Voraussetzung für eine Energieübernahme vom Polymeren besteht.)
3. Der Stabilisator muß Gruppierungen enthalten, die eine Energiedissipation durch einen Protonenwechsel innerhalb des Stabilisators ermöglichen.

Unsere Vorstellungen erklären sicher nicht in allen Fällen die Wirkung der Stabilisatoren gegenüber photolytischen Reaktionen, aber bei Beachtung der für die Polymerstabilisierung wichtigsten Fakten können Stabilisatoren gezielt konstruiert und synthetisiert werden.

Der Energieübertragungsmechanismus wird derzeit durch gezielte Substitution der Stabilisatoren und mit Hilfe der Blitzlichtspektroskopie aufgeklärt.

Literatur:

- 1) J. Voigt: „Die Stabilisierung der Kunststoffe gegen Licht und Wärme“, 1. Auflage; Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1966
H. Gysling und H. J. Heller; *Kunststoffe* **51**, 13 (1961)
- 2) N. J. Turro: „Molecular Photochemistry“; W. A. Benjamin, Inc., New York — Amsterdam (1967) 92—136
Th. Förster: „Fluoreszenz organischer Verbindungen“; Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1951 67 ff
- 3) B. Küster; Dissertation, Universität Stuttgart, 1973

Elektrokinetische Untersuchungen an Faser-Elektrolyt-Phasengrenzflächen

Dr. Gayyur Erk, Institut für Makromolekulare Chemie der TH-Darmstadt

Betrachtet man bei natürlichen und bei synthetischen Faserstoffen deren physikalische und chemische Eigenschaften und Zuordnung zu den mannigfaltigen Verarbeitungs- und Gebrauchsmertkmalen, so erkennt man unmittelbar, daß diese Eigenschaften in den meisten Fällen durch Phasengrenzflächenphänomene gesteuert werden. Die Dispergierbarkeit, das Flockungsverhalten, das Wasserrückhaltevermögen, die Eignung zu elektrostatischer Ausrüstung, die Anfärbbarkeit sowie verschiedene anwendungstechnisch wichtige Prozesse sollen in diesem Zusammenhang als Beispiele angeführt werden.

Zur Kontrolle und Steuerung derartiger Prozesse hat sich in den letzten Jahren die charakteristische Größe des elektrokinetischen Potentials, des sogenannten Zetapotentials, in verstärktem Maße bewährt. Das Zetapotential ist eine physikalische Größe, die aus der elektrischen Wechselwirkung der an der Phasengrenzfläche fest/flüssig beteiligten Komponenten resultiert. Es bestimmt nicht nur die Wechselwirkungskräfte zwischen den einzelnen Fasern, sondern auch jene zwischen den Fasern und der jeweiligen flüssigen Phase, wobei die chemischen wie die physikalischen Modifikationen der beiden Phasen signifikante Zetapotentialveränderungen verursachen.

Das Ziel unserer Untersuchungen war es, anhand von eigens dafür ausgewählten natürlichen wie synthetischen Faserproben Korrelationen zwischen dem Zetapotential und den oben aufgezählten, in der Textilindustrie angewandten Prozessen aufzuklären. Um diese Zielsetzung zu verwirklichen, mußten wir zunächst theoretische und meßtechnische Unzulänglichkeiten überwinden. Es handelte sich dabei hauptsächlich um den Bau eines zuverlässigen Meßgerätes für das Zetapotential sowie um die Prüfung und Weiterentwicklung eines theoretisch hinreichend fundierten Meß- und Auswerteverfahrens. Für die elektrokinetischen Messungen erwies sich dabei das sogenannte *Strömungspotential* bzw. das Strömungsstrom-Prinzip, dessen modifizierte Auswertung sehr zufriedenstellende Ergebnisse lieferte, als am besten geeignet.

Erlauben Sie mir, Ihnen abschließend anhand von zwei wahllos herausgegriffenen Abbildungen einige Befunde zu unseren Untersuchungen vorzuführen, wobei ich wegen der Kürze der Zeit auf die Meß- und Auswertemethodik näher eingehen kann.

In Abbildung 1 ist das ermittelte Zetapotential als Funktion der Ppropfausbeute A von mit Acrylsäure gepropften Zellulose regeneratfasern aufgetragen. Die Ppropfausbeute A stellt dabei ein Maß für die auf 100 g Ausgangsfasern aufgepropfte Polymermenge in Prozenten dar.

Wie dem Kurvenverlauf zu entnehmen ist, liegt über dem Gesamtbereich ein linearer Zusammenhang mit dem Zetapotential vor, was durch den zunehmenden Gehalt an anionischen Carboxylgruppen verursacht

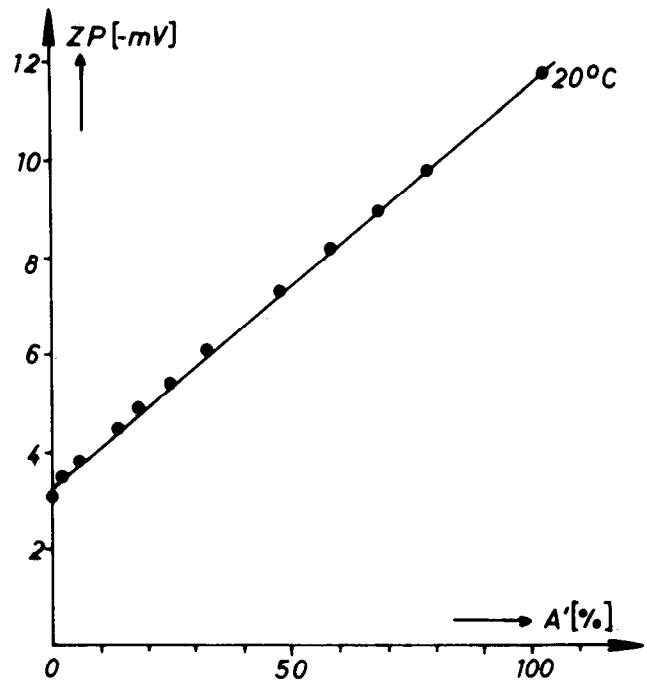


Abb. 1: Das Zetapotential als Funktion der Ppropfausbeute A von mit Acrylsäure gepropften Zellulose regeneratfasern

wird. Bei diesen Messungen, die durchwegs bei 20°C in destilliertem Wasser durchgeführt wurden, handelt es sich also um die Variation des Zetapotentials in Abhängigkeit von der chemischen Modifikation der Fasern.

Inwieweit das Zetapotential auch von der chemischen Zusammensetzung der flüssigen Elektrolytphase beeinflusst wurde, sehen Sie in der nächsten Abbildung (Abb. 2). Hier sind die Zetapotentiale derselben Faserproben in unterschiedlich konzentrierten Lösungen des 1:1-Elektrolyten Natriumchlorid gemessen. Diese Abbildung macht deutlich, daß durch die zunehmende Elektrolytkonzentration die sonst das Zetapotential steigernde Wirkung der aufgepropften Acrylsäure entscheidend geschwächt wird.

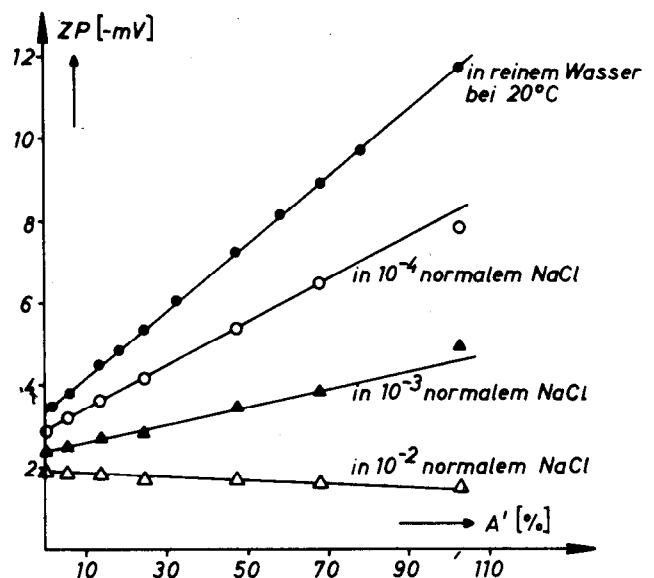


Abb. 2: Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung der flüssigen Elektrolytphase auf das Zetapotential

Untersuchungen zur hydrothermischen Fixierung von Polyesterfasern

Dr.-Ing. H.-A. Roth-Walraf
Gladbacher Textilveredlung, Mönchengladbach

Meine Arbeit entstand während meiner Tätigkeit an der Textilforschungsanstalt (TFA) Krefeld, wo ich am Aufbau der verfahrenstechnischen Abteilung² mitwirken durfte. Damit mögen Sie auch schon ersehen, in welchen Rahmen meine Arbeit einzuordnen ist. Sie gehört zu einem großen, weitangelegten Programm der TFA-Krefeld, bei dem es darum ging und auch noch geht, die Einflußfaktoren in den einzelnen Ausrüstungsstufen, wie Wirken, Waschen, Dämpfen, Färben und Fixieren, unter dem Generalthema „Verfahrenstechnik der Textilveredlung“, in den Griff zu bekommen, um dadurch bei gleichzeitiger Optimierung hinsichtlich Verfahrenstechnik und Wirtschaftlichkeit zu einem reproduzierbaren Ausrüstungsergebnis zu gelangen.

In vorausgegangenen Arbeiten war es um die Heißluftbehandlung von Polyesterfasern, um die Optimierung des Fixierprozesses, um die materialspezifische Fixierung und um die Bestimmung von thermischer und mechanischer Vorgeschichte der Fasern gegangen. Hierzu wurden auch in Arbeiten der Textilforschungsanstalt Krefeld^{3-5,7} sowie im Rahmen meiner Dissertation^{1,6} neue Untersuchungsmethoden entwickelt, von denen hier in Dornbirn bei verschiedenen Chemiefasertagungen berichtet wurde.

Viele thermische Behandlungen von Polyesterfasern laufen jedoch in Gegenwart von Wasser oder Wasserdampf ab¹⁰. Mein Ziel war es nun, in logischer Fortsetzung der oben erwähnten Untersuchungen zur Heißluftbehandlung herauszufinden, wo in beiden Medien die Unterschiede zwischen den Fixierungen liegen. Denn in der Literatur wird mehrfach auf die Anwendung von Heißdampf (überhitztem Dampf) anstelle von Heißluft beim Trocknen, Faserfixieren und Farbstofffixieren hingewiesen, um einen besseren „Fixiereffekt“, eine bessere „Warenqualität“ oder eine höhere „Farbstoffausbeute“ zu erzielen.

Bei diesen allgemeinen Aussagen werden jedoch keine näheren Angaben darüber gemacht, in welcher Weise sich eine Heißdampfbehandlung von Polyesterware auf die mechanisch-technologischen und färberischen Eigenschaften auswirkt. So ist zum Beispiel ungeklärt, inwieweit Wasser bei der Heißdampffixierung ausschließlich als Wärmeüberträger wirkt oder gleichzeitig als Quellmittel, das das Polyesterzusubstrat charakteristisch verändert. Zu diesem Zwecke wurde von mir eine Fixieranlage konzipiert und gebaut^{1,8}, auf der Polyesterfäden unter Variation von Fixiertemperatur, Fixierspannung und Fixierzeit in Heißluft- und absolut luftfreier Heißdampf Atmosphäre behandelt werden konnten, um so einen direkten Vergleich zwischen den beiden Fixierarten anzustellen.

Während der Fixierung wurden Meßdaten aufgenommen, um einerseits Faserkenndaten zu erhalten und

um andererseits Korrelationen zu den Untersuchungsergebnissen von fixiertem Polyestermaterial aufstellen zu können. Als Untersuchungsmethoden an fixierten Fäden kamen zur Anwendung:

- a) mechanisch-technologische Meßmethoden,
- b) das Schrumpfverhalten,
- c) die Dichtebestimmung,
- d) die Anfärbbarkeit,
- e) die Differentialthermoanalyse,
- f) die thermomechanische Analyse, sowie
- g) die temperaturabhängige Schrumpfkraftmessung.

Für einzelne Untersuchungsmethoden wurden neue Auswerteverfahren entwickelt, die dazu dienen sollten, die thermische wie die mechanische Vorgeschichte einer Faser beschreiben zu können.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann die Frage, ob überhitzter Wasserdampf ausschließlich als Wärmeüberträger wirkt oder ob er gleichzeitig wie ein Quellmittel noch einen zusätzlichen Fixiereffekt erzielt, wie folgt beantwortet werden:

- a) In einem Temperaturbereich von 100 bis 130°C, in dem der Wasserdampf noch stark gesättigt ist, wird durch das Wasser ein zusätzlicher Fixiereffekt erzielt, was sich insbesondere in den — gegenüber einer Heißluftbehandlung — höheren Effektivtemperaturen, in größeren Längenänderungen und in stärkerem Abbau der inneren Spannungen äußert.
- b) Bei extrem kurzen Verweilzeiten (2 sec) kann durch Heißdampfbehandlung — auch bei höheren Fixiertemperaturen (bis 200°C) — im Polyester material eine größere thermische Energie umgesetzt werden als durch eine Heißluftbehandlung. Diese Tatsache kann aus den Effektivtemperaturen abgelesen werden.
- c) Durch die verschiedenen Aufheizcharakteristika bei Heißluft- und Heißdampf fixierung werden im Polyester material — auch bei starker Überhitzung des Wasserdampfes — unterschiedliche Feinstrukturzustände erzeugt. Diese machen sich in einer unterschiedlichen Farbstoffaufnahme bemerkbar, die für in Heißdampf fixierte Fäden größer ist als für solche in Heißluft fixierte. Der Unterschied ist nach einer spannungslosen Fixierung am größten. Das ist wahrscheinlich auch die Erklärung, daß man bei der Druckfarbenfixierung mit überhitztem Wasserdampf (Temperatur = > 150°C) eine bessere Farbstoffausbeute erhält als mit Heißluft.
- d) Es ergeben sich unterschiedliche Schrumpfkraftverläufe und Schrumpfkraftwerte, wenn nur in Heißluft fixiert wird oder wenn der Fixierprozeß mit dem Trocknungsprozeß im gleichen Aggregat gekoppelt ist^{8,10}.
- e) Für Fixierprozesse in Dampf Atmosphäre stellen sich nach einigen Sekunden Behandlungszeit solche Meßwerte ein, daß der Fixierprozeß der Polyesterfaser als beendet betrachtet werden kann. Gleiches gilt — das haben spätere Untersuchungen ergeben⁹ — auch für eine Dampfbehandlung unter Überdruck. Das heißt, von seiten der Faserfixierung ist eine Behandlungszeit von 10 bis 20 Minuten, wie sie praxisüblich ist, nicht erforderlich.

Die logische Fortsetzung meiner Arbeit bedeutet, die thermische Folgeprozesse weiterzuverfolgen und die Übertragbarkeit der für die Fäden gefundenen Ergebnisse auf textile Flächengebilde zu untersuchen. Über die neuesten Ergebnisse auf diesem Gebiet wird morgen mein Doktorvater, Herr Professor Dr. Valk, an dieser Stelle berichten.

Literatur:

- 1) H.-A. Roth-Walraf: „Untersuchungen zur hydrothermischen Fixierung von Polyesterfasern“; Dissertation TH Aachen (1973)
- 2) Textilforschung Krefeld: „Über die Tätigkeit des Arbeitskreises Verfahrenstechnik der Textilveredlung in der Textilforschung Krefeld“; Z. ges. Textilind. **73**, 547 (1971)
- 3) H.-J. Berndt und G. Heidemann: „Fehlerursachen und Erkennungsmethoden von Farbstreifigkeit in Polyester-material, 4. Mitt. über das Fixieren von PES“; Dtsch. Färberkalender **76**, 408—479 (1972)
- 4) G. Heidemann, W. Ringens, G. Jellinek und G. Götz: „Dichtemessungen nach der Dichtegradientenmethode an thermisch-mechanisch vorbehandelten Polyester-fäden“; Chemiefasern/Textilind. **23/75** (5), 424—427; (6), 545—547; (7), 623—625 (1973)
- 5) G. Valk: „Die Bedeutung der Verfahrenstechnik für die Thermofixierung von Polyester in der Textilveredlung“; Lenzinger Ber. **34**, 214—220 (1972)
- 6) H.-A. Roth-Walraf und G. Valk: „Hydrothermische Fixierung von Polyesterfasern“; Melliand Textilber. **54**, 1114 (1973)
- 7) G. Heidemann und H.-J. Berndt: „Verhalten von Polyesterfasern in thermischen Folgeprozessen“; Lenzinger Ber. **36**, 102—109 (1974)
- 8) H.-A. Roth-Walraf und G. Valk: „Zur Hydrofixierung von Polyesterfasern“; im Druck
- 9) D. Abazari: „Ermittlung einiger thermo-mechanischer und technologischer Eigenschaften von Polyester-Endlosmaterial nach verschiedenen Weiterverarbeitungsprozessen unter besonderer Berücksichtigung des Dämpfprozesses“; Studienarbeit, Fachhochschule Niederrhein, Abteilung Krefeld, Wintersemester 1973/1974
- 10) H.-A. Roth-Walraf: „Problemanalyse über industrielle Faserfixierung von Polyester-Stückware“; Textilforschung Krefeld (1973); im Druck

Makromoleküle im biologischen Raum *

Professor Dr. Manfred Eigen,
Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische
Chemie, Göttingen

Metabolismus, Mutagenität und Selbstreproduktion sind die drei wesentlichen Kriterien, die einen Lebensprozeß definieren. Realisiert werden diese Kriterien durch zwei Klassen von Makromolekülen: die Nukleinsäuren und die Proteine. Die Information für den Aufbau des stofflichen Systems ist in den Nukleinsäuren niedergelegt, während die Proteine die funktionelle Maschinerie zur Verfügung stellen. Wie eine statistische Auswahl informativ und funktionell relevanter Sequenzen aus der unvorstellbaren Zahl von Möglichkeiten zu denken ist, wird anhand von „Glasperlenspielen“ gezeigt. Selektions- und Evolutionsverhalten im Darwin'schen Sinne resultiert auf der Ebene der Makromoleküle nach den genannten drei Kriterien aus den statistischen Gesetzen der Physik.

Metabolism, mutagenicity and selfreproduction represent the three essential criteria defining a living organism. These criteria are materialized by two classes of macromolecules: the nucleic acids and the proteins. The information for the material system is encoded in the nucleic acids whereas the proteins provide the functional machinery. With the help of "glass bead games" it is illustrated, how a statistical selection of informationally and functionally relevant sequences among the unimaginable number of alternative choices has to be envisaged. Darwinian selection and evolutionary behaviour on the level of macromolecules results from the statistical laws of physics, supposing the fulfilment of the three criteria mentioned above.

Der Titel dieses Vortrags mag bei manchen von Ihnen vielleicht den Verdacht hervorrufen, daß sich der Referent im Adressaten geirrt habe oder daß ihm zumindest der Unterschied zwischen Chemie- und Naturfasern nicht ganz geläufig sei. Mit Vortragstiteln hat es aber eine eigene Bewandnis. Zumeist vergißt man überhaupt, sie anzugeben, und der arme, ohnehin geplagte Veranstalter ist dann gezwungen, zu raten, worüber man wohl sprechen würde. So ungefähr war es auch in meinem Falle.

Ich möchte vor diesem Auditorium nicht die materiellen Eigenschaften biologischer Makromoleküle — worüber heute selbst in der Tagespresse schon zu lesen ist — behandeln, sondern mich vielmehr der Frage widmen: „Wie hat es die Natur fertiggebracht, Makromoleküle zu entwickeln, die im lebenden Organismus optimal ihrer Aufgabe angepaßt sind und diese mit unvorstellbarer Präzision und Effizienz meistern?“

Man könnte hier zwar einwenden, daß dieses Thema wohl den Naturfasern näher läge als den Chemiefasern — ich glaube das aber nicht. In der Naturfaser findet man manche, vom Menschen noch nicht

reproduzierbare Eigenschaften vor. Das Material wurde von ihm vorerst nur ausgewählt, weil es gewisse Anforderungen erfüllte. Die Natur hatte es aber zu ganz anderen Zwecken entwickelt als zum Beispiel für das Abendkleid einer Dame.

Der Mensch hat zwar gelernt, die natürlichen Bedingungen zu variieren und durch Zuchtwahl auch diesen „Baustoff“ seinen Zwecken dienstbar zu machen, aber erst bei der Chemiefaser versucht er, selbst den „Schöpfer“ zu spielen und von Anfang an ein Material zu entwickeln, das ganz bestimmte, von vornherein definierte Anforderungen erfüllt. Der Mensch möchte hier nachvollziehen, was die Natur in Millionen, ja Milliarden Jahren der Evolution zuwegegebracht hat — und er steht dabei sicherlich noch ganz am Beginn seiner Möglichkeiten.

Während die Natur in der Materialwahl ihre Aufgabe im wesentlichen abgeschlossen hat, kann man das wohl kaum von den Synthesebemühungen des Organikers bzw. des Polymerchemikers sagen. Wer hätte nicht schon einmal davon geträumt, einen Syntheseapparat zu besitzen, in den man nach Maßgabe eines Computers Rohstoffe, die bestimmten Anforderungen angepaßt sind, einbringt und durch Realisierung einer bestimmten molekularen Sequenz ein Material herstellt, das von vornherein festlegbare optimale Eigenschaften besitzt?

Ich hoffe, Ihnen mit meinem Vortrag einen kleinen Einblick in die Werkstatt der Natur zu vermitteln, die nämlich gerade dieses Problem gelöst hat. Vielleicht wird in nicht mehr allzufernen Tagen auch der Mensch aus diesen Einsichten gelernt haben, die potentiellen Fähigkeiten der Natur für sein Wohlergehen nutzbar zu machen.

Was ist Leben?

Biologische Makromoleküle werden nur in lebenden Organismen erzeugt. Ihre Entstehung ist eng mit der Entstehung des Lebens überhaupt verknüpft. Wollen wir diesen gigantischen Prozeß der materiellen Selbstorganisation, den wir mit dem Begriff „Leben“ verbinden, verstehen, so sollten wir uns zunächst einmal die Frage vorlegen: „Was ist überhaupt Leben?“

Der österreichische Physiker Erwin Schrödinger, einer der Begründer der Quantenmechanik, hat in den vierziger Jahren ein sehr bemerkenswertes Buch mit dem Titel „Was ist Leben?“ geschrieben. Bemerkenswert vor allem deshalb, weil es etwa zehn bis zwanzig Jahre vor den wesentlichen Entdeckungen der Molekularbiologie geschrieben worden ist und bereits deren Entwicklungen voraussieht.

Als Antwort auf die Frage: „Was ist Leben?“ sollten wir nicht eine einfache Definition erwarten, denn unter diesem Begriff fassen wir sehr vielfältige Erscheinungen zusammen, die oft nur sehr wenig miteinander gemein haben. Ein Bakterium lebt, ein Baum lebt, der Mensch lebt. Wir können nicht erwarten, sehr viel über die Eigenart dieser verschiedenen Lebewesen zu erfahren, wenn wir versuchen wollten, sie unter einem einzigen Begriff zusammenzufassen und zu definieren.

Vielleicht sollten wir fragen: „Gibt es eine klare Abgrenzung zwischen dem Unbelebten und dem Belebten?“

* Dieser Aufsatz wurde aufgrund einer Tonbandaufnahme des Vortrags von Herrn Prof. Dr. M. Eigen von Frau Dr. E. Falthansl, Lenzing, zusammengestellt und erscheint mit Genehmigung des Autors.

Der Biologe würde diese Frage heute verneinen. Das Viruspartikel hat im Milieu der Wirtszelle, in einem Bakterium oder in einer Körperzelle alle Eigenschaften eines lebenden Organismus: Es kann sich unter Ausnutzung des Stoffwechsels der Zelle reproduzieren, es kann sich weiterentwickeln, es mutiert und hat sich im Laufe der Evolution für seine Zwecke optimiert. Es ist aber wie jedes Lebewesen an ein gewisses Milieu gebunden. Wir würden daher nicht zögern, ein Virus unter diesen Bedingungen als „Lebewesen“ anzuerkennen. — Andererseits aber, wenn wir es diesem Milieu entziehen, können wir das Virus wie ein anorganisches Molekül in einen Kristallverband überführen, in dem es nichts weiter als eine gewisse räumliche Lage einnimmt und sich ganz wie ein einfaches Molekül verhält. In diesem Zustand entzieht es sich jeder möglichen Definition des Begriffs „Leben“.

Der Mathematiker ist es gewöhnt, bei einer exakten Definition zwei Arten von Bedingungen anzugeben, nämlich die *notwendigen* und die *hinreichenden*. Wenn wir ein Lebewesen auf diese Weise definieren wollten, müßten wir aber vielmehr fragen: „*Welche Bedingungen sind denn allen Lebewesen gemein und welche pflegen wir als charakteristisch für den Übergang vom Unbelebten zum Belebten anzusehen?*“

Nun, da gibt es zunächst einige ins Auge springende Erscheinungen, die man vielleicht sofort heranziehen würde: Ein Lebewesen bewegt sich, es krabbelt oder schwimmt, fliegt, kriecht oder läuft — kurz: die Bewegung ist etwas, das für das „Leben“ charakteristisch zu sein scheint.

Wenn wir aber genauer hinsehen, müssen wir doch auch die Frage stellen, ob dies wirklich das wesentliche Merkmal sei, das das Belebte vom Unbelebten unterscheidet. Auch ein Auto bewegt sich, ein Flugzeug fliegt, obwohl es lediglich eine vom Menschen konstruierte Maschine ist, in die ein Kraftstoff — Benzin oder Öl — eingespeist wird. Schauen wir aber ein Lebewesen an, dann ist das nicht viel anders. Auch dort müssen wir einen Kraftstoff hineinfüttern, das Lebewesen muß sich ernähren, sonst kann es nicht als solches existieren. Selbst ein Nylonfaden, eine Kunststoffaser wird seine Form ändern, wird eine „Bewegung“ ausführen, wenn ihm Energie, etwa bei einer Temperaturänderung, zugeführt wird. Und schließlich: Pflanzen — für die „Bewegung“ keineswegs eine charakteristische Eigenschaft ist — gehören auch in die Kategorie der „Lebewesen“.

Wir kommen also zu dem Schluß, daß „gerichtete Bewegung“ mit der Aufnahme von Energie und ihrer Umwandlung in eine richtungsabhängige Kraftwirkung zusammenhängt. Daß sich Lebewesen „bewegen“ können und daß dies für ihre Entwicklung von Vorteil ist, signalisiert aber noch nicht eine charakteristische Eigenschaft, die wir dem Begriff Leben zuordnen sollten. Viel wichtiger ist dabei der Energieumsatz, der „*Metabolismus*“.

Der Stoffwechsel oder Metabolismus ist eine der wesentlichen, unabdingbaren Voraussetzungen für jedes Lebewesen — sei es ein Coli-Bakterium, sei es ein Virus in einer Wirtszelle oder sei es der Mensch selber. Ich bevorzuge das Wort „Metabolismus“ vor „Stoffwechsel“, denn es kommt mehr auf den Umsatz von Energie an, die in der Lage ist, Arbeit zu

leisten, als auf den Umsatz von Stoff, obwohl diese „freie Energie“ immer in chemischer Form an Stoff gebunden ist.

Wenn wir sagen, dies sei eine notwendige Voraussetzung, dann müssen wir auch die Frage stellen, ob nicht eventuell doch ein Lebewesen denkbar ist, das sich mit seiner Umgebung im Gleichgewicht befindet und keinen Metabolismus aufweist. Die Antwort darauf ist ein klares „Nein“. Es gibt zwar chemische Systeme, die sich im Gleichgewicht befinden und dadurch existent sind. Das Charakteristische eines Lebewesens ist aber, daß es sich weitab vom chemischen Gleichgewichtszustand aufhält. Die tiefere Ursache dafür ist die Komplexität des materiellen Aufbaus, die jedes Lebewesen auszeichnet.

Es scheint zunächst überraschend, daß die Komplexität der Struktur es ist, die ein Lebewesen zwingt, sich weitab vom Gleichgewichtszustand aufzuhalten, oder — wie Schrödinger es ausdrückte — daß der Gleichgewichtszustand nichts als der Zustand des Todes ist. Auf die Auswirkungen der Komplexität werde ich noch näher eingehen.

Eine weitere Eigenschaft, die wir bei allen Lebewesen beobachten, ist die Tatsache, daß sie sich *reproduzieren*. Auch hier könnte man wieder fragen, ob das wirklich notwendig ist. Die Antwort lautet: „Ja, es ist notwendig, und zwar weil die Struktur eines Lebewesens so ungeheuer komplex ist.“ Ein Lebewesen kann nicht in jeder Generation *de novo* entstehen. — Wäre das möglich, entfielen auch die Notwendigkeit zur Reproduktion.

Die dritte Eigenschaft, die wir bei allen Lebewesen beobachten, ist die *Mutagenität*. Wenn sich ein Lebewesen immer exakt reproduzieren würde, gäbe es keinen Fortschritt, gäbe es keine Evolution. Auch dies ist letztlich eine Konsequenz der Komplexität, denn Lebewesen sind zu vielgestaltig, als daß sie in einer einzigen Daseinsperiode optimal verwirklicht werden könnten. Sie müssen sich Schritt für Schritt einem optimalen Wert anpassen. Dazu müssen sie sich sowohl reproduzieren, das heißt die Informationen, die sie einmal gesammelt haben, an die nächste Generation weitergeben, als auch sich laufend verändern, um neue, bessere Möglichkeiten auszuprobieren.

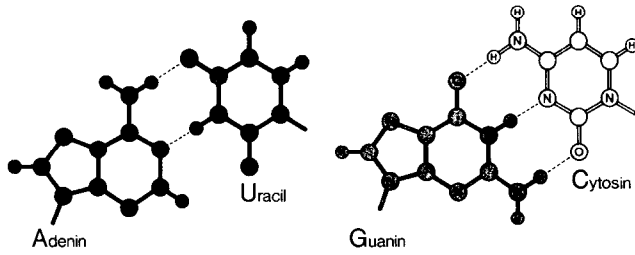
Diese drei Bedingungen — **Metabolismus, Selbstreproduktivität und Mutagenität** — wären in der Tat geeignet, ein primitives Lebewesen zu definieren. Sie hängen mit der Komplexität lebender Strukturen zusammen. Daher sollten wir uns diese Komplexität einmal etwas näher ansehen. Sie beginnt in einer präbiotischen Phase, nämlich auf der Ebene der Makromoleküle.

Code des Lebens

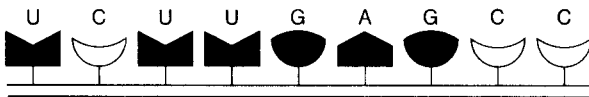
Es sind im wesentlichen zwei Klassen von Makromolekülen, die wir in den Lebewesen vorfinden und denen die Funktionen von Selbstreproduktivität, Mutagenität und Stoffwechsel zuzuordnen sind: die Nukleinsäuren und die Proteine.

Abbildung 1 zeigt das Strukturprinzip der Nukleinsäuren. Sie enthalten den Bauplan eines jeden Lebewesens. Dieser ist in einer „Geheimschrift“, einem Code, verschlüsselt aufgezeichnet, der in Form eines einzigen Nukleinsäuremoleküls von Generation zu Generation weitervererbt wird.

Abb. 1: Das Strukturprinzip der Nucleinsäuren



a) Die Komplementarität zwischen den Basen Adenin (A) und Uracil (U) oder Thymin (T) einerseits und Guanin (G) und Cytosin (C) andererseits beruht auf spezifischen Wasserstoffbrückenbindungen. Es entstehen auf diese Weise geometrisch nahezu identische Basenpaare.







b) Im Nucleinsäuremolekül sind die verschiedenen Nucleotidbausteine zu einer linearen Sequenz verknüpft. Jede Base ist an einem Zucker (Ribose oder Desoxyribose) befestigt, der seinerseits wieder an einer Phosphatgruppe hängt. Im Rückgrat des polymeren Nucleotidstranges alternieren jeweils Phosphat und Zucker.

Die Nucleinsäuren bedienen sich eines Alphabets aus vier Buchstaben. Diese sind in Abbildung 1 durch verschiedene Formen symbolisiert. Chemisch besitzen die Bausteine eine relativ einfache Struktur. Sie sind in einem Kettenmolekül sequenziell angeordnet und stellen in dieser Reihenfolge eine bestimmte Information dar.

Wichtig für ihre Reproduktion ist, daß diese Information — wenn sie einen Sinn haben soll — in lesbarer Form weitergegeben werden kann.

Wie kann aber Information, die in Molekülen aufgezeichnet ist, abgelesen werden?

Die einzige Möglichkeit, die die Natur dafür zur Verfügung hat, sind bestimmte Kraftwirkungen zwischen den Bausteinen. Die einmalige Rolle der Nucleinsäuren besteht darin, daß sie in der Lage sind, bestimmte Wechselwirkungen für eine eindeutige Informationsübertragung nutzbar zu machen. Dies geschieht durch eine spezifische wechselseitige Zuordnung bestimmter Bausteine, und zwar von Adenin  mit Uracil  und Guanin  mit Cytosin  (Abb. 2). So kann eine Sequenz durch Anlagerung der komplementären Bausteine sofort eine Negativkopie ihrer selbst herstellen — geradeso wie in der Photographie. Dieses Negativ wiederum kann durch komplementäre Wechselwirkung mit den entsprechenden Partnern in das Positiv umgekehrt werden. Durch diesen Kopierungsprozeß wird die Information, die in einer Sequenz aufgespeichert ist, von Generation zu Generation weitergereicht.

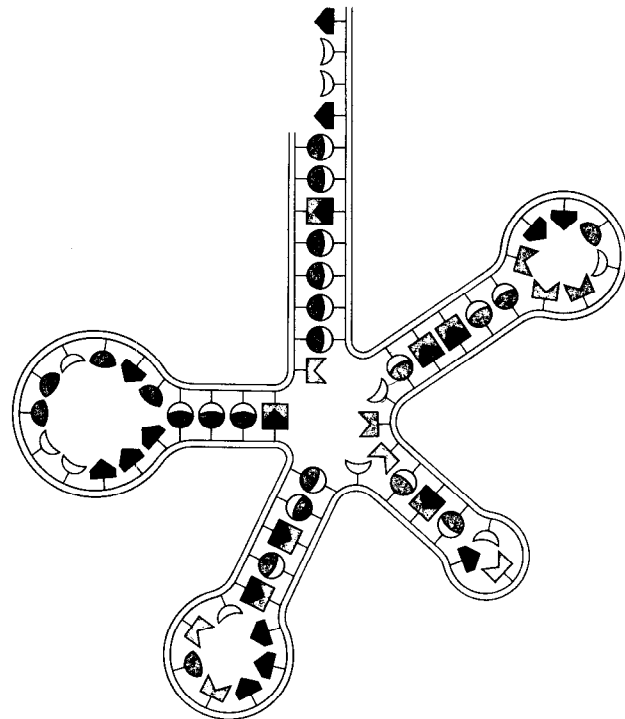
Die Moleküle, die in unseren Erbanlagen die Information speichern, sind doppelsträngig, wobei jeweils ein Positiv- und ein Negativstrang zu einer Helixstruktur zusammengewickelt sind. Auch kann ein Einzelstrang, wenn in ihm einander komplementäre

Bereiche auftreten, sich in bestimmter Weise falten (Abb. 2). Auf diese Art hat die Natur unendlich viele Spielvariationen erfunden.

Wieviel Information enthält ein Molekül?

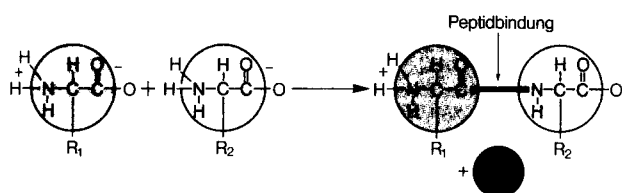
Die kleinsten, einen selbständigen Stoffwechsel besitzenden Einheiten, Einzeller (z. B. das Coli-Bakterium) besitzen ein großes Nucleinsäuremolekül, in dem etwa 4 Millionen Nucleotidbausteine wie Buchstaben in einer linearen Sequenz angeordnet sind — das entspricht etwa 1500 engzeilig bedruckten Seiten. Dieser Bauplan wird in der Natur in 20 Minuten — dies ist die Reproduktionszeit des Coli-Bakteriums — nicht nur sequenziell abgelesen, sondern es wird auch die in ihm enthaltene Syntheseanweisung innerhalb dieser Zeit voll und ganz ausgeführt. Das heißt also, daß für jeden Buchstaben eine Gesamtzeit von etwa einer Tausendstel- bis zu einer Zehntausendstel-sekunde verbleibt, in der er abgelesen und die durch ihn vermittelte Anweisung ausgeführt wird. — So rationell arbeitet die Natur! Es gibt viele weitere Beispiele dieser Art. Zeichnet man etwa das Gen-

Abb. 2: Kleeblattstruktur der t-RNS von Tyrosin aus E. coli (Schema)



Zwei Ketten können aufgrund der Komplementärwechselwirkung zu einem Doppelstrang zusammentreten. Die DNS-Helix (nach Watson, Crick und Wilkins) ist eine schraubenförmig verdrehte Doppelstrangstruktur sehr hoher Stabilität. RNS-Moleküle treten zumeist einsträngig in Erscheinung. Auch hier bilden sich durch Rückfaltung des Einzelstranges helixartige Doppelstrangbereiche aus. Als Beispiel ist die aus einer zweidimensionalen Faltung hervorgehende Kleeblattstruktur der t-RNS von Tyrosin aus E.coli schematisch dargestellt. Diese ebene Struktur wird durch räumliche Faltung modifiziert. Röntgenbeugungsuntersuchungen (von Rich und Mitarbeitern, Science 179/1973, S. 285) ergaben eine leicht verbogene, T-ähnliche Gestalt für die t-RNS von Phenylalanin.

Abb. 3: Das Aufbauprinzip der Proteine



Zwei Aminosäuren verschmelzen unter Abspaltung eines Wassermoleküls zum Dipeptid. Die in den Seitenketten R_1 bzw. R_2 zum Ausdruck kommende Individualität der Aminosäurebausteine bleibt dabei erhalten.

Alphabet des Menschen auf, so wäre das eine Tausende von Bänden umfassende Bibliothek.

Was wird durch die in den Nucleinsäuren gespeicherte Information repräsentiert?

Die gesamte Maschinerie einer Zelle baut sich aus einer Klasse von Makromolekülen, den Proteinen, auf. Diese stellen die eigentliche Exekutive der Zelle dar. Auch die Proteine sind eine einheitliche Stoffklasse. Sie führen sämtliche von der Legislative der Nucleinsäuren gegebenen Anweisungen aus, wie Synthesen, Energieumsatz, Stoffaufbau, Regelung. Sie haben eine ganze chemische Industrie in der Zelle entwickelt. Die Grundbausteine der Proteine sind die natürlichen Aminosäuren. Es sind α -Aminosäuren, das heißt, Amino- und Carboxylgruppe sind an ein und dasselbe C-Atom gebunden. In Abbildung 3 ist gezeigt, wie durch Zusammenschluß der Aminosäuren die makromolekulare Peptidkette entsteht. Ganz ähnliche Verknüpfungen sind Ihnen ja aus verschiedenen Chemiefasern bekannt.

Trotz dieses allgemeinen Aufbauschemas bringt aber jeder Baustein auch eine individuelle Eigenschaft mit. Sie kommt in den in Abbildung 3 mit R_1 , R_2 usw. bezeichneten Seitenketten zum Ausdruck. In der Natur finden wir ungefähr 20 Klassen von Aminosäuren.

Es mögen vielleicht im ersten Augenblick Zweifel aufkommen, ob 20 Bausteine ausreichen, um die ungeheure Vielfalt aller Lebewesen zu garantieren. Die menschliche Zelle bedient sich in der Tat desselben Alphabets wie die Coli-Zelle.

In Abbildung 4 sehen wir das Beispiel einer Peptidsequenz. Dargestellt ist eines der kleinsten Proteinmoleküle, die wir in der Natur vorfinden, das Cytochrom c, ein sauerstoffübertragendes Enzym der Atmungskette.

Es sind ungefähr 100 Bausteine (gekennzeichnet durch die Anfangsbuchstaben ihrer chemischen Bezeichnungen) in einer Kette aufgereiht. Durch Wechselwirkungen zwischen den Seitenketten nimmt ein solches Molekül eine ganz charakteristische räumliche Konfiguration ein (Abb. 5). Die moderne Röntgenstrukturanalyse hat uns gelehrt, daß jeder einzelne Baustein räumlich genau fixiert ist und daß gerade die spezielle räumliche Gestalt die individuelle Eigenart des Proteinmoleküls ausmacht.

Die unermessliche Komplexität der biologischen Makromoleküle, die bereits auf dieser Ebene vorzufinden ist, kann man am besten am Beispiel eines solchen Proteinmoleküls verständlich machen.

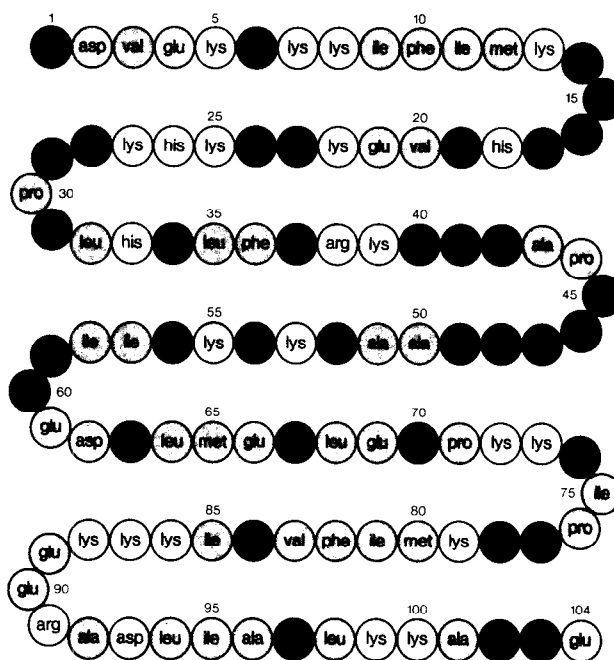
Die Anzahl der möglichen Sequenzen

Wir fragen: Wieviel alternative Sequenzen lassen sich aus 100 Aminosäurebausteinen, von denen es 20 verschiedene Arten gibt, herstellen? Die Antwort lautet: 20^{100} oder, im Dezimalsystem ausgedrückt, 10^{130} — eine Eins mit hundertdreißig Nullen!

Aus dieser Zahl verschiedener Alternativen hat die Natur eine einzige Sequenz für einen bestimmten Zweck ausgewählt, von der wir heute wissen, daß sie optimal funktioniert. Jede Veränderung dieser Struktur würde einen Funktionsverlust bedeuten.

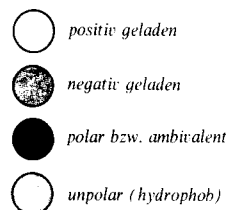
Die Zahl 10^{130} übersteigt unsere Vorstellungskraft. In Ihren Berichten über Umsatz von Chemiefasern wird

Abb. 4: Die Sequenz von Cytochrom-c



Die Kurzbezeichnungen der Aminosäurebausteine bedeuten:

- | | | |
|----------------------|--------------------|------------------|
| ala = Alanin | gly = Glycin | pro = Prolin |
| arg = Arginin | his = Histidin | ser = Serin |
| asn = Asparagin | ile = Isoleucin | thr = Threonin |
| asp = Asparaginsäure | leu = Leucin | trp = Tryptophan |
| cys = Cystein | lys = Lysin | tyr = Tyrosin |
| gln = Glutamin | met = Methionin | val = Valin |
| glu = Glutaminsäure | phe = Phenylalanin | |

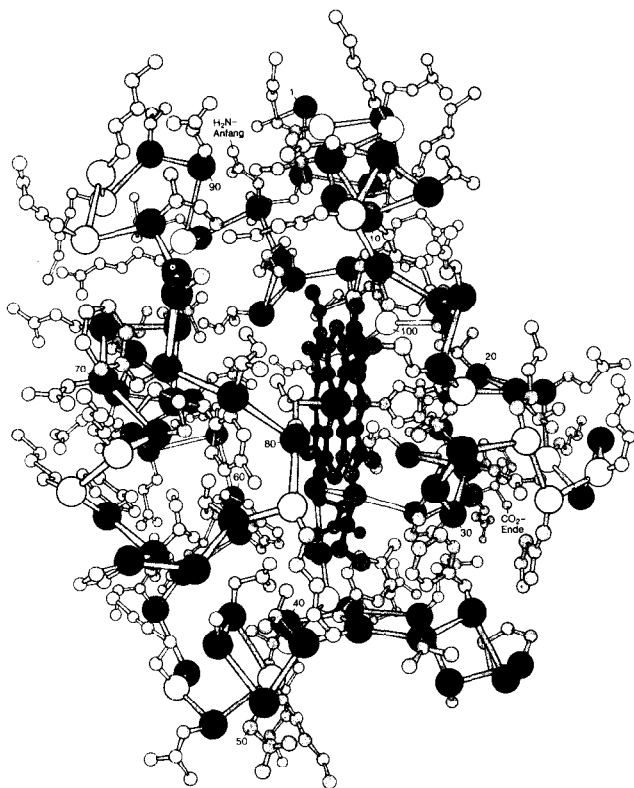


(Diese Zuordnung ist nicht ganz willkürlich. Der Ladungszustand der sauren und basischen Gruppen bezieht sich auf pH 7. In der Gruppe der ungeladenen, jedoch polaren Bausteine treten saure und basische Wirkgruppen auf. Auch können größere Bezirke der Seitenketten weitgehend hydrophoben Charakter tragen. Glycin ($R=H$) wurde ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet, da sein Verhalten wesentlich durch die polare Peptidbildung bestimmt ist.)

Die Iteration des in Abbildung 3 gezeigten Vorgangs führt zur linearen Polypeptidkette, der Primärstruktur der Proteine. Als Beispiel ist die Sequenz von Cytochrom-c gezeigt.

von einigen Millionen Jahrestonnen gesprochen. Bei großen Chemiekonzernen werden einige Milliarden Währungseinheiten umgesetzt. Die gesamte Materie des Universums, ausgedrückt in Maßeinheiten des Wasserstoffatoms, ist von der Größenordnung 10^{78} . Die Gesamtmasse der Erde entspricht 10^{51} Wasserstoffatommassen. All diese Zahlen sind verschwindend klein gegen die Zahl 10^{130} , das Komplexitätsmaß für eines der kleinsten Proteinmoleküle. Für den gesamten Gen-Inhalt eines Coli-Bakteriums würden bereits ca. $10^{2.000.000}$ Alternativen existieren, und beim Men-

Abb. 5: Räumliche Faltung einer linearen Peptidkette



Die lineare Peptidkette ist räumlich gefaltet. Man unterscheidet die Sekundär- und die Tertiärstruktur. Die Sekundärstruktur entsteht durch Wasserstoffbrücken zwischen den $-CO-$ und $-NH-$ Gruppen der Peptidkette. Besonders häufig ist die „Bügefaltenstruktur“ (zwei antiparallelaufende, durch $-CO \cdots HN-$ Brücken verknüpfte Peptidstränge) oder die α -Helix (Verdrillung der Peptidkette durch H-Brücken zwischen einer $-CO-$ und der dritt nächsten $-NH-$ Gruppe). Im Cytochrom sind die Bereiche 1 bis 12 und 89 bis 101 helixförmig angeordnet. Wichtiger noch ist die durch Wechselwirkungen zwischen Seitenketten fixierte räumliche oder Tertiärstruktur, die zur Ausbildung des aktiven Zentrums führt. Im Cytochrom-c sitzt im aktiven Zentrum der Porphyrinkomplex des Eisens als Elektronendonator (Fe^{2+}) bzw. -akzeptor (Fe^{3+}). Das aktive Zentrum ist aufgrund der eindeutig fixierten Faltung der Peptidkette absolut substratspezifisch. Die Wirksamkeit des Eisenkomplexes wird durch die Seitenketten der Aminosäuren unterstützt. Eine Änderung der räumlichen Struktur würde eine drastische Änderung der katalytischen Aktivität zur Folge haben. Im Modell (nach Dickerson; Sci. Amer., April 1972) sind nur die räumlichen Positionen der Aminosäurebausteine (farbig) sowie die Anordnung der Seitenketten (R_1) angedeutet. Die Position jedes einzelnen Atoms in diesem Riesemolekül kann mit Hilfe der Röntgenbeugungsmethode innerhalb von 2 Å festgelegt werden.

schen sind diese Zahlen noch sehr viel größer! Diese Größenordnungen zeigen die Natur des Problems auf, das es bei der Selbstorganisation der Makromoleküle zu lösen gilt.

In meinem Vortragstitel war der Begriff „biochemischer Raum“ geprägt worden. Ich will aber diesen Begriff hier in einem etwas anderen Sinne benutzen. Jeder Raum baut sich bekanntlich aus Dimensionen auf. Wenn wir nun aus jeder Sequenzalternative eine solche Dimension machten, dann würde ein Protein durch einen 10^{130} -dimensionalen Raum darzustellen sein.

Ein Vergleich der Zahlen für den Materiegehalt des gesamten Universums und der Erde zeigt, daß es nicht viel Sinn hat, ins Universum auszuweichen, wenn es schon nicht gelingt, die Entstehung des Lebens innerhalb der Grenzen der Erde zu verstehen. Entweder wir finden einen Weg, dieses Problem innerhalb der Grenzen unserer Erde zu lösen, das heißt die Wahrscheinlichkeiten auf eine vernünftige Größenordnung zu reduzieren, oder aber es wird uns auch im Universum nicht gelingen.

Alle Makromoleküle können in einer Art „Ursynthese“ unter Bedingungen, wie sie früher auf der Erde herrschten, entstanden sein — und diese kann heute im Laboratorium nachvollziehen. Damit ist die Frage, die mit der Entstehung des Lebens verknüpft ist, nicht mehr eine Frage nach der Synthese bestimmter Makromoleküle, sondern die nach ihrer *Organisation*, der Organisation in einem gigantischen Informationsraum, der Selektion und reproduzierbaren Weitergabe ganz bestimmter, a priori beliebig unwahrscheinlicher Strukturen. Wir stehen somit vor einem reinen Informationsproblem: „Wie konnte sich Materie in dieser Weise organisieren?“

Wie kann Information entstehen?

Der Informationsbegriff hat zwei Aspekte, den quantitativen und den semantischen. Der quantitative ist heute theoretisch weitgehend erforscht. Es handelt sich um einen reinen wahrscheinlichkeitstheoretischen Aspekt, der durch die Frage gekennzeichnet ist: „Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß aus einer Fülle von Alternativen eine und nur diese eine realisiert wird?“

Die Wahrscheinlichkeit, daß eine optimal adaptierte Struktur, wie beispielsweise die des Cytochroms, durch Zufall de novo entstehen konnte, ist so gering, daß sie im Rahmen der zeitlichen wie auch der räumlichen Dimension unseres Weltalls einfach nicht zu realisieren ist.

Der semantische Informationsbegriff enthält die Frage nach Herkunft und Bedeutung der Information. „Wie kann Information entstehen?“ Diese Fragestellung versucht, einen Zusammenhang zwischen dem wahrscheinlichkeitstheoretischen und dem semantischen Aspekt herzustellen. Absolut gesehen, ist „Information“ ein Wahrscheinlichkeitsmaß. Wenn Information entsteht, muß sich zwangsläufig die Wahrscheinlichkeitsverteilung verändern, das heißt: es muß zuvor eine irreversible Änderung der Wahrscheinlichkeitsverteilung auftreten, und zwar so, daß das System nicht wieder in den ursprünglichen Zustand zurückkehren kann. Das aber ist nur weitab vom Gleichgewicht möglich. In einem Gleichgewichts-

system kann sich die Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht mehr ändern.

Die Organisation von Makromolekülen

Für die Organisation der biologischen Makromoleküle, insbesondere die Wechselwirkung zwischen Funktions- und Informationsträgern, die sich von Generation zu Generation folgerichtig weiterentwickelt, muß es einen optimalen Weg geben. Bei einem ungeordneten Ablauf wäre die Wahrscheinlichkeit dafür, daß durch Zufall ein funktionsfähiges System entsteht, viel zu klein. Wie ist diese Wechselwirkung zustande gekommen?

Im Grunde ist dies die alte scholastische Frage: *Wer war zuerst da — die Henne oder das Ei?* — Das Ei, die Nukleinsäure in der Sprache der heutigen Molekularbiologie, oder die Henne, die „Maschine“, das Proteinmolekül. Die Frage in dieser Form ist sinnlos. Die Information der Nukleinsäuren erhält ja erst ihren Sinn durch das, was sie verschlüsselt. Andererseits kann sich aber das, was kodiert ist, nämlich die Funktion, nicht entwickeln, bevor sie nicht informationsmäßig niedergelegt ist. Auch bei einer Kreislinie würde niemand nach Anfang oder Ende fragen.

Die Molekularbiologie hat inzwischen aufgeklärt, auf welche Weise Proteine und Nukleinsäuren in den Organismen miteinander in Wechselwirkung stehen. Wir könnten ein solches Wechselwirkungsschema, wie es in Abbildung 6 stark vereinfacht dargestellt ist, tat-

sächlich als das primitivst mögliche Lebewesen ansehen: Es kann sich reproduzieren, es hat einen Stoffwechsel, es kann mutieren und auf Grund seiner inhärent selektiven Reaktionsweise evolvieren — kurzum: es erfüllt zumindest alle notwendigen Bedingungen für ein evolutionsfähiges System.

In diesem Schema stellt die DNS den Speicher für die Information dar. Sie kann sich reproduzieren, aus einer können sogar zwei identische Kopien entstehen — jedoch nur mit Hilfe eines Proteins, eines Replikationsenzym. Das ist eine kleine „Maschine“, die den Code abliest und jeden Baustein komplementär nach dem in Abbildung 1 gezeigten Schema einordnet.

Es gibt aber noch eine weitere Ablesemaschine, auch ein Enzym, das diese in den Erbanlagen gespeicherte, sehr stabile Information in eine sehr labile, dafür aber leicht ablesbare Nachricht (auch ein Nukleinsäuremolekül) umschreibt. An diese können die Buchstaben der Proteinsprache, die Aminosäuren, mit Hilfe spezieller Adaptoren angelagert werden, und so kann nach Anweisung des Codetextes eine exakte Übersetzung zustande kommen.

Dazu bedarf es natürlich wiederum geeigneter molekularer Maschinen, die einmal die Adaptoren beladen und zum anderen diese in der richtigen Weise anordnen und die Synthese des Proteinfadens besorgen. Aus diesem Wechselwerk resultieren immer wieder die gleichen Moleküle, die auch die Funktion ihrer eigenen Reproduktion ausüben. Es besteht also ein in sich geschlossener Reaktionskreis, in dem Nukleinsäuremoleküle und Proteine wechselweise auftreten. Das eine bedingt das andere, es wäre sinnlos zu fragen, welches von beiden wichtiger sei.

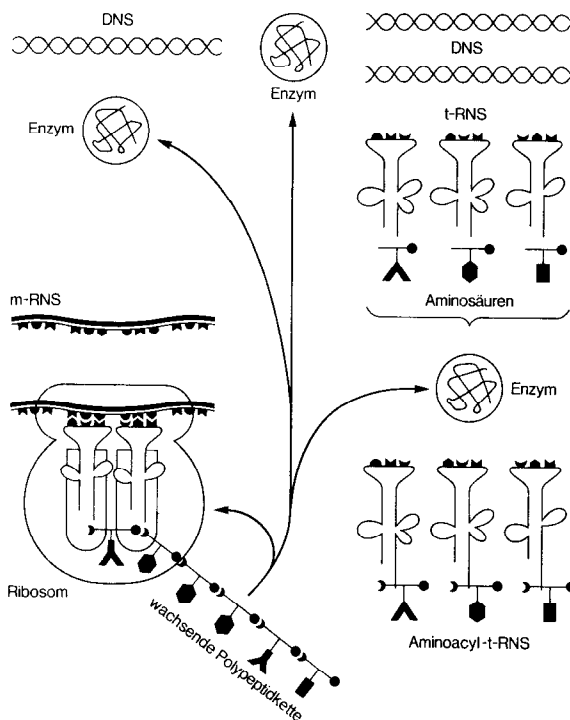
Das Zustandekommen der Information muß aber auch physikalisch erklärbar sein. Das wesentliche Prinzip soll nun anhand von drei kleinen Spielanordnungen erläutert werden.

Glasperlenspiele

Diese Spiele, die gemeinsam mit Dr. Ruthild W i n k l e r erarbeitet wurden, sollen aufzeigen, welche Art von Statistik notwendig ist, um aus einer unendlichen komplexen Vielfalt von Molekülen eine bestimmte Auswahl zu treffen. Die ausgewählte Kopie wird dann so lange beibehalten, bis eine bessere erscheint. Auf diese Weise gelangt man schrittweise zur Information der am besten adaptierten funktionellen Einheit.

Zur Verdeutlichung des Prinzips soll ein Zahlenbeispiel vorangestellt werden. Bei den kleinsten Proteinmolekülen findet bereits eine Auswahl aus 10^{130} Alternativen statt. Würde man sich auf den reinen Zufall verlassen, so müßte man im Mittel rund 10^{130} mal probieren, bis man auf Anhieb die richtige Sequenz findet. Geht man aber selektiv vor, so probiert man systematisch jede der 100 verschiedenen Positionen aus. Da es zwanzig natürliche Aminosäuren gibt, wird im Durchschnitt jeder zwanzigste Versuch zum Erfolg führen. Selektion bedeutet, daß die betreffende Kopie auf Grund eines sich auf die Reproduktion auswirkenden Vorteils für alle folgenden Generationen ausgewählt ist und man nun an der nächsten Position weiterprobieren kann. Das geht so fort, bis man alle 100 Positionen optimal besetzt hat. Gegenüber 10^{130} „blinden“ Ziehungen, führt die selektive Methode nach ca. 2000 Versuchen zum Ziel.

Abb. 6: Vereinfachtes Schema für den Zyklus der Nukleinsäurereproduktion und der Proteinbiosynthese



Die Enzyme für die Reproduktion der genetischen Nachricht (DNS-Polymerase), ihre Transkription (DNS-abhängige RNS-Polymerase) und Translation (ribosomale Proteine) sowie für die Aktivierung der verschiedenen Aminosäuren (Aminoacylsynthetase) sind weitgehend bekannt. Das gesamte Rückkopplungsschema schließt weitere Proteinfaktoren für Steuerung und Kontrolle ein.

So leicht geht es aber in einem sich selbst organisierenden Molekülsystem doch nicht, weil die „richtige“ Aminosäure erst dann ganz genau definiert ist, wenn *gleichzeitig* eine, zwei oder drei bestimmte andere Aminosäuren im Molekül ihren Platz eingenommen haben. Es ist also ein *kooperativer Prozeß*, und die Wahrscheinlichkeit, daß gleichzeitig zwei, drei oder mehr Positionen „richtig“ besetzt sind, ist jeweils statt $1/20$ nur $1/20^2$ oder $1/20^3$ usw. Dennoch geht aus diesem Beispiel hervor, daß — wenn es nur erst einen Selektionsmechanismus gäbe — man das Wahrscheinlichkeitsproblem auch erheblich reduzieren könnte.

Nach welcher Statistik verfährt die Natur, um eine bestimmte Auswahl zu treffen?

Etwa zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde von dem Physikerhepaar Paul und Tatjana Ehrenfest ein Spiel ausgearbeitet, das die Statistik der Gleichgewichtseinstellung beschreibt. Abbildung 7 zeigt dieses Ehrenfestsche Urnenspiel.

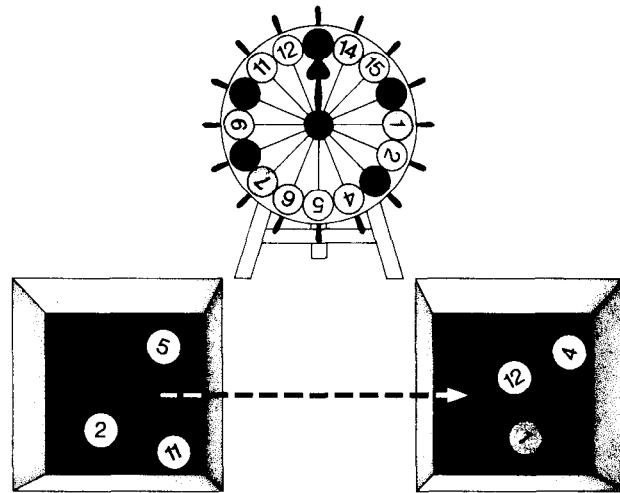
In zwei Kästen (Urnen) befinden sich verschiedene Kugeln, von denen jede eine bestimmte Zahl trägt, die nur einmal vorkommen darf (z. B. eine Eins, eine Zwei, eine Drei usw.). Ehrenfest dachte natürlich an sehr große Zahlen, denn er wollte das Verhalten von Molekülen damit beschreiben, also an Zahlen in der Größenordnung der Loschmidtzahl: 6×10^{23} . In einer Lotteriemaschine kann jede Zahl mit gleicher — a priori — Wahrscheinlichkeit gezogen werden. Die Spielregel ist einfach und lautet: Jedesmal, wenn eine bestimmte Zahl erscheint, wird die betreffende Kugel aus dem einen Kasten, in dem sie sich befindet, in den anderen transferiert. Als Resultat stellt sich eine bestimmte Gleichverteilung mit deterministisch festgelegtem Mittelwert ein. So etwa verhalten sich die Moleküle in der Nähe des Gleichgewichts. Diese Gleichverteilung beschreibt der Chemiker z. B. mit dem Massenwirkungsgesetz. Die ganze Gleichgewichtsthermodynamik basiert auf solchen Beziehungen.

Natürlich werden nicht in beiden Kästen in jedem Augenblick gleich viele Kugeln vorhanden sein, sondern es wird Schwankungen geben, und Ehrenfest wollte eigentlich herausfinden, wie groß diese Schwankungen sind. Der Mittelwert der Schwankungen läßt sich errechnen. Wenn man mit N Kugeln spielt, so ist die mittlere Abweichung vom Gleichgewichtswert proportional zur Wurzel aus N . Wenn man beispielsweise mit 10^{20} Molekülen „spielt“ — wie das der Chemiker in seinen Reagenzgläsern tut —, dann ist der mittlere relative Fehler nur etwa 1 zu 10^{10} . So exakt kann aber der Chemiker seine Konzentration gar nicht bestimmen. Er kann daher mit deterministischen thermodynamischen Beziehungen arbeiten. Wenn aber die Teilchenzahlen sehr klein werden, so wird auch die relative Unsicherheit groß.

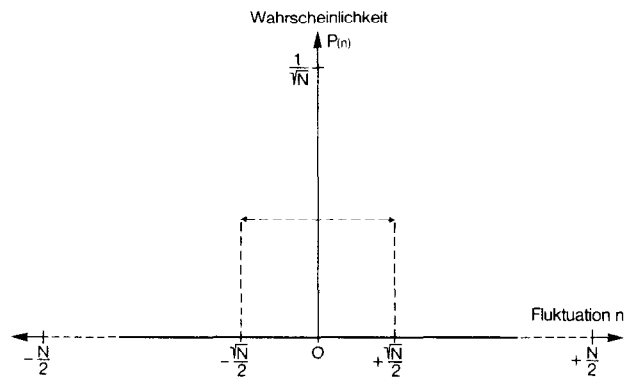
Warum stellt sich ein stabiler Mittelwert ein?

Jedesmal, wenn sich in einem Kasten zu viele Kugeln ansammeln, wächst die Wahrscheinlichkeit dafür, daß eine Kugel aus diesem Kasten getroffen wird und damit in den anderen transferiert werden muß. Je mehr Kugeln also in einem Kasten vorhanden sind, umso größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß diese Kugelanzahl sich wieder reduziert. Dieses Phänomen stellt eine inhärente selbsttätige Regelung dar.

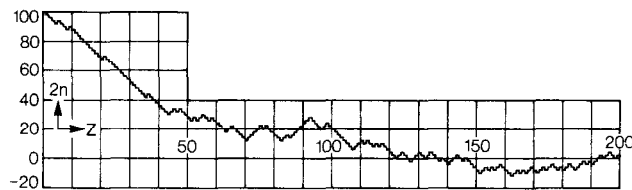
Abb. 7: Schematische Darstellung des Urnenspiels



a) Momentaufnahme im Spielablauf: Kugel 13 wird vom linken in den rechten Kasten übertragen.



b) Wahrscheinlichkeitsverteilung $P(n)$ für die Fluktuation n . Das Integral der Gaußschen Verteilung (d. i. die Fläche unter der Kurve) ist auf 1 normiert; n gibt die Abweichung von der Gleichverteilung (= $N/2$ Kugeln in jedem Kasten) an.



c) Aufzeichnung der Züge eines Spielablaufs nach Kohlrusch und Schrödinger (Physik. Zeitschr. 27/1926, S. 307). Als Abszisse ist die Zahl der „Züge“ Z , als Ordinate die Differenz der Kugeln in beiden Kästen ($2n$) angegeben. N beträgt 100. Zu Beginn waren also alle Kugeln in einem Kasten.

Wir sehen sofort, daß die biologische Evolution nicht eine Abfolge solcher Gleichgewichtsprozesse sein kann. Wenn ich aus 10^{130} alternativen Sequenzen die richtige auswählen will, dann kann ich nicht sämtliche 10^{130} Sequenzen gleichgewichtsmäßig populieren. Nach diesem Gesetz müßten alle 10^{130} Sequenzen entsprechend ihrer Gleichgewichtswahrscheinlichkeit auftreten. Ein solches Gleichgewicht, in dem alle Sequenzen erschei-

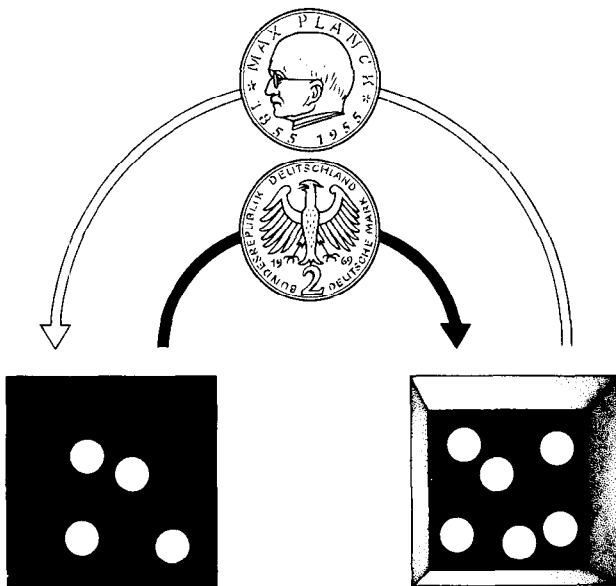
nen, könnte sich aber nie einstellen. Darüberhinaus würde in einem reproduktiven Aufbauprozess eine energetisch stabile Sequenz nie wieder verschwinden. Auf der Erde ist jedoch nicht genug Platz und in der Erdgeschichte nicht genug Zeit, dann noch die günstigste unter etwa 10^{130} alternativen Sequenzen gemäß dieser Statistik herauszufinden.

Im nächsten Spiel (Abb. 8) wird nach einem reinen Zufallsmechanismus vorgegangen. Das Spiel ist wesentlich einfacher. Eine gewisse Anzahl von Kugeln ist auf zwei Kästen verteilt, und die Besetzung wird durch eine einfache, lineare Entscheidung: „Kopf“ oder „Adler“ geregelt. Wird „Kopf“ gewürfelt, so wird eine Kugel von rechts nach links transferiert, bei „Adler“ eine von links nach rechts.

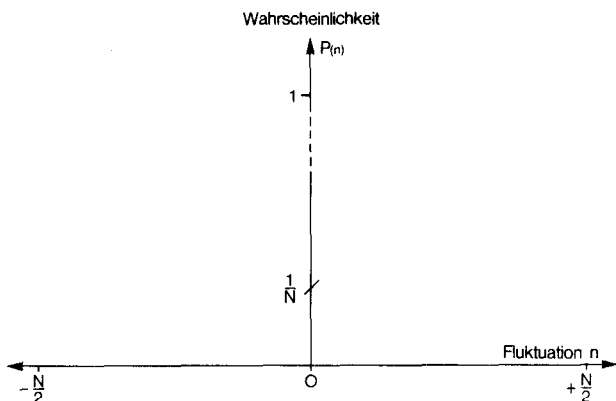
Es gibt hierzu die — angesichts der heutigen Wirklichkeit gar nicht mehr so lustige — Geschichte von dem

Abb. 8: „Kopf oder Adler“

Das Spiel charakterisiert einen unkontrollierten Schwankungsprozeß.



a) Bei „Adler“ wandert eine Kugel vom linken in den rechten, bei „Kopf“ vom rechten in den linken Kasten.



b) Die Wahrscheinlichkeitsverteilung ist nunmehr völlig homogen, das heißt, jede Abweichung n von der Gleichverteilung ($= N/2$ Kugeln in jedem Kasten) ist gleich wahrscheinlich.

Mann, der bei Flugreisen immer eine Bombe in seinem Gepäck mitführt. Er tut dies, weil er glaubt, dadurch seine Sicherheit zu erhöhen: Zwei Bomben in ein und demselben Flugzeug sollten sehr viel unwahrscheinlicher sein als nur eine — sprich seine — Bombe.

Dieser Mann hat die Statistiken, die im „Urnen“- bzw. „Kopf oder Adler“-Spiel auftreten, durcheinandergebracht. In bezug auf das Ehrenfestsche Modell hätte er recht gehabt: Je mehr Bomben schon da sind, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß noch eine dazukommt. Nach der zweiten Statistik — und diese trifft für seinen Fall zu — ist das aber völlig gleichgültig. Jedes Einzelereignis ist unabhängig von der Vorgeschichte und im Prinzip daher nicht vorherbestimmbar.

Auch diese Art der Wahrscheinlichkeitsstatistik hilft uns für ein Verständnis des Evolutionsprozesses nicht weiter. Man müßte alle Möglichkeiten zuerst ausprobieren, bevor man eine Zuordnung vornehmen kann.

Wir kommen zu einem dritten Spiel (Abb. 9). Hier gibt es einen großen Vorratskasten, und alle Zahlen sind in vielfacher Ausfertigung vertreten, also es gibt viele Einsen, Zweien, Dreien, Vieren usw. Daneben gibt es einen Spielkasten, in den wir zu Anfang von jeder Kugelsorte jeweils ein Exemplar hineintun. Dann wird folgendermaßen verfahren: Man greift, ohne hinzuschauen, in den Kasten und nimmt eine Kugel. Die jeweils gezogenen Kugeln werden strikt alternierend entweder in den Vorratskasten gelegt oder durch Hinzunahme einer Kugel gleicher Sorte aus dem Vorratskasten im Spielkasten verdoppelt. Im Mittel wird dabei die Gesamtzahl von Kugeln im Spielkasten konstant bleiben. Schon nach kurzer Zeit wird nur noch eine Kugelsorte, dafür diese aber in vielfacher Kopie im Spielkasten erscheinen. Dieser Prozeß simuliert das Phänomen der Selektion.

Darwin hat es das Prinzip von „survival of the fittest“ genannt. Den Genetikern nach Darwin sind Zweifel gekommen, ob dieses Prinzip nicht lediglich eine Tautologie ausdrückt, denn die Tatsache des Überlebens, des „survival“, schien das einzige Kriterium für „fittest“ zu sein. Das Spiel bringt diesen Grenzfall eindeutig zum Ausdruck. Es erläutert, daß Darwinsche Selektion zunächst nicht an irgendwelche unterscheidbaren Eigenschaften der konkurrierenden Individuen geknüpft ist, sondern eher an einen speziellen statistischen Mechanismus ihrer Vervielfachung.

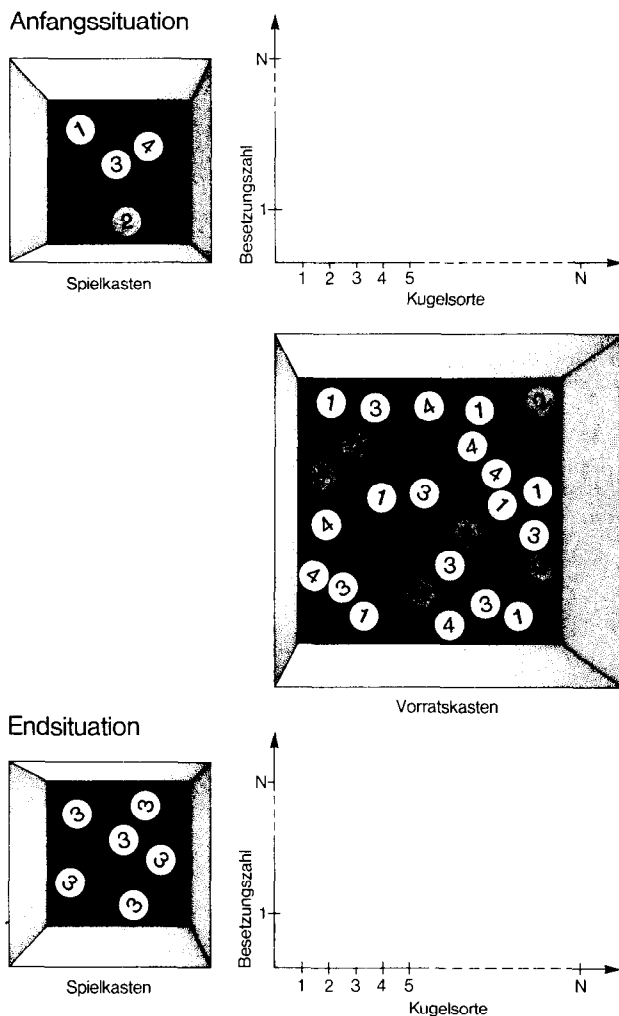
Auch wenn es kein Merkmal gibt, das irgendeine Kugel vor der anderen auszeichnet, so wird nach dieser Statistik immer nur eine Kugelsorte als „survivor“ übrig bleiben.

Natürlich simuliert dieses Spiel einen abstrakten Fall, der in Wirklichkeit nie auftreten kann. Die Moleküle unterscheiden sich in den Geschwindigkeiten ihres Auf- und Abbaus sowie in der Genauigkeit der Reproduktion, und dadurch wird innerhalb einer Population auch physikalisch eindeutig definiert, welches Individuum „fittest“ ist. Doch müssen für den Mechanismus der Selektion drei Forderungen erfüllt sein.

1. Wir brauchen einen **Metabolismus**, einen Umsatz von freier Energie, der das System hindert, in den Gleichgewichtszustand zurückzufallen. Im Spiel ist dies in den Regeln fixiert.

2. Wir müssen für eine **Selbstreproduktion** sowie für einen **Materieumsatz** sorgen. Jener ist repräsentiert durch Verdoppeln und Entfernen von Kugeln.
3. Wir benötigen auch die **Mutation**, damit das System durch weitere Selektionen evolvieren kann. Dazu müssen wir unser Spiel nochmals modifizieren. Wir können beispielsweise bei jedem zehnten Reproduktionsprozeß einen Fehler machen und dabei irgendeine Kugel neu einführen, die vorher noch nicht im Spielkasten präsent war.

Abb. 9: Das Selektionsspiel



Die beiden Verteilungskurven charakterisieren hier die individuelle Kugelverteilung zu Beginn und Ende des Spiels. Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung würde hier nur wenig aussagen, da a priori jede Kugelsorte mit gleicher Wahrscheinlichkeit überleben kann. Das tatsächliche Endergebnis ist aber immer die scharfe Auswahl einer oder — bei endlicher Fehlerrate — einiger weniger Sorten. Wenn man für jede Kugelsorte eine Besetzungsfunktion $P(n)$ für ihre n -fache Repräsentation angibt, so ist diese am Spielende für alle Sorten bis auf eine gleich Null, und zwar für alle Werte n . Es gibt aber immer mindestens eine Sorte, für die $P(n)$ endliche Werte annimmt. In Abwesenheit von Fehlern gilt: $P(n) = 0$ für alle $n < N$, jedoch $P(n) = 1$ für $n = N$ (δ -Funktion). Bei endlicher Fehlerrate verbreitert sich diese Kurve. Sie bleibt aber im allgemeinen sehr viel schärfer als die in Abbildung 5 gezeigte Gauß-Verteilung.

Unser Ziel ist die reproduzierbare Evolution — wir wollen dabei den einmal erreichten Informationsstand nicht wieder verlieren. Ob in der Natur eine bestimmte Molekülklasse reproduzierbar ausgewählt wird oder nicht, muß dann von ihren individuellen Eigenschaften abhängen.

Das Darwinsche "fittest" kann also durch die molekularen Eigenschaften wie **Bildungsgeschwindigkeit**, **Lebensdauer** und **Exaktheit der Reproduktion** (die eine Frage der Kraftwechselwirkungen ist) ausgedrückt werden. Sind auch nur geringe Unterschiede in den Eigenschaften vorhanden, so wird in der Selektionsstatistik immer diejenige Struktur überleben, die in dieser Hinsicht optimal ist, aber nur so lange, bis durch Mutation eine neue, besser angepaßte Variante erscheint.

Diese wird die vorherige verdrängen, es kommt so zu einer „gerichteten Evolution“. Auf diese Weise können wir den ungeheuren Informationsraum durchqueren und direkt die optimale Struktur ansteuern. Dieser Prozeß hat sich auf der Ebene der Moleküle in der Natur vor einigen Milliarden Jahren ereignet, und er ist nicht auf dieser Stufe der biologischen Makromoleküle stehengeblieben.

Wir können heute berechnen, wieviel Information sich mittels der molekularen Eigenschaften der Nukleinsäure speichern läßt, wie etwa primitive Urproteine, die mehr oder weniger zufällig entstanden sind, diesen Prozeß der Selbstorganisation in Gang setzen und mit welcher Geschwindigkeit sie ihn vorangetrieben haben. Die Wahrscheinlichkeit, mit der sich eine Übersetzung vom Nukleinsäure- ins Proteinalphabet ergeben hat, ist ebenso bestimmbar wie die Voraussetzungen für den Zusammenschluß der makromolekularen Funktionsträger zu einem sich selbst erhaltenden Reaktionszyklus. Wir bezeichnen ihn als „**Hyperzyklus**“, da er eine zyklisch geschlossene Hierarchie von Einzelzyklen darstellt. Wir könnten einen solchen Urzyklus als das erste lebende Individuum, den Vorläufer des Einzellers, ansehen. Er muß seine Komponenten mit einer Membran umgeben, um die einmal vereinigten und miteinander in Wechselbeziehung stehenden Protein- und Nukleinsäuremoleküle vor einer „Ausdünnung“ zu schützen.

Von dieser Stufe der ersten Zellvorläufer geht es durch Differenzierung der Zellen weiter bis hinauf zum Menschen, wo es eine neue Art der Selbstorganisation auf der Ebene des zentralen Nervensystems gibt. Sie erfolgt nach ähnlichen Prinzipien, nämlich auf der Grundlage der Selektionsstatistik Erfahrung zu speichern, variieren und zu bewerten.

Die für die Selektion verantwortlichen Bewertungseigenschaften, die auf molekularer Ebene eine hohe Reproduktionsrate, lange Lebensdauer und hohe Präzision der Informationsübermittlung bewirken, werden hier durch sekundäre Wertmaßstäbe ersetzt. Es organisiert sich das, was wir mit Denkvermögen, Geist, Bewußtsein umschreiben. Hier stoßen wir aber an die Grenzen unseres Wissens.

Schlußbetrachtung

Ich hoffe, gezeigt zu haben, daß sich die biologischen Makromoleküle ihren vielfältigen Aufgaben nur dadurch anpassen konnten, indem sie spezielle Sequenzen nach einem Selektionsmechanismus auswählten

und sie auf optimale funktionelle Eigenschaften adaptierten. Dazu gehörte, daß sie einen Reproduktionsmechanismus fanden und die Information, die sich angereichert hatte, erst dann aufgaben, wenn diese durch besser angepaßte Alternativen ersetzt werden konnte. Und am Beispiel des Menschen sieht man, ein wie komplexes System auf diese Weise zustande kommen kann.

Wenn ich nun noch einmal auf die Chemiefasern zu sprechen komme, so möchte ich meiner Überzeugung Ausdruck verleihen, daß diese in nicht zu ferner Zukunft ebenfalls aus Makromolekülen bestehen werden, die aus spezifischen Sequenzen zusammengesetzt und einem bestimmten Anwendungszweck optimal angepaßt sind. Die Hoffnung, die die Chemiker vielleicht einmal hatten, daß solche optimalen Sequenzen vorausberechnet werden könnten, ist auf Grund der auch

hier vorzufindenden Komplexität wohl von vornherein zum Scheitern verurteilt. Diese Komplexität ist von ähnlicher Größenordnung wie bei den Proteinen.

Die Natur hat uns aber einen anderen Weg vorgezeichnet. Wenn es beispielsweise gelänge, in einer Synthesemaschine eine Selektion vorzunehmen, in der spezielle Sequenzen nach einem funktionsabhängigen Bewertungssystem ausgewählt werden, und diese Information über einen Rückkopplungsmechanismus in die Syntheseanweisung eingeschleust wird, so sollten folgerichtig auch aus der ungeheuren komplexen Vielfalt die dem Anwendungszweck optimal angepaßten Sequenzen schließlich resultieren.

Ich sehe voraus, daß in Dornbirn — vielleicht in zehn oder zwanzig Jahren — einmal solche Probleme der Chemiefasertechnik diskutiert werden.

Die Veränderung der Dehnungskomponenten von falschdrahttexturierten Polyamid-6-Fäden in Abhängigkeit von technologischen Parametern

Dr.-Ing. István Kerényi
Ungarisches Seidenindustrie-Unternehmen, Budapest

In dieser Forschungsarbeit wurde geprüft, wie sich die Komponenten *elastische Dehnung* und *bleibende Dehnung* der Kräuselgarne in Abhängigkeit von Fadengeschwindigkeit (Fixierzeit), Drehung und Voreilung ändert. Die Untersuchungen wurden an einem Polyamid-6-Filamentfaden ungarischer Fabrikation von der Feinheit 90/24 den unter Heranziehung einer Scragg-CS-12-Minibulkvorrichtung durchgeführt. Mit Hilfe einer speziell entwickelten Prüfmethode wurde ermittelt, daß mit zunehmender Fixierzeit der Anteil der elastischen Dehnung zunimmt, und zwar auch bei Erhöhung von Drehung und Voreilung. Wiederholte Beanspruchungen haben eine Zunahme der totalen Dehnung zur Folge, doch wird darin der Anteil der elastischen Dehnung kleiner.

The subject of these investigations were the changes of the *elastic* and *permanent stretch* component of texturized yarns in relation to yarn speed (setting time), twist and feeding. Tests were carried out with 90/24 den polyamide 6 filaments of Hungarian provenance, texturized on a Scragg CS-12 Minibulk equipment. Due to a testing method specially developed it was found that by means of prolongation of setting time the elastic stretch will increase, also by increased twist and feeding-in. The total stretch grows with repeated stress while the ratio of the elastic stretch will be reduced.

I. Zielsetzung

Es werden seitens der Verbraucher von Produkten aus Kräuselgarnen immer höhere Forderungen an die Garnqualität gestellt. Zunächst wird verlangt, daß die Garneigenschaften genau und innerhalb enger Grenzen eingestellt, sowie daß die qualitätsbezeichnenden Parameter verlässlich auf dem gewünschten Niveau gehalten werden können.

Eine der am besten kennzeichnenden, aber auch der heikelsten Eigenschaften von Kräuselgarnen ist ihre äußerst hohe Elastizität. Bei Betrachtung dieser Eigenschaft soll nicht außer acht gelassen werden, daß die Texturseiden von viskoelastischer Art sind und sich als solche durch Einwirkung einer konstanten Beanspruchung deformieren, wobei das Ausmaß der Deformation von der Dauer dieser Beanspruchung abhängt. Es wurde in unseren Versuchen geprüft, wie sich die elastischen und die bleibenden Komponenten der Dehnung beim Variieren der Texturierparameter ändern. Die derart ermittelten Zusammenhänge bieten auch einen Anhaltspunkt dafür, mit welchen technologischen Einstellungen die Verbraucheransprüche befriedigt werden können.

II. Material und Vorrichtung

Geprüft wurde die Polyamid-6-Seide der Feinheit 90/24 den, hergestellt in der ungarischen Viskosefabrik in Nyergesújfalu. Die Texturierungsversuche wur-

den an der Falschdrahttexturiermaschine Typ CS-12 der Firma Scragg & Sons Ltd. durchgeführt, weil ein beträchtlicher Teil der ungarischen Texturierkapazität aus Maschinen dieses Typs besteht. Die technologischen Parameter wurden an der Scragg-Minibulkmaschine im Labormaßstab variiert. Sie sind die gleichen wie die der Serienmaschinen, sodaß die von ihr gelieferten Ergebnisse direkt auf die Großbetriebsverhältnisse übertragen werden können.

III. Die Prüfmethode

Im Lauf der Versuche wurden die technologischen Parameter Fixierzeit, die an der Maschine eingestellte Drehung, das Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Walzenpaare an den Grenzen der Fixierzone und die Voreilung variiert. Da die Länge der Fixierzone wegen maschinellen Gegebenheiten konstant (1 m) bleiben muß, wurde die Variation der Fixierzeit durch eine Änderung der Fadengeschwindigkeit gekennzeichnet.

Es sei bemerkt, daß bei Prüfung der Einwirkung eines variierten technologischen Parameters alle übrigen Parameter konstant gehalten wurden, um etwaige Störeinflüsse eliminieren zu können. Diese Konstantwerte waren in den Versuchen wie folgt:

Drehung	2800 T/m
Fadengeschwindigkeit	100 m/min
Fixiertemperatur	180° C
Voreilung	—3 %

Mangels einer allgemein anerkannten Methode wurde zur Prüfung der Dehnungskomponenten des derart hergestellten Fadens eine spezielle Meß- und Auswertungsmethode wie folgt entwickelt:

Dem Prüfling wurde ein ungefähr 70 cm langes Fadenstück abgeschnitten und eines seiner Enden in eine Vertikalklemmbanke eingespannt; das andere Ende wurde mit einer Grundbelastung von 0,001 p/den beschwert. Nach einer Rastdauer von 1 min in diesem Zustand wurde die Grundlänge L_0 angezeichnet und ein Gewicht von 0,05 p/den an den Prüfling gehängt; schließlich wurde die Länge L_1 des unter der Belastung gedehnten Fadenstückes abgemessen. Diese Ablesungen erfolgten mehrmals, und zwar nach je 2, 5 und 10 Minuten der Belastung. Nach Ablauf der gewählten Belastungszeit wurde der Prüfling von der Hauptbelastung befreit und 2 Minuten lang unter der Grundbelastung belassen, wonach man die verkürzte Fadenlänge L_2 ablas.

Während der vergleichenden Prüfungen herrschte im Prüfraum eine Temperatur von 25° C bei 40 % rel. Luftfeuchtigkeit. Die Klimatisierung des Raumes ist besonders wichtig, da die Prüfergebnisse von der Luftfeuchtigkeit beträchtlich beeinflusst werden.

Anhand der angeführten Bezeichnungen wurden die Prüfergebnisse mit folgenden Zusammenhängen bewertet:

$$\text{Totale Dehnung: } \epsilon_t = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 \%$$

$$\text{Elastische Dehnung: } \epsilon_e = \frac{L_1 - L_2}{L_0} \cdot 100 \%$$

$$\text{Bleibende Dehnung: } \epsilon_b = \frac{L_2 - L_0}{L_0} \cdot 100 \%$$

Zum Vergleich wurden auch die Prozentanteile von elastischer und bleibender Dehnung an der Totaldehnung berechnet. Die so erhaltene Verhältniszahl berücksichtigt jedoch nicht den gesamten Absolutwert der Dehnung, sondern nur die Verteilung der Komponenten.

Die diesmal verwendeten Formeln lauten wie folgt:
Anteil der elastischen Komponente:

$$\gamma_e = \frac{\epsilon_e}{\epsilon_t} \cdot 100\%$$

Anteil der bleibenden Komponente:

$$\gamma_b = \frac{\epsilon_b}{\epsilon_t} \cdot 100\%$$

Aus den Definitionen folgt sinngemäß, daß $\gamma_e + \gamma_b = 100\%$.

Die Tabellen der Prüfergebnisse enthalten Mittelwerte aus 10 Messungen.

IV. Prüfergebnisse

1. Die Dehnungskomponente als Funktion der Fadengeschwindigkeit

Der Einfluß der Fadengeschwindigkeit wurde in 6 Stufen zwischen 30,4 und 93 m/min untersucht. Die Fixierzeit wurde von 2 auf 0,65 Sekunden reduziert. Die Resultate der Prüferserie sind in Tabelle 1 veranschaulicht. Es werden angegeben:

- der Wert der totalen Dehnung,
- die Prozentwerte von elastischer und bleibender Dehnung,

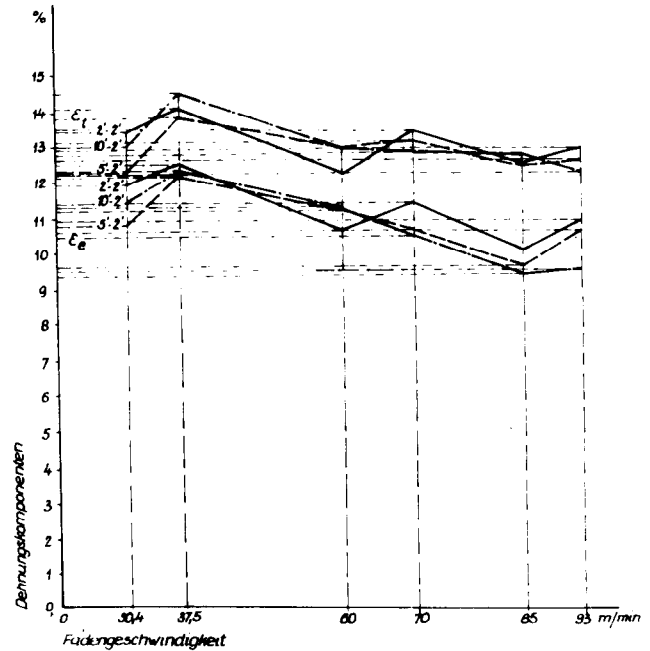


Abb. 1: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer elastischen Komponente als Funktion der Fadengeschwindigkeit

- ihre Variationskoeffizienten und die Verlässlichkeit des Mittelwertes bei 95 % statistischer Sicherheit, ferner
- die Verhältniszahl des elastischen Dehnungsanteils zum bleibenden Dehnungsanteil.

Die totale Dehnung und ihre elastische Komponente wird auch anhand von Abbildung 1 veranschaulicht.

Tabelle 1: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten in Abhängigkeit von der Fadengeschwindigkeit

Fadengeschwindigkeit (m/min)	30,4			37,5			60,0			70,0			85,0			93,0		
Belastungs- und Rastzeit (min)	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2
Totaldehnung (‰) ε _t	13,4	12,28	13,04	14,1	13,48	14,48	12,22	12,94	12,94	13,46	13,14	12,86	12,05	12,46	12,74	12,86	12,56	12,18
V (‰)	7,3	11,1	5,02	5,4	5,3	9,5	6,84	10,9	5,9	10,6	9,29	6,71	5,69	5,90	8,77	10,73	5,39	5,32
p (‰)	5,2	7,9	3,5	3,8	3,7	6,7	4,8	7,79	4,2	7,58	6,17	4,79	4,06	4,21	6,27	7,67	3,85	3,80
Elastische Dehnung (‰) ε _e	11,96	10,76	11,46	12,5	12,18	12,28	10,66	11,16	11,2	11,42	10,68	10,46	10,06	9,64	9,4	10,88	10,6	9,5
V (‰)	6,3	5,66	4,64	4,9	4,2	4,9	4,5	9,59	6,2	9,01	4,33	6,95	6,42	7,23	9,02	8,35	6,08	4,97
p (‰)	4,5	4,05	3,3	3,5	3,0	3,5	3,2	6,8	4,4	6,4	3,09	4,97	4,59	5,17	6,45	5,97	4,34	3,55
Bleibende Dehnung (‰) ε _b	1,46	1,52	1,58	1,6	1,66	2,2	1,56	1,78	1,74	2,04	2,46	2,4	2,44	2,82	3,34	1,98	1,96	2,6
V (‰)	30,8	70,4	39,0	25,0	46,1	51,8	31,8	34,0	34,2	36,6	36,5	22,8	27,3	33,6	21,6	36,9	22,9	25,8
p (‰)	22,02	50,3	27,8	17,8	32,9	37,04	22,6	24,3	24,4	26,1	26,1	16,3	19,5	24,03	15,44	26,3	16,3	18,4
γ _e (‰)	89,2	87,7	87,9	88,7	88,0	85,0	87,3	86,3	86,6	84,8	81,3	81,4	80,5	77,4	73,8	84,6	84,4	78,0
γ _b (‰)	10,8	12,3	12,1	11,3	12,0	15,0	12,7	13,7	13,4	15,2	18,7	18,6	19,5	22,6	26,2	15,4	15,6	22,0

Bei der Auswertung der Prüfergebnisse war zu sehen, daß die Werte eine ziemlich hohe Streuung zeigen; deshalb ist die Gesetzmäßigkeit in exakter Weise mit Hilfe der mathematischen Statistik bestimmt.

Eine Beziehung zwischen Fadengeschwindigkeit (als unabhängige Variable) und elastischer Dehnungskomponente (als abhängige Variable) wurde bei Anwendung des Prinzips der kleinsten Quadrate untersucht. Es wurde eine lineare Regression angenommen, wobei man diese Gleichungen für die elastische Komponente bei Belastungszeiten von 2, 5 und 10 Minuten ermittelte.

Für die drei Belastungszeiten sind die folgenden linearen Gleichungen kennzeichnend:

a) für die Belastungszeit von 2 Minuten:

$$\epsilon_e = -0,029 v + 13$$

b) für die Belastungszeit von 5 Minuten:

$$\epsilon_e = -0,022 v + 12,2$$

c) für die Belastungszeit von 10 Minuten:

$$\epsilon_e = -0,043 v + 13,4$$

wobei v die Fadengeschwindigkeit m/min bedeutet.

Werden mit Hilfe dieser Gleichungen die Werte der elastischen Dehnungskomponente ϵ_e für die obere Grenze mit 93,0 m/min und für die untere mit 30,4 m/min des geprüften Geschwindigkeitsbereichs bei den verschiedenen Belastungszeiten errechnet, so ergeben sich die in Tabelle 2 wiedergegebenen Resultate.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die innere Faserstruktur während der Fixierzeit von 2 Sekunden und einer Geschwindigkeit von 30,4 m/min derart umgestaltet wird, daß zwischen den Zeitgrenzen

Tabelle 2: Werte der elastischen Dehnungskomponente ϵ_e

Garngeschwindigkeit m/min	Belastungszeit (min)		
	2	5	10
30,4	12,12	11,53	12,10
93,0	10,17	10,15	9,40

der Prüfungen keine signifikante Änderung der elastischen Dehnung wahrgenommen werden kann. Wird jedoch die Fixierzeit von 2,0 auf 0,65 Sekunden reduziert, so nimmt auch die elastische Dehnung ab.

Bei der Prüfung des elastischen Dehnungsanteils ergibt sich die gleiche Gesetzmäßigkeit, nämlich, daß als Folge der Verlängerung der Fixierzeit für jede Belastungszeit der elastische Dehnungsanteil, bezogen auf die totale Dehnung, ansteigt. Dies wird durch Gegenüberstellung der elastischen Dehnungsanteile bei 30,4 und 93,0 m/min Fadengeschwindigkeit in Tabelle 3 bewiesen.

Aus den nebeneinanderstehenden Werten der vertikalen Kolonnen ist die Gesetzmäßigkeit abzulesen.

Tabelle 3: Vergleich der Anteile der elastischen Dehnung bei verschiedener Fadengeschwindigkeit

Belastungszeit min	Anteile der elastischen Dehnung in %	
	2,0 sec. nach	0,6 sec. Fixierzeit
2	89,2	84,6
5	87,7	84,4
10	87,9	78,0

Tabelle 4: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten in Abhängigkeit von der an der Maschine eingestellten Drehung

Drehung (D/m)	2200			2600			3000			3400		
	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2
Belastungs- und Rastzeit (min)												
Totaldehnung (%) ϵ_t	8,8	8,94	9,32	13,66	13,72	13,84	15,72	15,91	16,63	17,96	17,86	19,25
V (%)	11,28	12,4	10,78	4,47	7,2	2,2	7,7	6,4	5,12	5,18	5,1	3,23
p (%)	3,06	8,86	7,7	3,2	5,1	1,57	5,51	4,58	3,66	3,7	3,64	2,31
Elastische Dehnung (%) ϵ_e	6,86	6,72	6,52	12,32	12,1	12,04	15,42	15,63	16,15	16,91	16,93	17,91
V (%)	14,0	12,18	12,10	3,68	9,42	8,26	6,16	5,61	5,18	5,67	4,86	3,96
p (%)	10,01	8,71	8,65	2,63	6,74	5,91	4,4	4,01	3,7	4,0	3,47	2,83
Bleibende Dehnung (%) ϵ_b	1,94	2,22	2,8	1,34	1,62	1,8	0,3	0,28	0,48	1,04	0,92	1,32
V (%)	3,45	13,01	16,46	33,06	31,05	22,2	122,67	96,43	73,96	40,2	64,8	33,6
p (%)	6,04	9,3	11,77	23,6	22,2	15,88	87,73	68,96	52,9	28,7	46,32	24,0
η_e (%)	77,95	75,17	69,96	90,19	88,19	86,99	98,00	98,2	97,1	94,2	94,8	93,1
η_b (%)	22,05	24,83	30,04	9,81	11,81	13,01	2,0	1,8	2,9	5,8	5,2	6,9

2. Die Dehnungskomponenten als Funktion der Drehung

Die Untersuchungen der elastischen Dehnungskomponente als Funktion der Drehung zeigen eine markante Abhängigkeit von der Drehungsvariation. In diesen Prüfungen wurde die Drehungszahl von 2200 T/m bis zu 3400 T/m steigend an der Maschine eingestellt. Die Belastungs- und Rastzeiten wurden ähnlich wie bei den früheren Prüfungen gewählt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zu sehen. Die verschiedenen Belastungszeiten entsprechenden Diagramme befinden sich in den Abbildungen 2 bis 4. In Abbildung 5 ist das Verhältnis der elastischen zur bleibenden Dehnungskomponente zu sehen. In diesem Diagramm wurde das gesamte Dehnungsverhältnis als 100% angenommen, und so charakterisiert dieses eine Parallele zur Abszisse.

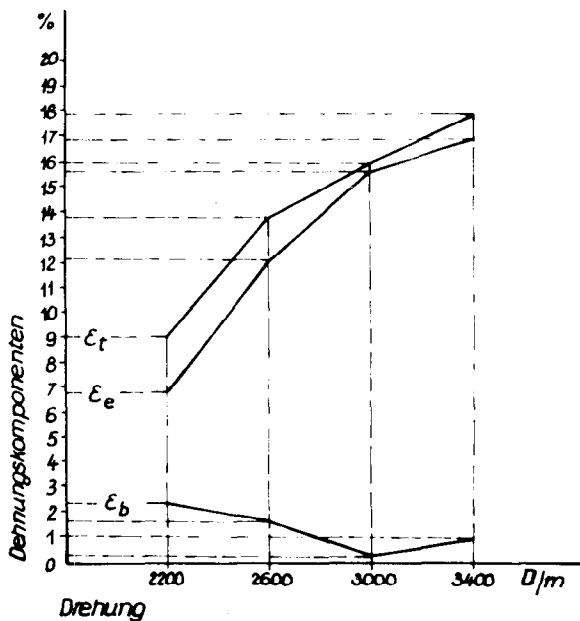


Abb. 2: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten als Funktion der eingestellten Drehung bei einer Belastungs- bzw. Rastzeit von 2 Minuten

Auch diesmal wurde in der Auswertung der Prüfungen die Veränderung der elastischen Dehnung hervorgehoben. Aus den Diagrammen geht eindeutig hervor, daß sowohl die totale als auch die elastische Dehnung bei steigender Drehung erhöht wird. Zur Beschreibung dieser Aussage wurde auch eine lineare Beziehung zwischen den beiden Variablen gesucht. Diese Gleichungen zwischen eingestellter Drehung und elastischer Dehnungskomponente lauten:

a) bei einer Belastungszeit von 2 Minuten:

$$\epsilon_e = 0,0083 s - 10,3$$

b) bei einer Belastungszeit von 5 Minuten:

$$\epsilon_e = 0,0101 s - 15,5$$

c) bei einer Belastungszeit von 10 Minuten:

$$\epsilon_e = 0,0096 s - 13,8$$

wobei s die eingestellte Drehung pro m ist.

Mit Hilfe dieser Gleichungen wurde die elastische Dehnung für die übliche Drehung von 2800 T/m und für einzelne Belastungszeiten mit 12,9, 12,8 und 13,1% berechnet. Es geht aus diesen Daten hervor, daß die

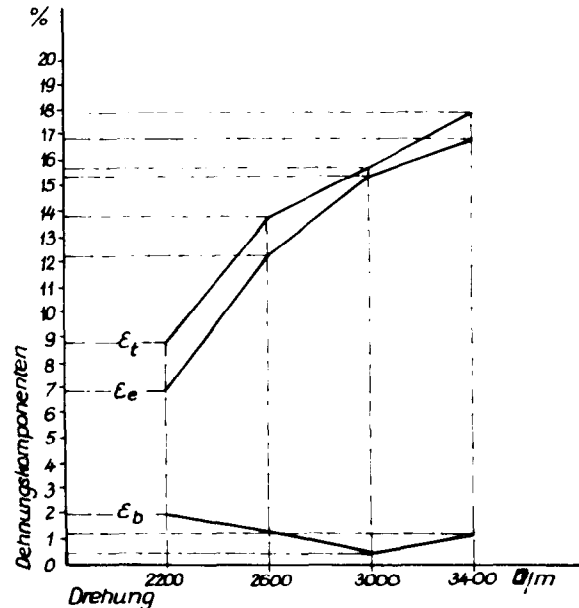


Abb. 3: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten als Funktion der eingestellten Drehung bei einer Belastungsdauer von 5 Minuten und einer Rastzeit von 2 Minuten

Änderung der Belastungszeit keinen signifikanten Einfluß auf die Ergebnisse hat, sodaß dadurch keine Unterschiede erzielt werden können. Es sei hier noch bemerkt, daß die übrigen Parameter, wie Temperatur und Dauer der Fixierung sowie die Voreilung, während der Versuchsserie konstantgehalten worden waren.

Anschließend an die Untersuchung des Drehungseffektes wurden an einer Probe mit 3400 T/m Versuche durchgeführt, die die Beständigkeit der elastischen Dehnung aufzeigen sollten. Dabei wurde die Methode der wiederholten Beanspruchungen angewandt:

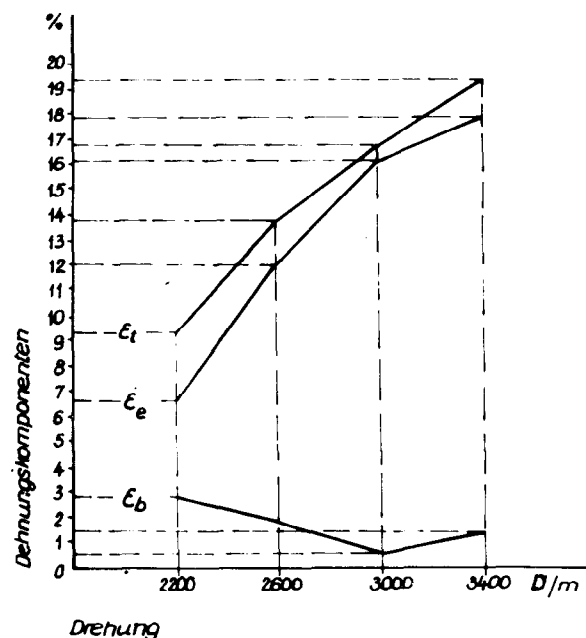


Abb. 4: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten als Funktion der eingestellten Drehung bei einer Belastungszeit von 10 Minuten und einer Rastdauer von 2 Minuten

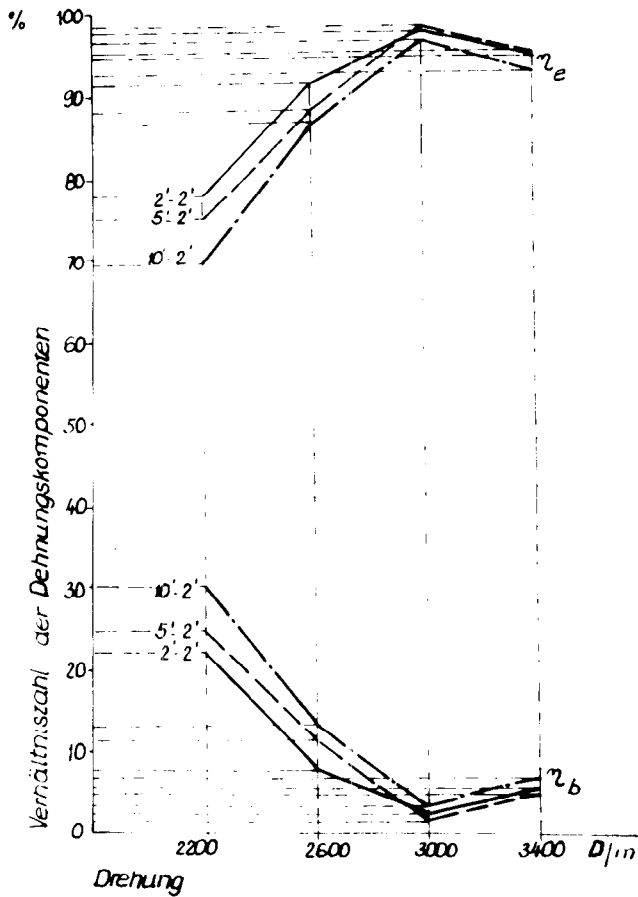


Abb. 5: Die Veränderung des Verhältnisses der elastischen und der bleibenden Dehnungskomponente als Funktion der eingestellten Drehung

Zuerst wurde der Prüfling in üblicher Weise 2 Minuten belastet und 2 Minuten lang gerastet. Diesen Vorgang wiederholte man fünfmal; weiters belastete man 5 Minuten lang mit nachfolgender Rast von 5 Minuten — ebenfalls fünfmal nacheinander. Die übrigen Belastungsbedingungen waren dieselben wie bei den anderen Prüfungen.

Die mit den wiederholten Beanspruchungen erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Daraus geht hervor, daß sich in beiden Prüferien die totale Dehnung — verglichen mit den Prüfergebnissen bei einfacher Belastung — erhöht hat, und zwar, daß die beiden Komponenten größer wurden, aber nicht proportional mit der Zunahme der totalen Dehnung. In den letzten beiden Reihen der Tabelle ist zu sehen, daß sich bei der Belastungszeit von 2 Minuten das Verhältnis elastische zu bleibender Dehnung von 94,2 : 5,8 auf 83,5 : 16,5 und bei der Belastungsdauer von 5 Minuten von 94,8 : 5,2 auf 78,4 : 21,6 geändert hat; dies bedeutet, daß sich der Wert der elastischen Dehnung zwar erhöht, sich sein Verhältnis zur bleibenden Dehnung jedoch vermindert hat.

3. Die Dehnungskomponenten als Funktion der Voreilung

Die Veränderung der Dehnungskomponenten wurde auch als Funktion der Voreilung untersucht; das geprüfte Garn wurde mit einer Voreilung zwischen -6 und +2 % hergestellt. Die Ergebnisse der Prü-

Tabelle 5: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten sowie das Komponentenverhältnis bei wiederholten Belastungen

Drehung (D/m)	3400	
	5 × (2—2)	5 × (5—5)
Belastungs- und Rastzeit (min)	5 × (2—2)	5 × (5—5)
Totaldehnung (‰) ϵ_t	21,63	24,82
V (‰)	7,38	5,37
p (‰)	5,28	3,84
Elastische Dehnung (‰) ϵ_e	18,02	19,39
V (‰)	7,21	3,21
p (‰)	5,15	2,29
Bleibende Dehnung (‰) ϵ_b	3,56	5,34
V (‰)	18,82	27,15
p (‰)	13,46	19,41
γ_e (‰)	83,5	78,4
γ_b (‰)	16,5	21,6

fung sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengefaßt. Abbildung 6 zeigt die Veränderung der elastischen Dehnungskomponente bei verschiedenen Belastungs- und Rastzeiten als Funktion der Voreilung.

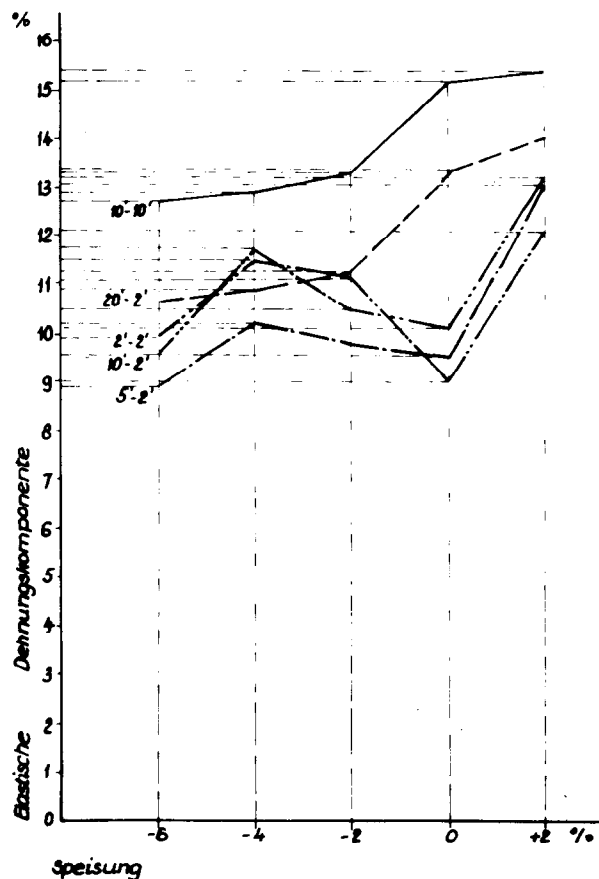


Abb. 6: Die Veränderung der elastischen Dehnungskomponente als Funktion der Voreilung bei jeweils verschiedenen Belastungs- und Rastzeiten

Tabelle 6: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten in Abhängigkeit von der Voreilung

Voreilung (%)	-6			-4			-2			0			+2		
Belastungs- und Rastzeit (min)	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2	2-2	5-2	10-2
Totaldehnung (%) ϵ_t	11,18	10,26	12,6	14,52	12,32	14,98	12,88	11,68	12,92	10,72	10,8	12,28	13,32	14,36	15,0
V (%)	9,33	13,45	10,4	21,9	8,4	19,09	9,1	6,26	11,19	8,8	11,6	11,07	6,53	8,72	11,74
p (%)	6,67	9,06	7,4	12,3	6,0	13,6	6,5	4,4	8,0	6,29	8,2	7,9	4,67	6,23	8,39
Elastische Dehnung (%) ϵ_e	9,92	8,96	9,52	11,54	10,24	11,64	11,24	9,86	10,54	9,06	9,64	10,14	12,18	13,2	13,16
V (%)	11,03	13,3	14,4	7,5	10,9	12,8	11,7	12,3	13,51	11,1	12,5	7,8	8,1	8,99	10,66
p (%)	7,88	9,5	10,29	5,3	7,7	9,1	8,3	8,7	9,66	7,9	8,9	5,5	5,7	6,42	7,62
Bleibende Dehnung (%) ϵ_b	1,26	1,30	3,08	2,98	2,08	3,34	1,64	1,82	2,38	1,66	1,16	2,14	1,14	1,16	1,84
V (%)	81,7	42,3	56,52	10,6	19,3	60,1	32,3	61,5	37,64	60,8	103,4	68,2	51,14	46,5	60,05
p (%)	58,4	30,2	40,42	7,5	13,8	42,9	23,09	43,9	26,91	43,4	73,9	48,7	36,57	33,25	42,94
γ_e (%)	88,7	87,3	75,6	79,5	83,1	77,7	87,26	84,7	81,57	84,5	89,0	83,0	91,4	91,9	87,7
γ_b (%)	11,3	12,7	24,4	20,5	16,9	22,3	12,74	15,3	18,43	15,5	11,0	17,0	8,6	8,1	12,3

Tabelle 7: Die Veränderung der totalen Dehnung und ihrer Komponenten in Abhängigkeit von der Voreilung bei verlängerten Belastungs- und Rastzeiten

Voreilung (%)	-6		-4		-2		0		+2	
Belastungs- und Rastzeit (min)	20-2	10-10	20-2	10-10	20-2	10-10	20-2	10-10	20-2	10-10
Totaldehnung (%) ϵ_t	12,84	13,53	12,86	13,72	12,8	13,62	14,94	15,92	14,80	16,64
V (%)	9,03	7,68	9,9	6,66	7,6	8,1	9,2	9,23	6,33	3,2
p (%)	6,45	5,49	7,07	4,76	5,4	5,79	6,57	6,59	4,52	2,28
Elastische Dehnung (%) ϵ_e	10,62	12,71	10,9	12,92	11,3	13,28	13,28	15,22	14,0	15,38
V (%)	12,05	6,86	6,57	4,9	10,4	9,48	8,96	6,1	7,0	4,21
p (%)	8,6	4,90	4,7	3,5	7,4	6,8	6,4	4,36	5,0	3,0
Bleibende Dehnung (%) ϵ_b	2,22	0,82	1,94	0,8	1,5	0,34	1,66	0,7	0,8	1,22
V (%)	38,2	101,7	49,7	64,5	24,4	141,0	51,3	89,4	56,3	53,6
p (%)	27,3	72,7	35,5	46,1	17,4	100,8	36,6	63,9	40,2	38,3
γ_e (%)	82,72	93,9	84,8	94,2	88,3	97,5	88,9	95,6	94,59	92,5
γ_b (%)	17,28	6,1	15,2	5,8	11,7	2,5	11,1	4,4	5,41	7,5

Aus dem hier gebrachten Diagramm geht hervor, daß neben den Belastungs- bzw. Rastzeiten von 2 und 2,

5 und 2 sowie 10 und 2 Minuten auch bei Zeitverhältnissen von 10 und 10 und 20 und 2 Minuten geprüft

wurde. Die Meßergebnisse weisen zwar eine starke Streuung auf, aber die Änderungstendenz läßt sich dennoch aus den Diagrammen gut herauslesen.

Werden die Grenzwerte der unabhängigen Variablen geprüft, so ergibt sich dabei, daß der Wert der elastischen Dehnung mit zunehmender Voreilung ebenfalls zunimmt (Tab. 8).

Der Vergleich der beiden angeführten Zahlenkolonnen als Funktionen der Belastungs- bzw. Rastzeiten zeigt eine von 2,26 auf 4,24 % ansteigende Erhöhung der elastischen Dehnungswerte. Es ist also daraus zu ersehen, daß bei einer Erhöhung der Voreilung von -6 auf +2 % der Wert der elastischen Dehnungskomponente um 21 bis 47 % zunimmt.

Tabelle 8: Meßwerte an den Grenzen der Voreilung

Belastungs- dauer (min)	Rastzeit (min)	Elastische Dehnungskomponente (%) bei -6 % und bei +2 % Voreilung	
2	2	9,92	12,18
5	2	8,96	13,20
10	2	9,52	13,16
10	10	12,71	15,38
20	2	10,62	14,00

V. Zusammenfassung – Folgerungen

Es wurde in dieser Forschungsarbeit die Veränderung von elastischen und bleibenden Dehnungskomponenten texturierter Fäden als Funktion von Fadengeschwindigkeit, Drehung und Voreilung geprüft. Die Untersuchung erstreckte sich auf Polyamid-6-Filamentfäden ungarischer Provenienz und erfolgte an einer Scragg-Minibulkvorrichtung, Typ CS-12.

Zur Durchführung der Prüfungen wurde eine spezielle Methode entwickelt. Die Zusammenfassung der Prüfergebnisse ermöglicht folgende Aussagen:

1. Die Stabilität einer Fixierung wurde auch durch Prüfung der Änderung der elastischen Dehnungskomponenten untersucht. Man hat gefunden, daß der Wert der während 2,5 und 10 Minuten gemessenen elastischen Dehnungskomponente bei einer Fixierzeit von 2 Sekunden stabil ist, daß sich aber dieser Wert bei einer Fixierzeit von 0,65 Sekunden durch Erhöhung der Belastungszeit reduziert.
2. Durch Anwendung unterschiedlicher Belastungszeiten wurde festgestellt, daß die elastische Dehnung von Fäden, die einer längeren Fixierzeit (2 sec) unterworfen wurden, um 5 bis 10 % höher ist als die, die einer kürzeren Fixierzeit (0,65 sec) ausgesetzt wurden.
3. Wird die Drehung erhöht, so erhöht sich die Totaldehnung und auch ihre elastische Komponente.
4. Durch Einwirkung wiederholter Beanspruchungen kann eine Zunahme der Totaldehnung erzielt werden, doch wird ihre elastische Komponente relativ kleiner. So reduziert sich beispielsweise ihr Wert bei 3400 T/m von 94,2 % auf 83,5 %.
5. Auch durch Erhöhung der Voreilung kann eine Zunahme der elastischen Dehnung erzielt werden. Wird die Voreilung von -6 % auf +2 % erhöht, so steigt die elastische Dehnung von 9 bis 10 % auf 13 bis 14 %.

Die durchgeführten Prüfungen können als Anhaltspunkt zu der anfangs betonten Zielsetzung benützt werden, nämlich die von den Garnverarbeitern an das Fertiggarn gestellten Forderungen durch richtige Auswahl der technologischen Parameter der Falschdrahttexturierung zu erfüllen.

Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet des OE-Spinnverfahrens

Dr.-Ing. Erich Kirschner
 Forschungsinstitut für Faserverarbeitung e. V.,
 Denkendorf

Bei Chemiefasern stellt sich im Vergleich zu Baumwolle, wo die Problematik der Ausscheidung von Fremdbestandteilen und Staub dominiert, in der Spinnereivorbereitung vor allem die Frage nach der notwendigen Streckenpassanzahl bzw. danach, ob bei Einschaltung einer Regulierstelle in den Verarbeitungsprozeß eine über den Flyer hinausgehende Prozeßkürzung möglich ist. Über die Ergebnisse von Vergleichsuntersuchungen mit Chemiefasern wird berichtet.

Die Auflösung der Faserbänder an der Rotorspinnmaschine erfolgt entweder durch ein Streckwerk oder mittels garnierter Auflösewalzen. Auf Grund einer Vielzahl von Vergleichsausspinnungen werden die beiden Systeme einander gegenübergestellt.

Am weitesten verbreitet ist das Prinzip der Auflösewalze. Es wirft eine Reihe von Fragen auf, die für die Laufverhältnisse und die Garnqualität von erheblicher Bedeutung sind. In diesem Zusammenhang durchgeführte systematische Untersuchungen vermittelten neue Erkenntnisse, über die berichtet wird.

In the case of cotton it is the problem of eliminating trash and dust which dominates in the preparation of sliver. As far as man-made fibres are concerned, one has to deal with the question of the number of drawing-processes needed and whether a shortening of the process beyond the roving frame would be possible by inserting an autolevelling device. The results of comparative tests with man-made fibres are reported.

The opening of silvers on the rotor-spinning frame is accomplished either by a drafting system or by opening rollers. Based on a multitude of comparative spinning tests, both systems are compared.

The principle of opening roller is the most widely known. It poses a number of questions which are of utmost relevance for the running conditions and the quality of the yarn. Systematic research conducted in this field yielded new knowledges which are reported.

Einleitung

Was vor kurzem noch utopisch schien, ist heute industrielle Wirklichkeit. Überholt ist die Meinung, daß es zum Spinnen einer Anzahl hintereinander geschalteter Walzenpaare in Verbindung mit Spindel, Ring und Läufer bedürfe. Mit dem OE-Spinnverfahren oder, wenn wir einen sich mehr und mehr einbürgernden Terminus technicus gebrauchen wollen, mit dem Rotorspinnverfahren (Abb. 1) bieten sich neue spinntechnische Möglichkeiten, die das Drei- bis Fünffache an Leistung bringen, zu wesentlichen Personaleinsparungen führen, die Zahl der Verarbeitungsstufen weiter herabsetzen und unter dem Strich, das heißt angefangen beim Faserstoff bis hin zur Fertigware, zu ganz erheblichen Kosteneinsparungen führen können. Verständlich, daß eine solche Alternative die Fachwelt fasziniert und in Forschung und Entwicklung große Aktivität ausgelöst hat.

Der ersten Phase des kritischen Prüfens folgte auf einigen Gebieten rasch der industrielle Durchbruch.

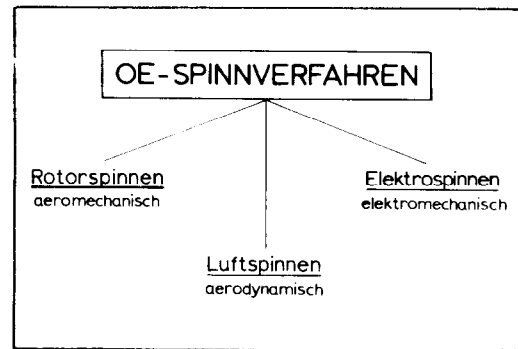


Abb. 1: Terminologie der OE-Spinnverfahren

Schon sind Lieferzeiten von zwei bis drei Jahren an der Tagesordnung und stellt man allenthalben Berechnungen darüber an, wieviel Prozent der weltweit laufenden Spindeln es wohl sein mögen, die jährlich durch Rotorspinnstellen ersetzt werden. Man kommt dabei 1974 auf eine Größenordnung von etwa ein Prozent. Wenn sich das Investitionsverhältnis von Ring- zu Rotormaschinen nicht wesentlich ändert (1974: 10 Mio. Ringspindeln gegenüber etwa 0,4 Mio. Rotorspinnstellen), wird das Ringspinnverfahren bis 1980 einen Spindelanteil von rund 10 % an das Rotorspinnverfahren abgegeben haben. Berücksichtigt man, daß davon im wesentlichen gröbere Garne betroffen sind, so dürfte die Weltproduktion an Rotorgarnen 1980 gewichtsmäßig nahe 20 % liegen.

Der zunächst berechtigte Einwand, das Verfahren sei wegen der hohen Investitionskosten nur für gröbere Garne wirtschaftlich, verliert mit den kräftig steigenden Löhnen zunehmend an Bedeutung¹. Hinzu kommt, daß weltweit etwa 45 % aller Dreizylinderspindeln auf größeren und mittleren Garnnummern bis 250 dtex (Nm 40) laufen, sodaß dem neuen Spinnverfahren selbst unter sich nur langsam verändernden kalkulatorischen Bedingungen schon heute ein verhältnismäßig weiter Anwendungsbereich sicher ist.

Als ein gewisses Handikap empfindet man allenfalls noch den anderen Garncharakter bzw. den vom Gewohnten mitunter erheblich abweichenden Warenausfall. Vielleicht, so hofft man, läßt sich aber daran spinntechnisch und von der Ausrüstung her noch einiges verbessern, wobei man freilich zum Teil noch übersieht, daß OE-Garne ja kein bloßer Ersatz für Ringgarne sind, sondern etwas völlig anderes, Neuartiges, das zwar gewisse Risiken und Unwägbarkeiten in sich birgt, zugleich aber auch neue textile Möglichkeiten eröffnet, die es zu nutzen gilt.

Alles in allem ein recht positives Bild. Und doch wäre es verfrüht, daraus schließen zu wollen, die Weichen für die Spinnerei der Zukunft seien bereits gestellt. Vielmehr stößt man in der betrieblichen Praxis und bei genauerer Analyse des Prozeßablaufes auf immer neue Probleme, die gelöst sein wollen, ehe wir uneingeschränkt von einer technisch ausgereiften Lösung werden sprechen können.

Wie das Ringspinnverfahren, so weist auch das Rotorspinnverfahren einige, ihm von Anfang an anhaftende, systembedingte Mängel auf:

- beispielsweise die andersartige Faserlage und -bindung im Garn bzw. der daraus resultierende abweichende Gespinnstcharakter und Warenausfall,

- die Neigung zu Ablagerungen in der Spinnkammer, bei Chemiefasern durch Anpassung der Avivage weitgehend vermeidbar, bei Baumwolle aber ein Kardinalproblem, das in die Garnqualität einen bisher nicht gekannten Unsicherheitsfaktor bringt und darüberhinaus den Fadenbruch, bisher im mathematisch-statistischen Sinne zufälliger Natur, zu einem früher oder später zwangsläufig eintretenden Ereignis werden läßt,
- oder der bei zunehmender Rotordrehzahl mit nahezu zu der dritten Potenz steigende Stromverbrauch mit den sich daraus ergebenden kalkulatorischen Konsequenzen.

Wie auf anderen Gebieten der Technik auch wird man zwar die durch physikalische Gesetzmäßigkeiten gezogenen Grenzen hinnehmen müssen, gleichzeitig aber versuchen, das neue Konzept zu einer gewissen Vollkommenheit zu führen. Das Rotorspinnverfahren bietet dafür eine Reihe Ansatzpunkte.

Ich möchte mich unter diesem Aspekt in meinen weiteren Ausführungen zwei speziellen Themenbereichen des Rotorspinnverfahrens zuwenden: der Gestaltung der Spinnereivorbereitung und dem Vorgang der Faserauflösung.

1. Die Gestaltung der Spinnereivorbereitung

Das erste Thema hat die wirtschaftlich akute Frage nach der beim Rotorspinnverfahren notwendigen Streckenpassagenzahl zum Gegenstand. Bei Chemiefasern stellt sich im Vergleich zu Baumwolle, wo das Reinigungsproblem dominiert, diese Frage in besonderem Maße.

Chisholm² von der Firma Platt International berichtete anlässlich des Reutlinger Open-end-Symposiums 1973 über Untersuchungsergebnisse, wonach bei längeren Baumwollen und Synthetics auf die zweite Streckenpassage aus qualitativen Gründen und wegen der besseren Laufverhältnisse nicht verzichtet werden könne, von groben Garnen für relativ unkritische Verwendungszwecke abgesehen. Der extrem hohe, etwa 1000- bis 4000fache Verzug in der Auskämmzone, also zwischen Einzugs- und Auflösewalze (Abb. 2), erfordert geradezu eine möglichst gute Faserparallelage im Band.

Auch in Ungarn hat man, wie Brucker³ anlässlich der Internationalen Baumwolltest-Tagung 1974 in Bre-

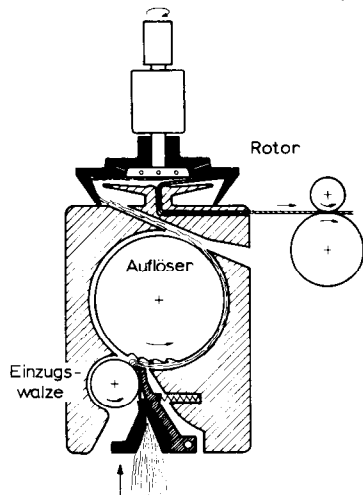


Abb. 2: Schnitt durch eine Spinnbox

men berichtete, bei Baumwolle mit der Beibehaltung von zwei Streckenpassagen die besseren Erfahrungen gemacht (BD 140 KX). Wenn überhaupt auf eine Streckenpassage verzichtet werden könne, so nur durch Bandregulierung sowohl an der Karde als auch an der Strecke, das heißt durch eine ganz wesentliche Verbesserung der Sortierungsgleichmäßigkeit.

Diesen Aussagen stehen die Ergebnisse von Vergleichsausspinnungen in 250 dtex (Nm 40) bei Enka-Glanzstoff mit Diolen und mit kardierter Baumwolle 1 1/16" gegenüber. Wie aus einer entsprechenden Veröffentlichung von Albrecht⁴ hervorgeht, brachte eine zweite oder gar dritte Streckenpassage keine Vorteile hinsichtlich der dynamometrischen Werte, der Uster-Ungleichmäßigkeit und der Imperfections der Garne. Ist also, so muß man sich fragen, die Faserparallelage im Band beim Rotorspinnen vielleicht doch nicht ganz so wichtig?

Wir sind in Denkendorf dieser Frage bei der Chemiefaserverspinnung nachgegangen und haben die Zusammenhänge näher untersucht. Zur Ausspinnung auf einer BD 200 gelangten Garne in 250 dtex (Nm 40) aus Viskose 1,7/40, Acryl 1,6/40 und Polyester 1,7/40, jeweils glänzend. Jeder dieser Faserstoffe wurde, ausgehend von Wickeln, nach 7 Spinnplänen verarbeitet (Abb. 3), und zwar bei den ersten vier Spinnplänen ohne und bei den letzten drei mit Regulierung an der Karde (Trützschler/Graf-Optima). Bei Spinnplan K arbeiteten wir ohne Streckenpassage, aber mit der üblichen Bandablage in Kannen, sodaß die an der Karde dominierenden Schlepphäkchen der Spinnbox als Leithäkchen vorgelegt wurden. Bei Spinnplan (K) dagegen wurde das Kardenband direkt vorgelegt, das heißt ohne Umkehrung der Häkchenrichtung. Bei Spinnplan I schloß sich eine Streckenpassage an, bei Spinnplan II noch eine zweite. Bei den letzten drei Spinnplänen handelte es sich um eine Wiederholung der ersten drei, jedoch — wie erwähnt — mit Regulierung an der Karde.

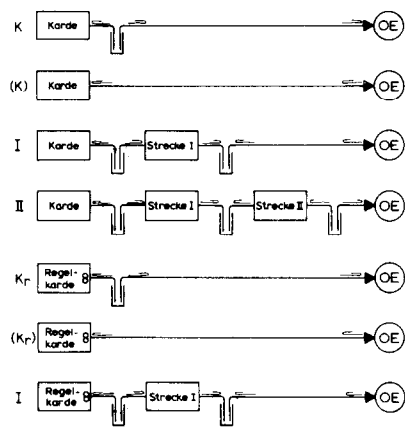


Abb. 3: Bandvorbereitung nach unterschiedlichen Spinnplänen mit Angabe der dominierenden Häkchenrichtung

a) Erweiterter Lindsley-Test

Als erstes wollten wir klären, was von der guten Faserorientierung im Band nach der Auflösung und Neuorientierung der Fasern im Faserring der Spinnkammer noch übrigblieb. Daß es nicht viel sein konnte, war angesichts der bekannten Wirrlage der Fasern im Garn anzunehmen. Die jeweils untersuchten 10

Faserringe ließen sich durch kurzzeitiges Einschalten der Bandzufuhr an der Spinnbox leicht herstellen, wobei der Einfluß von Start- und Stoppphase auf den durchschnittlichen Orientierungsgrad vernachlässigt wurde. Als Untersuchungsmethode bedienten wir uns des von Ullal und Azarschab⁵ beschriebenen erweiterten Lindsley-Tests, bei dem an kurzen Bandabschnitten mittels einer dreigeteilten Klemmvorrichtung (Klemmenbreite 15, 30, 15 mm) durch Auskämmen, Schneiden und Wiegen von Faserbärten vier Kenngrößen bestimmt werden:

- das Schnittverhältnis in Laufrichtung (Maß für die Leithäkchenhäufigkeit),
- das Schnittverhältnis entgegen der Laufrichtung (Maß für die Schlepphäkchenhäufigkeit),
- der Parallelisierungskoeffizient und
- die mittlere projizierte Gewichtsstapelänge.

Die breiten Säulen auf den Abbildungen 4, 5 und 6 repräsentieren jeweils den Zustand im vorgelegten Band, die schmalen denjenigen im Faserring. Betrachten wir zunächst den Zustand *im vorgelegten Band*. Bekanntlich produziert ja die Karde wesentlich mehr Schlepp- als Leithäkchen. Diese Erkenntnis hat sich sinngemäß bestätigt, d. h. bei Kardenbandvorlage aus der Kanne (Spinnpläne K und Kr) dominierten die Leithäkchen, bei direktem Einlauf des Kardenbandes [Spinnpläne (K) und (K_r)] dagegen die Schlepphäkchen. Bei dem regulierten Kardenband war der Einfluß der Bandeinflafrichtung geringer, einfach darum, weil der Regulierverzug die Schlepphäkchen zum Teil schon aufgelöst hatte. Vor allem aber wird anhand der Abbildung deutlich, daß die Häkchenhäufigkeit im Band von Verarbeitungsstufe zu Verarbeitungsstufe abnahm und der Häufigkeitsunterschied zwischen Leit- und Schlepphäkchen immer geringer wurde.

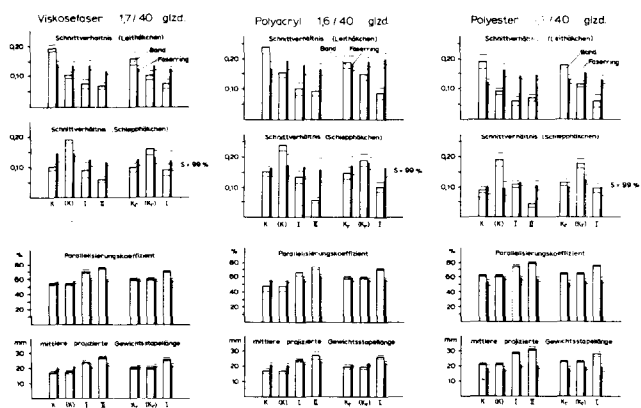


Abb. 4—6: Erweiterter Lindsley-Test nach Ullal und Azarschab⁵

Die an den Faserringen ermittelten Schnittverhältnisse ergaben, wie an den schmalen Säulen zu erkennen, ein ganz anderes Bild. Von den erwähnten Zusammenhängen konnte man nicht mehr viel wahrnehmen, und der Einfluß von Einlaufrichtung und Streckenpassagenzahl war weitgehend verwischt. Welche Schlüsse können wir aus dem Vergleich der Häkchensituation in den Bändern und in den Faserringen ziehen?

- Trotz der relativ großen Streuung ist der Spinnplaneinfluß auf die Häkchensituation im Band

noch deutlich nachweisbar, im Faserring dagegen kaum mehr, woraus hervorgeht, daß sich die Häkchenbilanz in der Spinnereinheit erheblich verschlechtert, das heißt, daß es dort eher zu einer Desorientierung der Fasermasse als zu einer weiteren Orientierung kommt.

- Nur bei Kardenbandvorlage wird die jeweils dominierende Häkchenart durch die Spinnereinheit stark abgebaut. Ursache hierfür dürfte im Falle der Leithäkchen die auskämmende Wirkung der Auflösewalze und im Falle der Schlepphäkchen der extrem hohe Verzug in der Auskämmzone sein.
- Bei Streckenbandvorlage nimmt die Zahl der Häkchen in der Spinnbox dagegen eher zu als ab, wobei sich etwas mehr Leit- als Schlepphäkchen zu bilden scheinen, was mit den Vorstellungen vom Verhalten der Fasern in einem strömenden Medium übereinstimmt.
- Besonders stark ausgeprägt ist die Häkchenbildung bei der Acrylfaser, also bei einem Faserstoff mit nach unseren Erfahrungen geringer Einkürzung. Dies erklärt auch, warum sich gerade bei dieser Faserart eine intensivere Auflösung in der Spinnbox immer wieder als vorteilhafter erweist.

Untersuchungen von Tooka⁶ mit Tracerfasern auf der japanischen Version der BD 200 bestätigten übrigens die häkchenbildende Wirkung der Spinnbox (Tabelle 1). Während der prozentuale Anteil der Spurenfasern ohne Häkchen von 71% im Band auf 53% im Garn zurückging, nahmen die Spurenfasern mit Häkchen durchwegs zu. Beim Ringspinnverfahren war die Tendenz gerade umgekehrt.

Tabelle 1: Häkchenbilanz (nach Tooka)				
Häkchenbilanz	OE-Verfahren		Ringspinnverfahren	
	Band	Garn	Vorgarn	Garn
Tracerfaser	%	%	%	%
ohne Häkchen	71	53	77	92
Schlepphäkchen	15	23	20	4
Leithäkchen	11	17	2	3
Häkchen beiderseits	2	5	1	1
Schlinge	1	2	—	—
	100	100	100	100
Häkchenlänge (% von gestreckter Faserlänge)	10	14	9	2

Als dritte und vierte Kenngröße des erweiterten Lindsley-Tests bleiben der Parallelisierungskoeffizient und die mittlere projizierte Gewichtsstapelänge zu besprechen (siehe Abb. 4, 5 und 6). Beide erfuhren im Band von Verarbeitungsstufe zu Verarbeitungsstufe eine statistisch gesicherte Verbesserung. Im Faserring war von diesem klaren Trend nur noch wenig auszumachen und von einem nennenswerten Spinnplaneinfluß keine Rede mehr.

Unabhängig von unseren Untersuchungen mit 40 mm-Chemiefasern haben Lünenschloß, Hoth und Schusser ähnliche Untersuchungen mit kardierter Baumwolle durchgeführt⁷. Auch sie fanden, daß sich die gute Faserorientierung im Band in der Spinnbox merklich verschlechtert. Die häkchenbildende Wirkung der Spinnbox ist aber bei der kürzeren Faser-

länge der Baumwolle offensichtlich bedeutend geringer.

b) Auswirkungen des Spinnplanes auf die Garneigenschaften

So interessant die durch den erweiterten Lindsley-Test erhaltenen Informationen waren, so wenig gestatteten sie doch endgültige Rückschlüsse auf die beim Rotorspinnverfahren notwendige Streckenpassagenzahl. Wir haben uns daher als einem weiteren Argument der Garnqualität zugewandt, fanden aber größere Garnqualitätsunterschiede nur zwischen Kardenbandvorlage und Vorlage von einmal gestrecktem Band. Im Gegensatz dazu bringt die zweite Streckenpassage beim Ringspinnverfahren im allgemeinen noch deutliche Qualitätsverbesserungen (Tab. 2).

Tabelle 2: Auswirkungen des Spinnplans auf die Garneigenschaften 250 dtex (Nm 40)

EIGENSCHAFTEN	Garnwerte	Viskose 1,7 dtex/40 mm, glänzend				Polyacryl 1,6/40 glzd 250 dtex (Nm 40)			
		K	(K) unreguliert	I	II	K _r	(K _r) reguliert	I	II
Bandvorlage	Uster UK	4,4	4,4	2,6	2,3	2,6	2,6	2,5	
Garnfeinheit	dtex	243	254	246	254	255	263	249	
	(Nm)	41,2	39,4	40,6	39,4	39,2	38,0	40,2	
Reißkraft	P	189±5	199±5	209±4	218±4	216±3	210±4	216±4	
V %		13,8	13,7	10,8	9,6	8,6	9,8	8,9	
Reißlänge	km	7,8	7,8	8,5	8,6	8,5	8,3	8,7	
Reißdehnung	%	9,230,2	9,150,2	9,470,2	9,420,2	9,430,2	9,950,2	9,920,2	
V %		9,2	10,9	9,8	9,6	9,3	9,3	9,0	
Uster-CV %		14,050,4	14,250,4	14,650,2	14,320,2	14,050,2	14,170,3	14,250,2	
V %		6,6	6,1	2,8	3,0	4,2	4,4	3,1	
Imperfektions/1000 m									
Thin Places	40 %	145	173	158	132	107	134	111	
Thick Places	4 %	50	78	59	51	59	47	43	
Naps	4 %	22	28	35	23	46	26	15	
nicht tolerierbare Dickenstellen/10 ⁵ m (classimat)		4	2	0	0	5	7	2	
visuelle Beurteilung (1-5)									
Gleichmäßigkeit		2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	
Reinheit		2	2	2	2	2	2	2	
Haarigkeit	Pilosimeter								
Fasern/m (Einzelhaftigkeit)									
3 - 5 mm		59	96	97	99	60	57	56	
5 - 10 mm		34	32	35	36	35	33	34	
> 10 mm		11	11	11	12	10	10	11	

S = 99 %

Verließe man sich nur auf das Usterdiagramm bzw. auf dessen kurzwellige Schwankungsbreite, könnte man beim Rotorspinnverfahren mitunter sogar versucht sein, auf das Strecken ganz zu verzichten und direkt ab Kardenband zu arbeiten (Abb. 7). Da jedoch das schwächste Glied der Kette entscheidet, wäre ein solcher Schluß verfrüht.

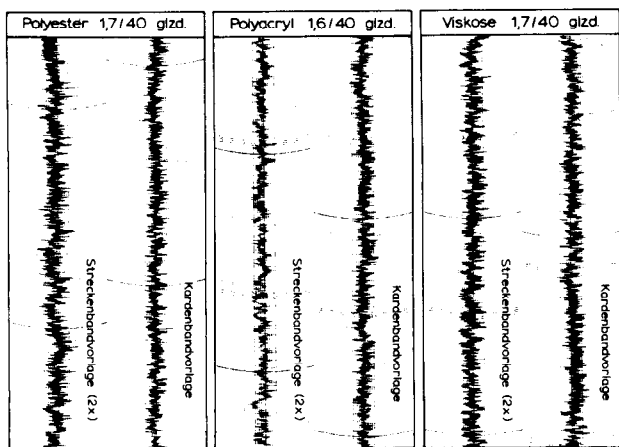


Abb. 7: Usterdiagramme von OE-Garnen bei unterschiedlicher Bandvorbereitung

Besonders sorgfältig haben wir uns die langwelligen Schwankungen in der Fasermasseverteilung angesehen, das heißt den Variationskoeffizienten der 100 m-Sortierung (Abb. 8). Wie sich dabei bestätigte,

kann man im Falle eines konventionellen, also ohne Regulierung arbeitenden Spinnplanes auf die beiden Streckenpassagen keinesfalls verzichten. Bei der Arbeitsweise mit Bandregulierung hingegen konnten wir schon mit einer einzigen Streckenpassage respektable Sortierungsgleichmäßigkeiten erzielen, die zum Teil besser lagen als bei zwei Passagen ohne Regulierung, sodaß sich aus diesem Grund ohne weiteres eine Verarbeitungsstufe einsparen ließe.

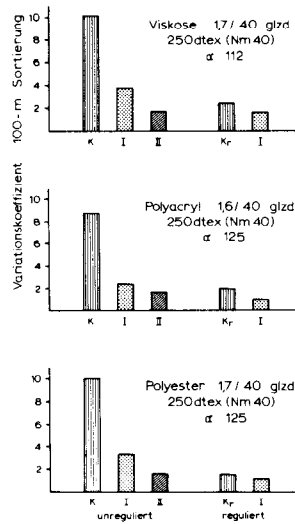


Abb. 8

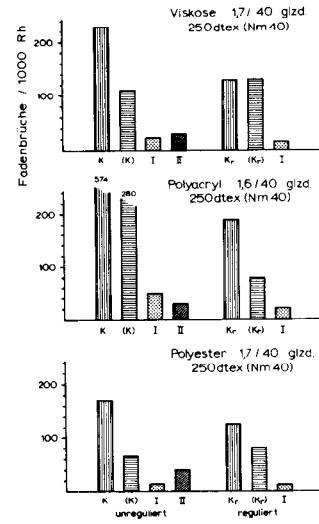


Abb. 9

Abb. 8: Variationskoeffizient der 100-m-Sortierung in Abhängigkeit von der Bandvorbereitung

Abb. 9: Fadenbruchzahl in Abhängigkeit von der Bandvorbereitung

c) Auswirkungen des Spinnplanes auf die Laufverhältnisse

Als wichtigstes Kriterium für die notwendige Streckenpassagenzahl erwies sich aber die Fadenbruchzahl an der mit 35.000 Touren laufenden OE-Maschine (Abb. 9). Obwohl die Fadenbruchaufnahmen bei der Vielzahl der Spinnpläne jeweils auf durchschnittlich 200 bis 300 Rotorstunden beschränkt bleiben mußten und folglich nur die größeren Unterschiede statistisch gesichert sind, lassen sich aus den Ergebnissen gewisse Zusammenhänge erkennen:

- Die Vorlage von Kardenband, gleichgültig ob reguliert oder unreguliert, ist für die Ausspinnung von Chemiefasergarnen im Bereich von 250 dtex (Nm 40) wegen der zu hohen Fadenbruchzahlen undiskutabel.
- Direkt — also ohne Umkehrung — eingespeistes Kardenband läuft, ob reguliert oder unreguliert, meist wesentlich besser, vermutlich weil die an der Karde dominierenden Schlepphäkchen bei dieser Arbeitsweise auch der Spinnbox als Schlepphäkchen vorgelegt werden und so der hohe Auskämmverzug auf die Heobachtung auflösend wirken kann. Sollte sich diese Beobachtung bestätigen, so müßte die allgemeine Ansicht, die Bänderlaufrichtung spiele beim Rotorspinnen keine Rolle, bei 40 mm-Chemiefasern dahingehend korrigiert werden, daß dies nicht für die Kardenbandvorlage gilt mit ihrem noch großen Unterschied zwischen Leit- und Schlepphäkchenhäufigkeit.

- Eine entscheidende Verbesserung erfahren die Laufverhältnisse durch die erste Streckenpassage. Da die Sortierungsgleichmäßigkeit Abbildung 8 zu Folge als alleinige Ursache dafür ausscheidet und nach Tabelle 2 auch die Usterungleichmäßigkeit der Bandvorlage für diesen Erfolg nicht allein maßgebend sein kann, muß in Übereinstimmung mit Chisholm² auch die durch das Strecken verbesserte Faserorientierung eine nicht unbedeutende Rolle spielen.
- Aus der Tatsache, daß eine solche verbesserte Faserorientierung an den Faserringen aber kaum mehr nachzuweisen war, muß man schließen, daß der Lindsley-Test den Faserorientierungsgrad im Faserring nicht selektiv genug wiedergibt, weil er beispielsweise nur Durchschnittswerte liefert und keine punktuelle bzw. zeitliche Auflösung; denn nur so ließen sich sporadisch auftretende, größere Störungen im Faserorientierungsgrad als mögliche Fadenbruchursache hinreichend genau feststellen.
- Die Auswirkung der zweiten Streckenpassage auf die Laufverhältnisse ist vergleichsweise gering und anscheinend vom Faserstoff abhängig, und zwar eher positiv bei der Acrylfaser und eher negativ bei der Polyesterfaser, was im Hinblick auf die beobachtete stärkere Häkchenbildung bei der Acrylfaser (Lindsley-Test) bzw. auf die mit dem Strecken zunehmende Glättung der Polyesterbänder durchaus sinnvoll wäre.
- Die besten Laufverhältnisse ergab der Spinnplan mit Regulierung und mit einer Streckenpassage. Die Fadenbruchzahlen lagen dort in der Reihenfolge der Faserstoffe bei 15, 21 und 12 pro 1000 Rotorstunden.

Zurückkehrend zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen (siehe Abb. 3) können wir also abschließend zum Thema „*Spinnereivorbereitung*“ feststellen, daß unter den derzeitigen Gegebenheiten die Verspinnung von Chemiefasern nach dem Rotorspinnverfahren direkt ab Kardenband keine akzeptable Lösung ist, von ausgesprochen groben Garnen oder unkritischen Einsatzgebieten abgesehen, daß aber der Vorlage von einmal gestrecktem, reguliertem Band größere Chancen eingeräumt werden müssen, als bisher angenommen. Ob dabei die Regulierung an der Karde oder an der Strecke erfolgt oder bei Flockenspeisung sicherheitshalber gar an beiden, ist eine andere Frage.

Wichtig an dem Ergebnis erscheint mir, daß die Strecke als eine Maschine, die für den Abbau der Längenvariation von Fasermasse und Mischungsverteilung so überaus wichtig ist, aus der Spinnerei nicht verschwindet, sondern auch beim Rotorspinnverfahren mit einer Passage erhalten bleibt, und daß der Spinner damit zugleich auch weiterhin die Möglichkeit hat, prozeßkonform von dem großen Kannenformat der Karde auf ein kleineres, der Rotorspinnmaschine angepaßtes Kannenformat überzugehen.

2. Auflösung des Faserverbandes

Der Faserauflösevorgang ist nach unseren Erfahrungen für die Garnqualität von großer Bedeutung, was Anlaß war, sich mit den verschiedenen Möglichkeiten der Einflußnahme genauer zu befassen.

Die Aufgabe des Auflösemechanismus ist es, auf möglichst einfache, auch bei hoher Spinnengeschwindigkeit

sicher funktionierende Weise ein langsam einlaufendes Faserband von etwa 20.000 bis 30.000 Fasern im Querschnitt umzuformen bzw. in einen kontinuierlich fließenden Faserstrom aufzulösen, dessen einzelne Elemente dabei nach Möglichkeit gestreckt bleiben sollen. Da dies, sowohl was die Vereinzelung als auch den Streckungsgrad betrifft, mit den heutigen technischen Mitteln nur unvollkommen gelingt und sich bisher keine besseren Lösungen anbieten, bleibt als Alternative nur die möglichst weitgehende konstruktive und technologische Vervollkommnung der derzeitigen Technik.

Zur Anwendung kommen bisher zwei Systeme: Die Auflösung mittels Streckwerk und die Auflösung mittels garnierter Auflösewalze. Bekanntester Vertreter des ersten Systems ist der SACM-Integrator und des zweiten die BD 200 (Abb. 10).

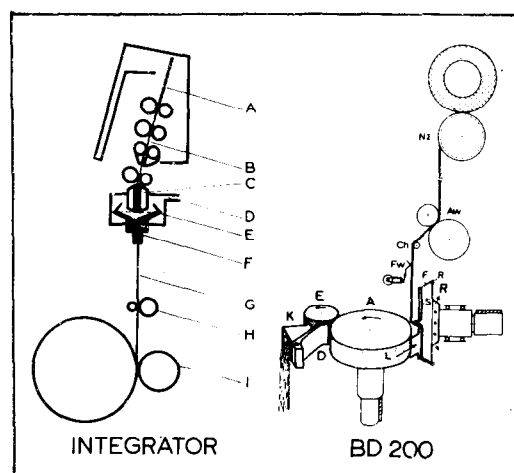


Abb. 10: Schema der Bandauflösung mittels Streckwerk (links) und Auflösewalze (rechts)

a) Auflösung des Faserverbandes mittels Streckwerk

Wir sind durch eine größere Anzahl von Vergleichsausspinnungen im Garnnummernbereich von 250 bis 630 dtex (Nm 40 bis Nm 16), überwiegend auf der Basis Chemiefasern, der sich aufdrängenden Frage nachgegangen, worin sich denn nach dem Streckwerksprinzip ausgespinnene Garne qualitativ von nach dem Auflöserprinzip ausgespinnenen unterscheiden, und was ersteres System gegenüber letzterem noch interessant macht. Auf kürzeste Form gebracht, fanden wir dabei folgendes:

- Die dynamometrischen Garnwerte liegen bei beiden Auflösesystemen etwa in der gleichen Größenordnung, obwohl man beim Streckwerkprinzip infolge der schonenderen Faserauflösung bzw. der fehlenden Fasereinkürzung eher etwas bessere Werte erwarten könnte.
- Die Integrator-Garne fallen im kurzwelligen Bereich etwas ungleichmäßiger aus (Schwankungsbreite Usterdiagramm), was aber nur ein Symptom des Garnes ist und für die Weiterverarbeitung oder den Ausfall der Fertigware kein Kriterium zu sein braucht.
- Der OE-Charakter ist bei den Integrator-Garnen stärker ausgeprägt und folglich auch die Zahl der Imperfections größer.

- Der Unterschied zwischen der eingestellten Garn-drehung und der nach dem Spannungsfühlerverfahren ermittelten ist bei den Integrator-Garnen wesentlich größer (Tab. 3), was — neueren Erkenntnissen zufolge — auf die stärkere Verwirrung der äußeren Faserschicht des Garnes zurückzuführen sein soll, während man bisher von einem Drehungsverlust sprach.

Tabelle 3: Prozentuale Abweichung der ermittelten von der eingestellten Garn-drehung

Qualität	dtex	(Nm)	Integrator	BD 200
Bw 1 3/32" M	630	(16)	-12 %	0 %
Bw 1 3/16"	420	(24)	-20 %	-3 %
	250	(40)	-24 %	0 %
PES 1,4/38 65 %	630	(16)	-22 %	-1 %
Bw 35 %	250	(40)	-27 %	0 %
CV 1,7/40	630	(16)	-16 %	-1 %
	250	(40)	-24 %	-4 %
CV 1,7/38	420	(24)	-34 %	-6 %
	250	(40)	-33 %	-9 %
PAC 1,4/38	630	(16)	-19 %	-5 %
	250	(40)	-18 %	-6 %
PAC 3,3/40	630	(16)	- 8 %	0 %
PAC 1,4/38 70 %	630	(16)	-22 %	0 %
CV 1,7/40 30 %	250	(40)	-24 %	-4 %

Maßgebend für den Ausfall der Integrator-Garne dürften im wesentlichen drei Konstruktionsmerkmale sein:

- einmal die Tatsache, daß das Streckwerk das Fasergut schon von der Umfangsgeschwindigkeit der Streckwerkswalzen her nicht in Einzelfasern auflösen vermag und dies auch in dem nachfolgenden Luftstrom nur unvollständig gelingt,
- zum anderen die axiale Einspeisung des Fasermaterials in die Spinnkammer bzw. dessen Umlenkung um 90° und die Verteilung der Fasern auf den Rotorumfang nach einer Art Regenschirmprinzip (Abb. 11) und
- drittens die Verwendung eines Falschdrahtelementes.

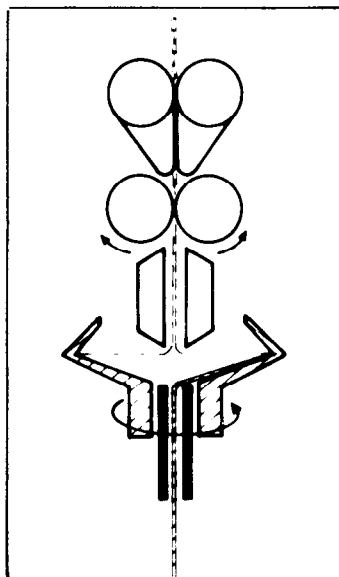


Abb. 11: Schema der Fasereinspeisung in die Spinnkammer (Integrator-Prinzip)

Wenn diese Begründung stimmt, sollten sich durch tangentielle Einspeisung — wie von HOWA praktiziert (Abb. 12) — visuell glattere Garne mit weniger Imperfections und besseren dynamometrischen Eigenschaften herstellen lassen. Tatsächlich fanden wir bei einem indirekten Vergleich mit Polyester/Baumwolle 65 : 35 %, 360 dtex (Nm 28) unsere Annahme bestätigt, wobei allerdings erwähnt werden muß, daß HOWA zusätzlich zu der tangentialen Einspeisung einen Luftejektor benutzt, um die aus dem Streckwerk austretende Faserlunte stärker zu beschleunigen und der Desorientierung entgegenzuwirken.

Auf einen hoch zu wertenden Vorteil des Streckwerkverfahrens stießen wir bei der Verspinnung von Baumwolle, wo sich im Rotor überraschenderweise keinerlei Ablagerungen bildeten. War dies darauf zurückzuführen, daß sich infolge der schonenden Faserauflösung keine Fasertrümmer und kein Abrieb bildeten, oder waren dafür andere Gründe maßgebend?

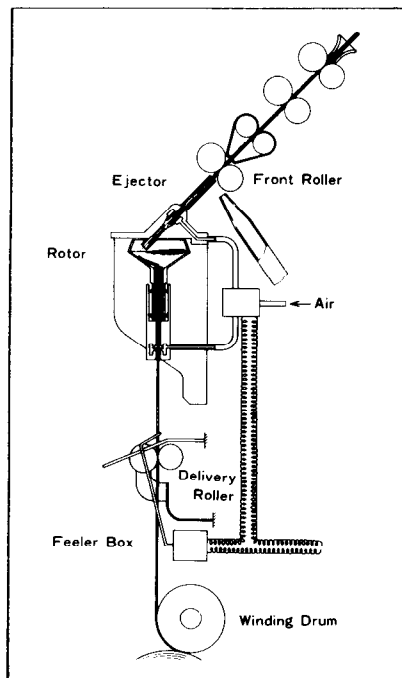


Abb. 12: Tangentielle Einspeisung nach HOWA

Wir sind dieser Frage in einem einfachen Experiment nachgegangen, indem wir auf ein einlaufendes Viskoseband am Integrator wie an der BD 200 Farbpulver streuten, also Ablagerungen in der Spinnkammer direkt provozierten. Während sich bei letzterer in der Rotorrille schon nach 10 Minuten ein Konglomerat aus Fasertrümmern und Farbpulver gebildet hatte (Abb. 13), war dies beim Integrator selbst nach einer Stunde Laufzeit noch nicht der Fall, von einem schmalen, gleichmäßig über den Umfang verteilten dünnen Farbring im Scheitelpunkt des Rillenkens abgesehen. Bei Baumwolle (middling) blieb selbst dieser tiefste Punkt der Fasersammerrille über einen 10stündigen Spinnversuch hinweg völlig frei von Ablagerungen.

Abbildung 13 rechts oben zeigt einen anderen Rotor, bei dem sich zwar am Spinnkammerboden zur Garnabzugsdüse hin Farbpartikel abgelagert hatten, der eigentliche Bereich der Garnbildung aber wieder frei geblieben war. Durch eine geringfügige Profilände-

rung dürften sich — sofern überhaupt notwendig — die Verhältnisse an den einzelnen Rotoren noch besser aufeinander abstimmen lassen.

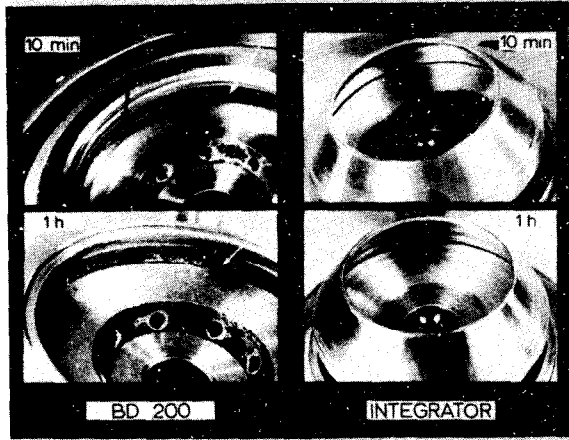


Abb. 13: Vergleich der Ablagerungen in der Spinnkammer

Der Grund für das günstige Verhalten des Integrators ist also primär nicht in der faserschonenden Auflösung durch das Streckwerk zu suchen, sondern in einer Art Selbstreinigungseffekt der Spinnkammer, dadurch bewirkt, daß die Garnspirale infolge der Durchlaufrichtung und Rotorform an der Spinnkammerwand anliegt und daß der Rillenwinkel besonders groß ist (Abb. 14).

Der unterschiedliche Drehsinn der Garnspirale gegenüber der Rotorwand kann dagegen keine Rolle spielen, da es bei einer Voreilung der Garnspirale von mehreren Umdrehungen pro Sekunde belanglos ist, ob die Garnspirale gegenüber der Rotorwand im oder entgegen dem Uhrzeigersinn rotiert (Abb. 15).

Die Stärke der mit Streckwerksauflösung arbeitenden OE-Maschinen liegt summa summarum also sicher weniger im Streckwerk als vielmehr in der Durchlaufrichtung des Garnes und der sich daraus ergebenden Rotorform, und sicher nicht in der Garnqualität, sondern in der weitgehenden Vermeidung von Ablagerungen.

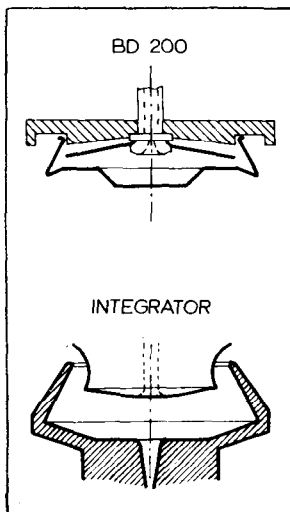


Abb. 14

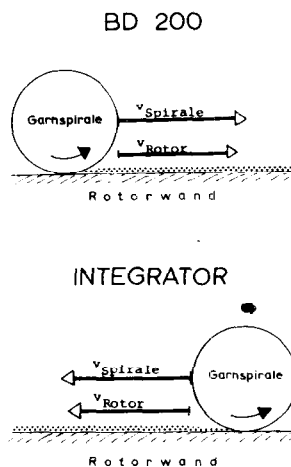


Abb. 15

Abb. 14: Rotorformen mit unterschiedlichem Rillenwinkel
Abb. 15: Drehsinnverhältnisse: Erteilung von Z-Draht bei unterschiedlicher Bewegungsrichtung

b) Auflösung des Fasermaterials mittels Auflösewalze

Die auflösende Wirkung einer sägezahndrahtgarnierten Walze ist vergleichsweise zum Streckwerk intensiver, allein von der Umfangsgeschwindigkeit her etwa um den Faktor 25. Trotzdem ist aber auch hier die völlige Faservereinzelnung nur eine Zielvorstellung; denn bei 45.000 Rotortouren hat die Auflösewalze je nach Garnfeinheit etwa 2000 bis 30.000 Fasern pro Sekunde aus dem Faserbart herauszulösen (Abb. 16). Bei einer Faserlänge von 40 mm bedeutet dies, daß auf dem Auflöser jeweils zwischen 4 und 52 Fasern nebeneinander liegen, verteilt zwar über die Breite der Garnierung, von der Faserzahl her aber genug, um Gruppenbildungen nicht auszuschließen

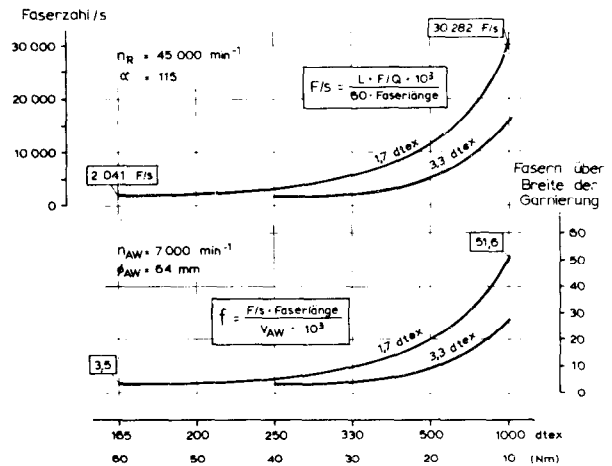


Abb. 16: Anzahl der pro Sekunde in die Spinnkammer eingespeisten Fasern (oben) und Anzahl der auf der Auflösewalze nebeneinanderliegenden Fasern (unten) in Abhängigkeit von der Garnfeinheit

Zu den wichtigsten Fragen im Zusammenhang mit der Auflösewalze gehören

- die Garniturgeometrie,
- die Garnituroberfläche,
- die Aufziehgüte,
- die Lebensdauer und
- die Auflöserdrehzahl.

Die Garniturgeometrie

Ausgehend von den ersten OE-Garnituren hat man die Form des Sägezahndrahtes inzwischen mehrfach abgewandelt. Dabei wurde unter anderem auch versucht, zu einer Universalgarnitur zu gelangen, das heißt zu einem für Baumwolle wie für Chemiefasern gleichermaßen geeigneten Draht. Nachdem dieser Versuch vorerst wieder aufgegeben worden ist, haben wir es also weiterhin mit verschiedenen Garniturformen zu tun. In Abbildung 17 sind einige Beispiele skizziert, wobei es sich bei den Zahlenangaben um Schätzwerte handelt und nicht um Herstellerdaten. Die Baumwollgarnituren besitzen, um nur zwei Kenngrößen zu nennen, eine Teilung von beispielsweise 2,1 bis 2,6 mm und einen Brustwinkel von rund +25°, während bei den Synthetikgarnituren die Teilung zum Beispiel 3 bis 4,7 mm und der Brustwinkel +12° bis -9° beträgt.

Die Baumwollgarnituren sind folglich, wenn man den Ausdruck gebrauchen will, sowohl von der Spitzen-

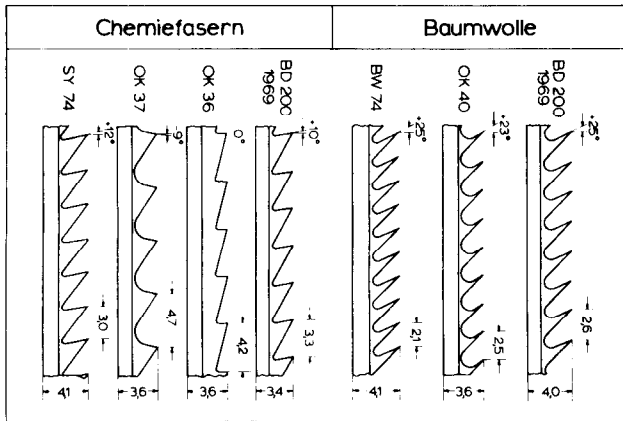


Abb. 17: Beispiele von OE-Garnituren für die Verspinnung von Baumwolle und von Chemiefasern

zahl als auch von der Zahnneigung her aggressiver, was notwendig ist, um bei dem kürzeren Fasermaterial die pro Zeiteinheit anfallende größere Faserzahl aus dem Verband herauszulösen.

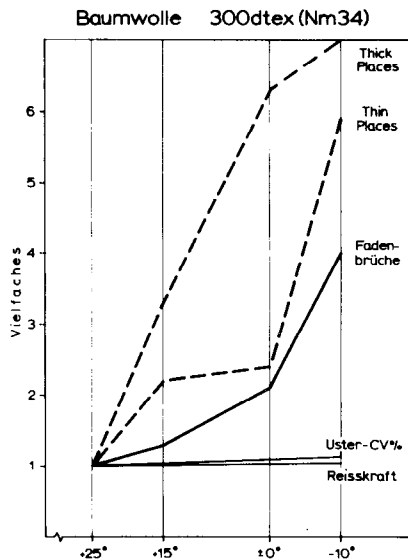


Abb. 18: Einfluß des Brustwinkels auf die Garneigenschaften und die Laufverhältnisse (nach Tooka⁶)

Welchen Einfluß der Brustwinkel auf die Garneigenschaften ausübt, hat für Baumwolle in der bereits erwähnten japanischen Arbeit Tooka⁶ untersucht (Abb. 18). Am günstigsten sei, so fand er, ein Brustwinkel von +25°, also ein relativ stark vornüber geneigter Zahn wie bei den oben gezeigten Baumwollgarnituren. Verhältnismäßig gering war bei seinen Untersuchungen der Einfluß des Brustwinkels auf Garnfestigkeit und Garnleichmäßigkeit, während die Fadenbrüche und die "thin and thick places" mit kleiner oder gar negativ werdendem Brustwinkel um ein Vielfaches zunahmen. Wir haben bei ähnlichen, jedoch mit Schwerpunkt Chemiefasern durchgeführten Untersuchungen den Brustwinkel bei konstanter Zahnteilung zwischen +10° und -10° variiert (Abb. 19) und fanden die Tendenz, daß mit der aggressiveren Garnitur A die günstigeren Werte erzielbar sind, bei Baumwolle und Acrylfaser bestätigt, nicht dagegen bei Viskose- und Polyesterfaser, die einer stärkeren Einkürzung unterliegen und bei denen aggressivere Garnituren mit Vorsicht anzuwenden sind.

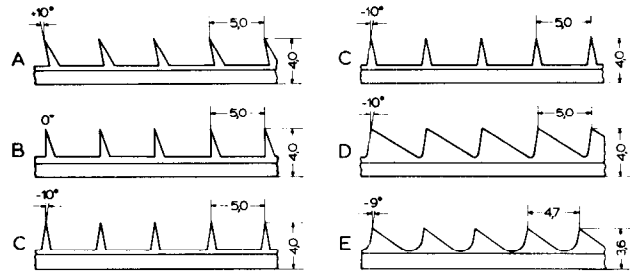


Abb. 19

Abb. 20

Abb. 19: OE-Sägezahnindrähte mit unterschiedlichem Brustwinkel

Abb. 20: OE-Sägezahnindrähte mit unterschiedlicher Garniturfülligkeit

Zweitens untersuchten wir bei etwa gleichem Brustwinkel und annähernd gleicher Teilung den Einfluß der Garniturfülligkeit (Abb. 20). Die Garnitur D ergab dabei jeweils die geringste Einkürzung, zeigte aber gleichzeitig eine gewisse Neigung zu "thick places" und visuell wahrnehmbaren Dickstellen. Im Falle dieser Garnitur handelte es sich also eher um eine zu schonende Auflösung und eine daraus resultierende zu geringe Faservereinzelnung. Ursache dafür könnte die bei dieser Garnitur trotz gleicher elektrolytischer Oberflächenbehandlung besonders glatt ausgefallene Drahtoberfläche gewesen sein, das heißt der geringere Reibungskoeffizient Faser/Metall. Ein solcher ist zwar, um der Gefahr der Wickelbildung zu begegnen, erwünscht, hätte aber bei dem negativen Brustwinkel vermutlich eine engere Zahnteilung erfordert, um in die Kontinuität des Faserflusses die nötige Sicherheit zu bringen. Im übrigen blieb die Fülligkeit der Garnitur ohne größeren Einfluß auf die Garnwerte.

Die Oberflächengüte des Drahtes

Zu der Zahnform kommt als weitere Einflußgröße die Oberflächengüte des Drahtes. Von der Härtung der Zahnschneiden herrührend, waren die ersten OE-Garnituren an den Flanken häufig noch zundrig und rau (Abb. 21), ein Mangel, der wegen der Neigung zur Wickelbildung vor allem bei Polyester und Polyamid zu erheblichen Schwierigkeiten führte. Seit län-

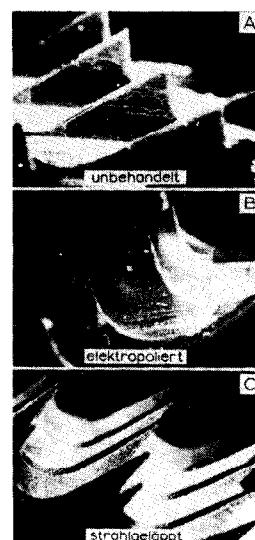


Abb. 21: Einfluß der Oberflächenbehandlung von OE-Garnituren

gerem werden die Drähte daher elektrolytisch poliert, das heißt, es wird die rauhe, zundrige Oberflächenschicht und zugleich auch ein an den Kanten etwa stehengebliebener feiner Grat durch Elektrolyse abgetragen und das darunter befindliche blanke Metall freigelegt. Eine andere Art Oberflächenvergütung ist das Strahlglätten, angewandt offensichtlich bei der Garnitur C.

Von uns durchgeführte Vergleichsuntersuchungen haben ergeben, daß sich durch die Oberflächenbehandlung der Garnitur die Wickelbildung auf den Auflösewalzen vermeiden läßt und die Garne bei Faserstoffen mit geringerer Steifigkeit (wie z. B. Polyester) sowohl visuell als auch in den Imperfections eindeutig besser ausfallen (Tab. 4). Noch nicht gelöst ist mit den genannten Oberflächenbehandlungen das Problem der Rostbildung, sei es durch hygroskopische Bestandteile der Avivage oder durch das bloße Anfassen von Hand. Neueste Garnituren sind daher auch korrosionsgeschützt.

Tabelle 4: Der Einfluß der Oberflächenbehandlung

PRÜFUNGSART	Viskose, 1,7 dtex/40 rohweiß, glänzend		Polyester, 1,7 dtex/40 glänzend	
	Garnitur OK 37 unbe- handelt	elektro- poliert	Garnitur OK 37 unbe- handelt	elektro- poliert
1) GARNALPHA	115	115	115	115
2) GARNFEINHEIT				
Soll	360 (28)	360 (28)	360 (28)	360 (28)
effektiv	355 (28,2)	356 (28,1)	366 (27,3)	369 (27,1)
3) ZUGVERSUCH				
Reißkraft				
V	373±6	375±5	639±12	644±12
	7,8	7,7	9,8	9,9
Reißlänge				
km	10,5	10,6	17,4	17,5
Reißdehnung				
V	10,3±0,1	10,2±0,1	14,2±0,2	14,4±0,2
	6,0	5,8	5,8	5,7
4) USTER-GGP-TEST				
CV	12,0	12,0	13,7±0,5	12,7±0,5
5) USTER-IMPERFECTIONS				
Thin Places/1000 m 40 %	5	4	30±9	16±7
Thick Places/1000 m 4 %	10	6	198±23	20±7
Neps /1000 m 4 %	12	8	410±33	46±11

S = 99 %

Die Aufziehgüte

Auf die Bedeutung der Aufziehgüte haben wir schon in einer früheren Veröffentlichung hingewiesen⁸, weshalb dieser Punkt nur der Vollständigkeit halber erwähnt sei. Auch ist in der Zwischenzeit in dieser Hinsicht einiges geschehen und der heutige Stand der Technik wesentlich fortgeschrittener.

Die Lebensdauer

Für die Lebensdauer der Garnitur gilt diese Feststellung nicht. Aus der industriellen Praxis sind vielmehr Fälle bekannt, wo sich bei Chemiefasern, insbesondere mattierten, und bei Ausspinnung von größeren Garnnummern an den Garnituren schon nach wenigen Monaten oder gar Wochen starke Abnutzungserscheinungen zeigten. Einer überschlägigen Rechnung zufolge kommt diese Feststellung gar nicht so überraschend; denn wenn man über die Auflösergarnitur etwa die gleiche Faserstoffmenge verarbeiten könnte wie über die Garnitur eines Vorreißers an der Karde, so betrüge ihre Lebensdauer bei Ausspinnung eines größeren Chemiefasergarnes nur etwa 4 Monate (Tab. 5). Ein durchaus realistischer Wert, obwohl der Vergleich zwischen OE-Auflöser und Kardenvorreißer wegen der andersartigen Materialvorlage an sich unzulässig ist.

Tabelle 5: Garnitur - Lebensdauer

MASCHINE	Zahnezahl Mantel	Maximal verarbeitbare Chemiefasern 630 dtex (Nm 16) d 110	Materialmenge (Lebensdauer) Baumwolle 630 dtex (Nm) d 135
DECKELKARDE Vorreißer	65 Sp ⁻¹ 73 200	150 t	250 t
		pro Zahn 2,05 kg	3,42 kg
OE-MASCHINE Auflöser (Chemiefasern)	70 Sp ⁻¹ 380	360 x 2,05 kg 780 kg	*)
		Lebensdauer von 4 Monaten	
Auflöser (Baumwolle)	113 Sp ⁻¹ 610	610 x 3,42 kg 2 100 kg	*)
		Lebensdauer von 13 Monaten	

*) Dreischichtbetrieb, n_R 45 000 min⁻¹

Um die Lebensdauer des Sägezahnadrahtes zu verlängern, werden neuartige Legierungen, metallische Überzüge und spezielle Härteverfahren erprobt, von denen man sich einiges verspricht und durch die man auf eine Lebensdauer von wenigstens einem Jahr zu kommen hofft. Gleichzeitig greift man auch wieder auf Nadelwalzen zurück, die bereits passé zu sein schienen, wegen der größeren Härte der Nadeln aber da und dort wieder im Einsatz sind. Alles in allem also ein vordringliches Problem, von dessen zufriedenstellender Lösung viel abhängt.

Die Auflöserdrehzahl

Während die bisher behandelten Einflußgrößen der Faserauflösung in der betrieblichen Praxis weitgehend vorgegeben sind, kann die Auflöserdrehzahl in gewissen Grenzen frei gewählt werden. Was läßt sich, so ist zu fragen, durch Variation der Auflöserdrehzahl qualitativ erreichen, und wie reagieren die verschiedenen Faserstoffe darauf? Denn im Grunde ist ja die Auflösung eines bereits weitgehend orientierten Faserverbandes mittels einer Sägezahnwalze spinnereitechnisch ein Nonsens, den wir, wenn wir ihn schon akzeptieren müssen, wenigstens genau studieren und beherrschen lernen sollten.

Wir bedienen uns bei unseren Untersuchungen eines OE-Spinn testers mit zwischen 3000 und 12.000 Umdrehungen pro Minute veränderlicher Auflöserdrehzahl, sodaß wir also nach oben wie nach unten auch die Randbedingungen erfassen konnten. Der Durchmesser der Auflösewalzen maß über die Spitzen gemessen 64 mm. Die Rotordrehzahl betrug konstant 45.000, die Feinheit der Bandvorlage 3,6 ktex (Nm 0,28) — mit Ausnahme von Acrylfaser (2,9 ktex) und Baumwolle (4,2 ktex) — und die Garnfeinheit 360 dtex (Nm 28).

Im übrigen handelt es sich um einen mit Ventilator, also ohne Lochkranz, arbeitenden Rotor von 56 mm Durchmesser und um Auflösevorrichtungen ohne separate Luftzufuhr, also ohne tangentialen Luftkanal und auch ohne Öffnung für die Schmutzausscheidung. Es versteht sich, daß auch eine solche Box für den Fasertransport in die Spinnkammer Luft benötigt. Die Box Holt sich diese durch die Undichtheiten in der Einzugs- und Auflösevorrichtung, wodurch übrigens diese Teile von unliebsamen Ablagerungen weitgehend frei bleiben. Der an der Fadenaustrittsöffnung gemessene Unterdruck betrug 360 mm Ws.

Die Auflöser waren mit Sägezahnadraht garniert, und zwar bei Chemiefasern mit den Garnituren OK 37 und SY 74 und bei Baumwolle mit der Garnitur BW 74 (siehe Abb. 17).

Um die Zusammenhänge überschaubar zu halten, sind in den nachfolgenden graphischen Darstellungen in

Abhängigkeit von der Auflöserdrehzahl nur die wichtigsten Ergebnisse aufgetragen, nämlich der Uster-CV-Wert, die Reißlänge, ein Ausschnitt aus dem Usterdiagramm und die Note der visuellen Garnbeurteilung. Bei letzterer wurde, weil uns dies bei OE-Garn weniger problematisch erschien, der optische Eindruck jeweils in einer Gesamtnote zusammengefaßt und nicht wie bei Ringgarn nach Gleichmäßigkeit, Reinheit und Oberflächenglätte unterschieden.

Viskosefaser 1,7/40 glänzend (Abb. 22)

Die Viskosefaser — es handelt sich um eine normale Ringspinnart — ließ sich mit der Garnitur OK 37 über den ganzen Auflöserdrehzahlbereich hinweg verspinnen, bei im niedrigen Drehzahlbereich allerdings stärkerer kurzweiliger Ungleichmäßigkeit bzw. geringerer Faserauflösung. Mit der aggressiveren Garnitur SY 74 gelang die Faservereinzelung etwas besser, wobei sich jedoch bei den hohen Drehzahlen infolge der zunehmenden Fasereinkürzung bereits ein Absinken der Garnfestigkeit bemerkbar machte und der Faden mit 12.000 Auflöser Touren nur noch kurzzeitig zum Laufen zu bringen war. Insgesamt eine problemlose Fasertyp, die bei nicht zu hoher Drehzahl auch eine etwas aggressivere Garnitur verträgt.

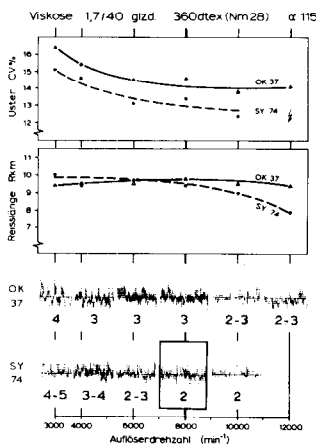


Abb. 22

Abb. 22—30: Garnausfall in Abhängigkeit von der Auflöserdrehzahl und der Garniturart

Baumwolle Brasil 1 3/16" strict low middling (Abb. 23)

Bei Baumwolle gelang die Auflösung unter Verwendung der Garnitur BW 74 mit relativ hoher Spitzenzahl über das ganze Drehzahlpektrum hinweg ebenso gut wie bei Viskosefaser. Aber auch hier zeichnete sich nach unten wie nach oben ein kritischer Bereich ab, zum Ausdruck kommend wiederum in der ungenügenden Faservereinzelung bei zu niedriger und in der abnehmenden Garnfestigkeit bei zu hoher Auflöserdrehzahl.

Baumwollkämmling (Abb. 24)

Analog waren die Verhältnisse auch bei der Kämmlingsverspinnung, nur daß hier die Reißlänge erst bei über 10.000 Touren Wirkung zeigte, das heißt, daß sich das kürzere Fasermaterial gegenüber der Beanspruchung durch die Sägezahngarnitur als weniger empfindlich erwies. Auffallend war auch die

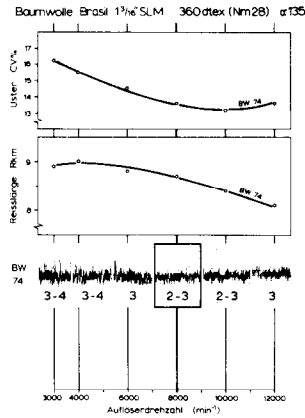


Abb. 23

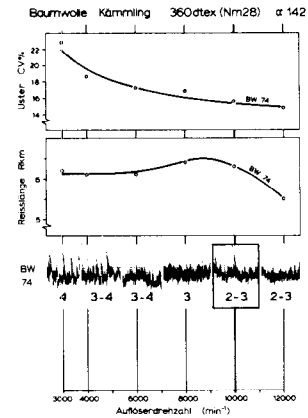


Abb. 24

durch die Drehzahlsteigerung erzielte Verbesserung der Garngleichmäßigkeit von etwa 22 auf 15 Uster-CV-%, visuell bestätigt durch die Usterdiagramme und die Bewertung der Garnspiegel. Die bei dem kurzen Stapel pro Zeiteinheit anfallende hohe Faserzahl wird anscheinend umso gleichmäßiger abgeführt, je höher das Angebot an Zahnsitzen ist.

Acrylfaser 1,6/40 glänzend (Abb. 25)

Besondere Qualitäten im Hinblick auf den Auflösemechanismus bewies die untersuchte Acrylfaser (OE-Type). Um einen Faden zu spinnen bzw. den Faserstrom zum kontinuierlichen Fließen zu bringen, benötigte man zwar mindestens 5000 Touren, mit zunehmender Drehzahl waren dann aber immer bessere Garnwerte erzielbar und keinerlei Anzeichen einer nennenswerten Faserschädigung festzustellen, auch nicht bei der aggressiveren Garnitur SY 74.

Wir haben es hier also — wie von Einkürzungsuntersuchungen und auch vom Balloneinengungsring an der Ringspinnmaschine her an sich bekannt — mit einem gegenüber Querbeanspruchung weitgehend resistenten Fasermaterial zu tun, bei dem die Vorteile einer aggressiveren Garnitur und höheren Drehzahl voll ausgenutzt werden können.

Bei einer vergleichsweise untersuchten naßgesponnenen Acrylfaser gelangten wir — von den niedrigeren Reißwerten einmal abgesehen — zu einem ähnlichen Ergebnis (Abb. 26). Nur entpuppte sich die Garnitur SY 74 bei 12.000 Touren doch als etwas zu aggressiv, sodaß die Versuche bei 10.000 Touren abgebrochen werden mußten.

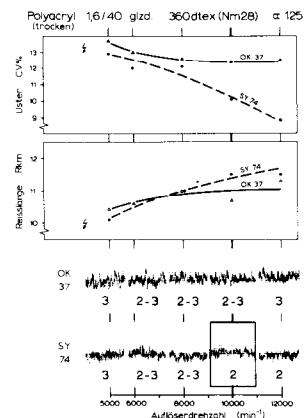


Abb. 25

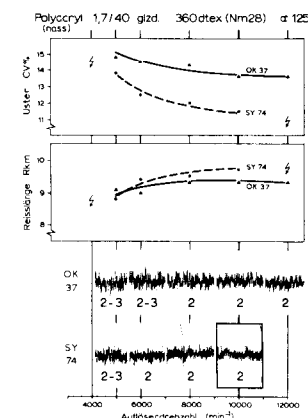


Abb. 26

Polyesterfaser 1,7/40 glänzend (Abb. 27)

Als empfindlicher gegenüber dem Auflösemechanismus erwies sich erwartungsgemäß die untersuchte Polyesterfaser (OE-Type). Mit der Garnitur SY 74 ließ sich hier nur in einem schmalen Drehzahlbereich arbeiten, bei zugleich deutlich reduzierter Garnfestigkeit. Bei Einsatz der weniger aggressiven Garnitur OK 37 war der realisierbare Drehzahlbereich zwar breiter, der praktisch in Frage kommende Bereich aber im Hinblick auf die Festigkeitswerte ebenfalls relativ eng. Es handelt sich also um eine Faser, die bezüglich Auflösergarnitur und -drehzahl keinen breiten Spielraum läßt, sondern zu Anpassung und gezielter Einstellung zwingt.

Polyesterfaser 1,7/40 glänzend + Baumwolle, 65:35 % (Abb. 28)

Wesentlich glatter vollzog sich der Auflösévorgang, wenn der Polyesterfaser Baumwolle beigemischt war. Schon 35 % davon genügten, um den Spinnvorgang mit der Garnitur OK 37 wieder über den ganzen Drehzahlbereich in Gang zu bringen und um von 5000 bis 12.000 Auflösertouren auch wieder mit der Garnitur SY 74 arbeiten zu können. Letztere Garnierung ergab bei hoher Drehzahl den gleichmäßigeren Faden bei allerdings niedrigerer Reißlänge. Ein interessanter Versuch, der zeigt, daß der Auflösévorgang auch von der Faserstoffzusammensetzung her manipulierbar ist.

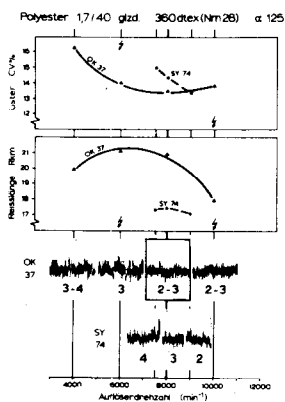


Abb. 27

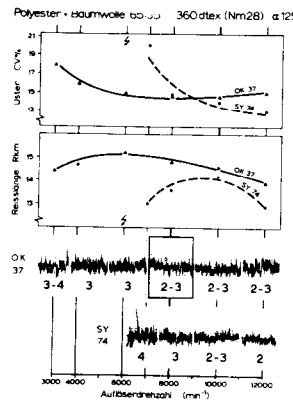


Abb. 28

Polyesterfaser 1,6/40 pillingresistent, halbmatt (Abb. 29)

Eine pillingresistente, halbmatte Polyesterfaser (Ringspinn-type anderer Provenienz) ließ sich vergleichsweise zu obiger Polyester-type trotz der niedrigeren Reißwerte noch mit 12.000 Auflösertouren verspinnen. Der Verlauf der Festigkeitskurven läßt ahnen, was sich bei 10.000 bis 12.000 Touren im Auflöserbereich abspielte. Interessant ist ferner, wie günstig sich bei der Garnitur SY 74 die hohen Drehzahlen und damit die stärkere Fasereinkürzung auf die Garngleichmäßigkeit ausgewirkt haben; ein Zusammenhang zwischen Faserlängen- und kurzweiliger Fasermasseverteilung, den wir auch bei anderen Untersuchungen immer dort bestätigt fanden, wo eine stärkere Einkürzung erfolgte und das Fasermaterial noch einwandfrei abgeführt wurde.

Wo letzteres nicht der Fall ist, wie hier beispielsweise bei der Garnitur OK 37, nimmt die Ungleichmäßigkeit nach Durchlaufen eines Minimumbereiches

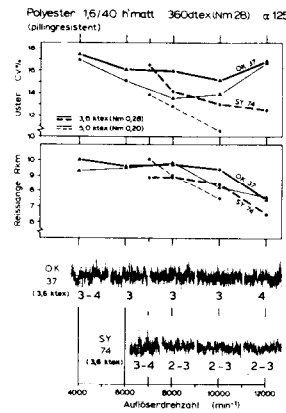


Abb. 29

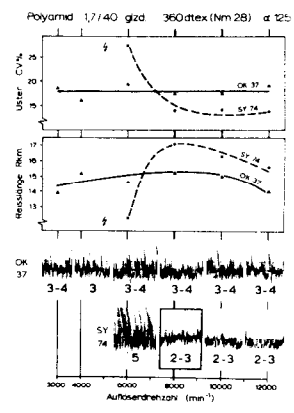


Abb. 30

ches mit höher werdender Drehzahl wieder zu und mit ihr nachgewiesenermaßen die Zahl der Imperfections, verbunden mit einer auch visuellen Verschlechterung des Garnspiegels.

Polyamidfaser 1,7/40 glänzend (Abb. 30)

Besonderen Widerstand setzte der Auflösung die untersuchte Polyamidfaser entgegen. Wie aus den Usterdiagrammen hervorgeht, blieb die Auflösung bei der Garnitur OK 37 über den gesamten Drehzahlbereich hinweg unvollständig, und die gewünschte Faservereinzelung war erst mit der aggressiveren Garnitur SY 74 und mit höherer Drehzahl realisierbar. Der glatte, kreisrunde Faserquerschnitt verursacht im komprimierten Band vermutlich eine Art Glasplatteneffekt, der bewirkt, daß sich die Auflösung mehr in Gruppen als in Einzelfasern vollzieht — ein Phänomen, das von der Ringspinnerei her bekannt ist, in derart ausgeprägter Form hier aber überrascht.

Diese Beispiele mögen zur Demonstration des Drehzahlinflusses genügen. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und lassen noch vielerlei Fragen offen, wie zum Beispiel den Einfluß der Bandstärke, der konstruktiven Gestaltung der Bandspeisung, der Höhe des Unterdrucks, der verfügbaren Luftmenge, der Geschwindigkeitsverhältnisse am Eingang und am Ausgang des Faserleitkanals und anderes mehr. Die gezeigten Beispiele wollen vielmehr dazu anregen, dem Auflösévorgang beim Rotorspinnverfahren besondere Beachtung zu schenken und die multifaktoriellen Zusammenhänge weiter zu erforschen. Welches Resümee können wir unter dieser Voraussetzung aus den Untersuchungen ziehen?

Erstens, daß die Neigung der einzelnen Faserstoffe, sich unter der Einwirkung einer Sägezahnwalze aufzulösen, recht unterschiedlich ist und daß sich der Auflösévorgang durch Beimischung eines leichter auflösbaren Fasermaterials flüssiger gestalten läßt.

Zweitens, daß auch die Empfindlichkeit der einzelnen Faserstoffe gegenüber dem OE-Auflösermechanismus stark differiert, das heißt, daß sich die dynamometrischen Garnwerte mit zunehmender Drehzahl bzw. Einkürzung bei einer Reihe von Faserstoffen auffallend verschlechtern. Die Garngleichmäßigkeit reagiert dagegen auf die Drehzahlsteigerung bzw. auf eine damit verbundene Stapelinkürzung eher positiv, von Extremfällen, wie bei der pillingresistenten Polyesterfaser besprochen, abgesehen.

Drittens, daß zur Erzielung optimaler Spinnergebnisse verschiedenartige Garnituren erforderlich sind, was an die rasche und leichte Austauschbarkeit der Auflösewalzen besondere Anforderungen stellt. Die im Rahmen dieser Versuchsreihe verwendeten Garnituren sollten dabei keine Optimallösungen vorstellen, sondern eine betont unterschiedliche Auswahl. Welche und wieviele Formen sich in der betrieblichen Praxis allmählich als Standards herauskristallisieren werden, bleibt abzuwarten.

Viertens, daß die Auflöserdrehzahl dem jeweiligen Fasermaterial anpaßbar sein muß, wobei die optimalen Auflöserdrehzahlen gar nicht so weit auseinander liegen — bei dem eingesetzten Spinnstester etwa zwischen 8000 und 10.000 Touren.

Doch wie sieht es bei anderen Rotorspinnmaschinen aus, das heißt bei solchen, die über eine zusätzliche Luftversorgung verfügen? Die BD 200 zum Beispiel erlaubt erfahrungsgemäß die etwas niedrigeren Auflöserdrehzahlen von rund 6000 bis 8000 Umdrehungen pro Minute. Man muß sich dann praktisch, wie am Beispiel der Acrylfaser gezeigt, die Kurven um etwa 2000 bis 3000 Touren nach links verschoben denken (Abb. 31). Der Drehzahlbereich zwischen 3000 und 5000 wird damit weniger kritisch und zumindest im Tastversuch jede Fasertypen herunter bis 3000 Touren verspinnbar. Inwieweit diese Feststellung auch für andere Rotorspinnmaschinen mit zusätzlicher Luftzufuhr, wie zum Beispiel die RU 11, gilt, wird von uns derzeit noch untersucht.

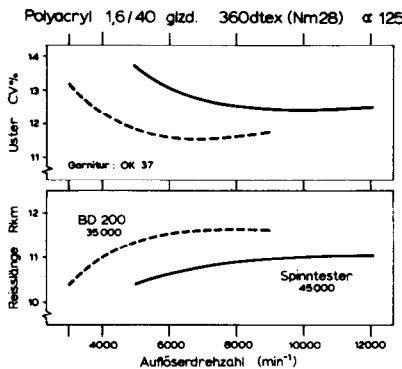


Abb. 31: Lage der Kennlinien bei der BD 200 gegenüber dem Spinnstester

Was ist nun die Ursache dafür, daß man hier mit einer niedrigeren Auflöserdrehzahl auskommt? Wir vermuteten zunächst, daß es nur die Luft sei, mußten aber feststellen, daß der Spinnvorgang an der BD-Box auch bei abgedichteter Lufteintrittsöffnung bei 3000 Auflösertouren funktionierte, wenn auch qualitativ etwas schlechter und bei Polyamid- und Polyesterfaser mit nach einiger Zeit einsetzender Wickelbildung.

Somit war klar, daß außer dem Faktor Luft noch andere Ursachen im Spiele sein müssen. Es liegt nahe, diese in konstruktiven Details zu suchen, besonders im Bereich des Faserleitkanals; denn die einwandfreie Auflösung des Fasermaterials durch die Sägezahnwalze ist ja nur die eine Seite des Problems. Die andere, wesentlich schwierigere ist der Transport des aufgelösten Fasermaterials in die Spinnkammer, der möglichst ohne Beeinträchtigung der Faserorientierung und ohne erneute Fasergruppenbildung vor sich gehen sollte. Faserauflösung, Fasertransport und nicht zu vergessen auch die Faserablage auf der Sammel-

fläche des Rotors bilden so gesehen eine Einheit und müssen als ineinandergreifende und sich gegenseitig beeinflussende Vorgänge betrachtet werden.

In diesem Zusammenhang ist auf eine erst kürzlich veröffentlichte Arbeit des Instituts für Textiltechnik in Aachen⁹ hinzuweisen, in der die Strömungsverhältnisse der Fasern im Faserleitkanal mittels zweier an dessen Ausgang installierter Lichtschranken bei der Verspinnung von Baumwolle näher untersucht wurden und in der gezeigt ist, daß es am Eingang des Faserleitkanals durchaus zur erneuten Faserdesorientierung und Faserakkumulation, das heißt zu einer Fasergruppenbildung, kommen kann und wie sich dies auf die Garnqualität nachteilig auswirkt.

Der mit der 60 mm-Verspinnung einsetzende Trend zu größeren Auflösewalzen (z. B. 80 gegenüber 64 mm ϕ) wird es übrigens bei Vergleichsuntersuchungen als ratsam erscheinen lassen, sich künftig statt der Auflöserumdrehungen pro Minute einer den Durchmesser mit berücksichtigenden Größe zu bedienen. Eine solche wäre beispielsweise die Zentrifugalbeschleunigung $\omega^2 \cdot r$, ausgedrückt als Vielfaches der Erdbeschleunigung g . Unser Drehzahlbereich von 3000 bis 12.000 Umdrehungen pro Minute entspräche bei 64 mm Walzendurchmesser einer Zentrifugalbeschleunigung von etwa 300 bis 5000 g (Abb. 32). Wollte man beim Übergang von einer Box auf die andere mit gleichbleibender Zentrifugalbeschleunigung weiterarbeiten, so müßte man die größere Auflösewalze um etwa 500 bis 1000 Touren langsamer laufen lassen.

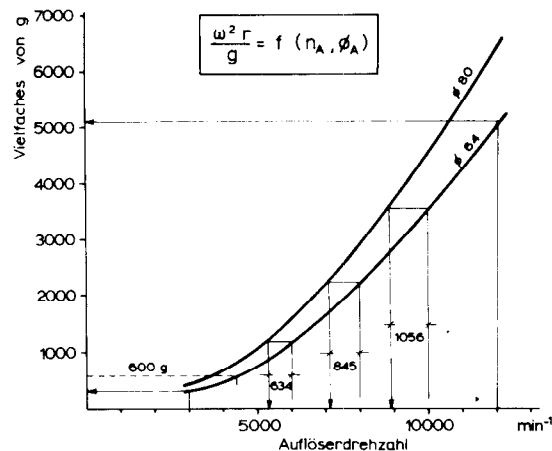


Abb. 32: Zentrifugalbeschleunigung als Vielfaches der Erdbeschleunigung g in Abhängigkeit von der Auflöserdrehzahl

Das SRRC in New Orleans hat im Zusammenhang mit der sogenannten Spiralkarde festgestellt, daß eine Zentrifugalbeschleunigung von 600 g erforderlich ist, um die Wickelneigung von Baumwolle auf einer mit Sägezahnradraht garnierten Walze zu verhindern. Daß wir bei unseren Untersuchungen — und übrigens auch Wolf¹⁰ in Münchberg — noch wesentlich unter 600 g kamen, ist ein Beweis mehr dafür, wie entscheidend es hier auf die jeweiligen Verhältnisse ankommt, also auf Luftführung, Zahnform, Oberflächenbeschaffenheit des Drahtes und anderes mehr.

3. Künftige Aufgabenstellungen

Wie wir gesehen haben, konfrontiert uns das Rotorspinnverfahren, sobald wir etwas tiefer dringen, noch mit einer Vielzahl ungeklärter Fragen. Wenn uns, wie

unlängst ein namhafter Manager in den USA angesichts der unentwegt steigenden Löhne erklärt hat, in den hochindustrialisierten Ländern wirklich nur noch die Technologie retten kann, werden wir diese Probleme schneller lösen müssen, als uns dies im Hinblick auf die damit verbundenen Kosten vielleicht lieb ist. Was bleibt, so ist zu fragen, also vorrangig zu tun?

Lassen Sie mich versuchen, zu dieser Frage aus meiner Sicht abschließend noch kurz Stellung zu nehmen, wobei ich, um nicht ins Uferlose zu geraten, das große und wichtige Gebiet der Weiterverarbeitung der Garne und ihres zweckmäßigsten Einsatzes bewußt ausklammere.

Auf dem **Faserstoffsektor** sollte der einmalige Vorteil des neuen Spinnverfahrens, auf ein und derselben Maschine mit nur zweierlei Rotoren an Faserstapeln, rein oder in Mischung, so ziemlich alles verspinnen zu können, was zwischen den kürzesten Abfällen und den 60 mm-Chemiefasertypen vorkommt, noch klarer herausgearbeitet und textil nutzbar gemacht werden. Die Chance, darüberhinaus durch Austausch einzelner Teile der Spinnereinheit den Garncharakter in gewissen Grenzen verändern zu können, eröffnet weitere Möglichkeiten, die es genauer zu analysieren und faserwie artikelbezogen zu nutzen gilt.

Bei Baumwolle kommen hierzu noch die um das Problem der Faserstoffreinheit kreisenden Fragen:

- Durch welche maschinentechnische Maßnahmen in in der Putzerei und Karderie sowie an der OE-Maschine selbst kann der Anwendungsbereich des neuen Spinnverfahrens nach minderen Provenienzen bzw. Reinheitsgraden hin erweitert werden?
- Wie ist der Erfolg zusätzlicher Reinigungsmaßnahmen im einzelnen zu werten?
- Wo gilt es folglich bei Investitionen den Hebel besonders anzusetzen?

Diese überaus wichtigen Fragen werden zur Zeit in einem von uns gemeinsam mit dem International Institute for Cotton in Manchester durchgeführten Forschungsvorhaben unter Einsatz von OE-Maschinen sowohl mit als auch ohne Vorrichtung zur Schmutzausscheidung näher untersucht.

Was als nächstes die **Garnqualität** betrifft, so entspricht diese, wie den sich mehrenden positiven Berichten aus der Weiterverarbeitung zu entnehmen ist, schon weitgehend den Anforderungen, zumindest bei den bisher im großen verarbeiteten Fasertypen und Garnnummern. Mit feiner werdendem Garn, größerem Fasertiter, differenzierterer Faserpalette und höherer Rotordrehzahl werden aber die qualitativen Anforderungen steigen, das heißt, wir werden die in dem Verfahren steckenden spinntechnischen Möglichkeiten noch viel eingehender ergründen und voll ausschöpfen müssen. Damit ist zugleich auch die konstruktive Weiterentwicklung angesprochen, die angefangen beim Bänderzug bis hin zum Spinnkammerbereich sicher noch nicht an ihrer Grenze angelangt ist.

Ein äußerst heikles Qualitätsproblem ist die **Fehlerhäufung an einzelnen Spinnstellen**, ausgelöst beispielsweise durch schadhafte Auflöser oder durch Ablagerungen in der Fasersammelrille. In dieser Beziehung in den Spinnprozeß mehr Sicherheit zu bringen, ist trotz des wesentlich besseren durchschnittlichen

Reinheitsgrades der OE-Garne eine der vordringlichsten, zugleich aber auch schwierigsten Aufgaben. Daher sollten parallel dazu — wie namhaften Reinigerherstellern von uns vor geraumer Zeit bereits vorgeschlagen — einfache elektronische Warnanlagen entwickelt werden, die fehlerhaft arbeitende Spinnstellen sofort zu signalisieren oder gar stillzusetzen imstande sind, um auf diese Weise zu verhindern, daß größere Garnlängen mit Fehlern behaftet werden, die man dann selbst durch einen nachfolgenden Spulprozeß mit elektronischer Garnreinigung praktisch nicht mehr eliminieren kann und die den Ausfall der Fertigware latent gefährden.

Ein weiteres Anliegen der betrieblichen Praxis ist die Vervollkommnung des **Garnaufwindemechanismus**, an den ja bekanntlich je nach Weiterverarbeitung der Garne die unterschiedlichsten Anforderungen gestellt werden, was beispielsweise das Spulenformat, die Härte der Bewicklung oder den Wunsch nach gleicher Spulengröße betrifft. Wie schnell der Maschinenbau diesen Forderungen nachkommen wird und das Umspulen, sofern auch von der Garnreinheit her vertretbar, mehr und mehr wegfallen kann, wird weitgehend von der betrieblichen Praxis selbst abhängen, das heißt von dem Nachdruck, mit dem sie ihre Forderungen gegenüber dem Maschinenbau vertritt, und von ihrer Bereitschaft, den Mehraufwand dafür zu bezahlen.

Ein Übermaß an technischer Perfektion wäre allerdings der Rotorspinnmaschine beim gegenwärtigen Stand der Dinge sicher nicht zuträglich, noch dazu, wo das Umspulen von OE-Garnen nur etwa die Hälfte kostet wie das von Ringgarnen. Daß weltweit schon 60 bis 70 % der OE-Garne ohne Umspulen weiterverarbeitet werden, ist dabei weniger ein Indiz für die allgemein bereits ausreichende Garnqualität als vielmehr eines für den relativ groben Nummernbereich und die weniger empfindlichen Einsatzgebiete.

Eine Kategorie für sich bilden die mehr **maschinenbaulichen Probleme**, wie der — gemessen an der erklärten Zielsetzung des Gesetzgebers — noch zu hohe Lärmpegel, der bei der Verspinnung größerer Garne schon im mittleren Drehzahlbereich zu beobachtende hohe Verschleiß einzelner Teile, das bei hohem Materialdurchsatz sich einstellende Temperaturniveau und anderes mehr.

Last not least wird ein Gebiet künftiger Forschungs- und Entwicklungsarbeit die **Steigerung der Rotordrehzahl** sein. Werden wir, noch ehe wir den Drehzahlbereich bis 60.000 Touren technologisch fest im Griff haben, bald eine neue, 90.000 bis 100.000 Touren ansteuernde OE-Maschinengeneration erleben, wie sie 1971 in Paris und 1973 in Greenville überwiegend unter dem Aspekt der Lagerung andeutungsweise bereits vorgeführt worden ist? Diese Frage uneingeschränkt mit Ja zu beantworten, hieße die Schwierigkeiten, die wir uns mit dem nächsten Schritt einhandeln, unterschätzen. Zweifellos wird an diesen Problemen intensiv weitergearbeitet werden, und schon zeichnen sich auch in diesem oder jenem Punkt brauchbare Lösungen ab, doch scheint es mir bei der Vielzahl der anstehenden Probleme richtiger, das Fundament genügend abzusichern, ehe wir uns einem noch schnelleren Zug anvertrauen.

Literatur:

- 1) E. Kleinhansl: „Zur Frage der Wirtschaftlichkeit des OE-Spinnverfahrens“; Textil Praxis 28, 65 (1973)
- 2) A. Chisholm: „Technologische Aspekte der Vorbereitung für das Offen-End-Spinnen“; Textil Praxis 28, 605 (1973)
- 3) A. Brucker: Erfahrungen mit dem OE-Spinnverfahren und mit dem Einsatz von OE-Garnen in einem Großbetrieb“; Internationale Baumwolltest-Tagung Bremen, 1974
- 4) W. Albrecht: „Das Offen-End-Spinnen mit Chemiefasern“; Textilbetrieb 91 (12), 40 (1973)
- 5) A. N. Uilal und M. Azarschab: „Eine neue Methode zur Untersuchung der Bandstruktur“; Textil Praxis 27, 529 (1972)
- 6) T. Tooka: „Technical Background of Toyoda Open-end-Spinning Machine“; Toyoda Automatic Loom Works, Ltd., 1973
- 7) J. Lünenschloß, G. Hoth und H. Schusser: „Einfluß der Passagenzahl und der Bandedinrichtung auf die Häkchenzahl im Faserring der OE-Rotorspinnmaschine“; Melliand Textilber. 55, 403 (1974)
- 8) E. Kirschner: „Erkenntnisse aus grundlegenden technologischen Untersuchungen des Offenend-Spinnverfahrens und deren Bedeutung für die industrielle Praxis“; Melliand Textilber. 53, 487 (1972)
- 9) J. Lünenschloß, L. Coll-Tortosa und T. T. Phoa: „Untersuchung der Faserströmung im Faserleitkanal einer OE-Rotorspinnmaschine“; Chemiefasern 24, 355 (1974)
- 10) H. B. Wolf: „Abfallausscheidung am Rotorspinner“; Textil Praxis 28, 128 (1973)

Diskussion

Egbers: Sie haben sicher mit Ihren Ausführungen dazu beigetragen, in dieser streitigen Phase klärend zu wirken, wofür wir Ihnen sehr dankbar sind.

Sprengmann: Haben Sie einmal Temperaturmessungen im Bereich der Auflösewalze gemacht? Es fällt ja doch auf, daß das Baumwollwachs, das bei dem konventionellen Spinnen eine hervorragende Präparation darstellt, hierbei zu Verklebungen neigt. Verschiedene Analysen von Baumwollwachs haben gezeigt, daß es auch Bestandteile enthält, die temperaturempfindlich sind.

Kirschner: Aus der industriellen Praxis sind solche Meßergebnisse bereits bekannt, und zwar aus Spinnereien, die relativ grobe Garne spinnen. Es wurden dort im Auflöserbereich Temperaturen bis zu 80° Celsius gemessen. Bei sehr hoher Faserbeaufschlagung der Auflösevorrichtung kann es also durch die Materialdichte in der Auskämmzone zu einer erheblichen Wärmebildung kommen. Hinzu kommt natürlich die Wärme, die unter Umständen vom Lager und dem Antrieb der Auflösewalze verursacht wird. Wenn hier nicht alles in Ordnung ist, kann dies zweifellos zu temperaturbedingten Schwierigkeiten führen.

Kajüter: Haben Sie den Einfluß der Vorreißer- oder Auflösewalzendrehzahl auf die Umschlingungen im Garn untersucht?

Haben Sie den Einfluß der Vorlagebandnummer auf die Garnqualität und ebenfalls auf die Temperatur im Bereich der Auflösewalze geprüft?

Kirschner: Die Erfassung der Bauchbinden ist noch ein meßtechnisches Problem. Wir haben solche Untersuchungen nicht durchgeführt, glauben aber, durch die visuelle Beurteilung der Garne und die Registrierung der Imperfections den unterschiedlichen Oberflächencharakter der Garne ausreichend erfaßt zu haben. Das Institut für Textiltechnik in Aachen plant, sich mit dem besonderen

strukturellen Aufbau der Rotorgarne meßtechnisch genauer zu befassen.

Ihre zweite Frage ist vorhin zum Teil schon beantwortet worden. Wenn Sie nämlich die Bandnummer wesentlich größer halten, kommen Sie unter Umständen zu Temperaturerhöhungen und Schwierigkeiten im Auflöserbereich. Gleichzeitig nimmt aber je nach Faserart auch die Fasereinkürzung mit größerer Bandnummer zu, sodaß es sich von der Garnqualität her bei empfindlichen Fasern empfiehlt, eher mit feineren Bändern zu arbeiten.

Kajüter: Bis zu welcher Bandnummer sollte man gehen, um optimale Werte bei der BD 200 zu erzielen?

Kirschner: Ich würde Ihnen raten, sich an die Empfehlungen der Maschinenfabriken zu halten. Bei der BD 200 werden meines Wissens Bandfeinheiten von Nm 0,28 (Baumwolle) bis Nm 0,34 (bauschigeres Material) empfohlen. Auch hängt die Bandnummer davon ab, wie breit die Auflösergarnierung ist. Westliche Maschinen haben zum Teil breitere Auflösergarnierungen und können gröbere Bänder verarbeiten. Die Maschinenfabriken geben dafür die nötigen Empfehlungen.

Egbers: In der industriellen Produktion wird vielfach mit Bandnummern der Feinheiten Nm 0,36 bis 0,40 gearbeitet, um die Fadenbruchzahl möglichst niedrig zu halten.

Köb: Ich möchte in diesem Zusammenhang auf ein Experiment hinweisen, das vielleicht für diejenigen interessant ist, die sich mit dem Auflöseproblem beschäftigen. Herr Dr. Kirschner hat das bekannte Wort von der inneren Dublierung im Rotor angesprochen. Ein Verzug von durchschnittlich 150 in einem OE-Aggregat bedeutet ja, daß ein Garnstück von 15 cm Länge, das etwa dem Umfang des Rotors entspricht, 1 mm Vorlageband gleichkommt; das heißt, wenn 15 cm Garn aus der Turbine abgezogen werden, dann ist nur 1 mm Vorlageband eingelaufen. Nur Fehler in der Faserordnung des Vorlagebandes innerhalb eines Millimeters können im Rotor durch die Möglichkeit, daß Fasern überall an der Wand abgelagert werden, auf dem Umfang ausgeglichen werden. Das bestätigt auch, was Herr Dr. Kirschner sagte, nämlich, daß man eine Strecke braucht, um langwellige Perioden auszugleichen, wobei unter „langwellig“ alles verstanden werden muß, was ein Ustergerät überhaupt registriert. Man hat ja bei einer Abtastbreite von 8 mm nicht mehr die Möglichkeit, Unterschiede zwischen 1-mm-Abschnitten auszuweisen.

Aus dieser Überlegung heraus habe ich ein Experiment machen lassen, bei dem ein Päckchen schwarzer Fasern in das Band eingepackt wurde, um zu sehen, was herauskommt. Das Ergebnis war niederschmetternd. Ungefähr 10 m Garn waren schwarz, während die Theorie doch besagt, das Bündelchen Fasern sollte sich nicht so weit auflösen.

Das Experiment wurde schärfer gefaßt, indem ein Bündelchen schwarzer Fasern mit einem Stapelschneider abgeschnitten wurde, sodaß die Faserenden eine Differenz von maximal 0,5 mm zeigten. Dieses wurde möglichst parallel in das Faserband eingebracht. Nach unserer Erwartung hätten die schwarzen Fasern auf 15 cm Garn verteilt sein müssen. Das Beste, was wir fanden, waren aber 2,5 m. Die Auflösewalze hat folglich eine Faserverschiebung, die ungefähr das 10- bis 20fache des theoretischen Wertes beträgt, herbeigeführt. Auf die Länge des Faserbandes gerechnet heißt das, daß eine Faser, die im Band 1 bis 1,5 cm zurückliegt, durch den Rotor im Garn noch immer an der gleichen Stelle erscheinen könnte.

Die Vorstellung, daß der Rotor das gleiche tut wie ein Streckwerk, ist also keineswegs richtig. Es müßten demnach Fasern durch die Sägezähne um ganze Zentimeter nach vorne transportiert werden oder viele Male — in der Größenordnung von 20-, 30mal — mit dem Rotor mitlaufen, bevor sie eingespeist werden.

Dies ist zwar nur ein kleines Experiment, das zum Problembereich „Auflösung“ gehört, der aber sicher noch weiter geklärt werden könnte, wenn man herausfände, wie sich verschiedene Garnituren und verschiedene Speisevorrichtungen verhalten.

Einige neue Aspekte der Splittfasertechnologie

Dr.-Ing. Joachim G a y l e r
Enka Glanzstoff AG, Textiltechnisches Institut,
Wuppertal

Die Verkürzung und Verbilligung von Faserherstellungsprozessen sowie die Erzielung neuartiger Fasereigenschaften mit den im industriellen Maßstab eingesetzten faserbildenden Polymeren sind wichtige Themen für die Chemiefaserindustrie. Eine interessante Möglichkeit ist die Splittfasertechnologie. Durch die außergewöhnliche Splittfreudigkeit monoaxial verstreckter Polyolefinfolien konzentrierten sich bisher die meisten Splittfaserentwicklungen auf diese Produkte. Gewisse Nachteile der Polyolefine haben jedoch ihre Verbreitung — und damit die Verbreitung von Splittfasern — in den traditionellen Anwendungsgebieten eingeschränkt.

Eine grundlegende Änderung dieser Situation ist nur zu erwarten, wenn es gelingt, die heute in großem Maßstab für den Textilsektor angewandten und bewährten faserbildenden Polymeren, bzw. Modifikationen oder Kombinationen davon, nach der Splittfasertechnologie zu verarbeiten. Am aussichtsreichsten erscheinen dabei Mehrphasensysteme aus unverträglichen Polymeren, die in Matrix/Fibrillenstruktur zu spleißbaren Folien extrudiert und verstreckt werden können.

Der Vortrag beschreibt Studien, die mit Mehrphasensystemen durchgeführt wurden, und gibt Ausblicke auf neue Fasereigenschaften, die sich mit Hilfe der Splittfasertechnologie leichter als mit den konventionellen Verfahren mit Spinnäsen realisieren lassen.

Shorter and more economic processes for fiber production as well as the realization of new fiber properties with the traditional polymers have always been important topics for the man-made fibre industry. An interesting possibility in this direction is the split-fibre technology. However, due to their outstanding splittability, most of the known split-fibre developments concentrated on polyolefines. To be sure, certain disadvantages of the polyolefines have thus far restricted the use of polyolefines to essentially non-textile end uses.

A fundamental change of this situation is only thinkable if we succeed in improving the splittability of the typical thermoplastic polymers used for fibres in the traditional textile market, including modifications and combinations of these polymers. Most promising for this purpose appeared polymer-blends in matrix/fibril-structure which can be extruded and drawn to highly splittable films.

The paper describes studies carried out with polymer-blends and points new aspects with respect to new fibre properties which can be attained more easily with the split-fibre technology than could be done by the conventional spinnerette fibre production method.

Einleitung

Seit Graf Chardonnet im Jahre 1891 die ersten Chemiefasern in kommerziellem Maßstab gesponnen hat, bedient sich die Chemiefaserindustrie zur Herstellung ihrer Fasern feiner Spinnäsen. Die Spinnverfahren wurden ständig weiterentwickelt. Heute scheinen sie an natürliche Grenzen zu stoßen. Bei den *Naßspinnverfahren* sind es die notwendigen Verweilzeiten für die Diffusionsvorgänge oder die chemischen Reaktionen im Spinnbad, bei den *Trockenspinnverfahren* die Verweilzeiten für die vollständige

Verdampfung der Lösungsmittel im Spinnloch. Beim *Schmelzspinnen* ist die Grenze dann erreicht, wenn der Spinnabzug mit einer solchen Geschwindigkeit erfolgt, daß die gebildeten Fäden in fast vollverstrecktem Zustand aufgewunden werden. Für verlangte Fadendimensionen und -eigenschaften bringt dann eine weitere Steigerung der Spinnengeschwindigkeit keine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit mehr. Es ist daher nicht verwunderlich, daß man speziell auf dem Gebiet des Schmelzspinnens nach neuen, produktiveren Methoden sucht. Eine Möglichkeit ist, daß man auf die konventionellen Düsen verzichtet und keine linearen, sondern flächenförmige Gebilde extrudiert. Man griff daher in den fünfziger Jahren eine Technologie wieder auf, die schon Anfang der dreißiger Jahre von Heinrich Jacqué und Mitarbeitern bei der I. G. Farbenindustrie entwickelt worden war. Jacqué konnte beobachten, daß bei der monoaxialen Verstreckung von Polyvinylchlorid- und Polystyrolfolien Gebilde entstehen, die in Längsrichtung eine sehr hohe Orientierung und eine hohe Festigkeit besitzen. Gleichzeitig zeigten die monoaxial verstreckten Folien aber eine stark verminderte Querfestigkeit, die sich dahingehend auswirkte, daß schon bei leichter mechanischer Beanspruchung der Folie, beispielsweise durch Bürsten oder Drehen, Längsrisse entstanden, die dazu führten, daß sich die Folien allmählich in feine Längsfibrillen auflösten. Diese Neigung zum Aufsplittern führte zu der englischen Bezeichnung "split fibre" bzw. Splittfaser im deutschen Sprachraum.

Daß diese Entwicklung erst in den frühen fünfziger Jahren wieder hervorgeholt wurde, kam daher, daß bis zu diesem Zeitpunkt die bekannten Hochpolymeren (wie z. B. Polyvinylchlorid oder Polystyrol bzw. die daraus hergestellten Splittfasern) keine befriedigenden technologischen Eigenschaften hatten und daß andererseits die damals bekannten, für Textilfasern geeigneten Hochpolymeren, wie Polyamid und Polyester, nicht die für dieses Verfahren notwendige Spleißfreudigkeit aufwiesen. Durch die preiswerten, in den fünfziger Jahren neu eingeführten Polyäthylene und isotaktischen Polypropylene, die gut kristallisierten und leicht orientierbar waren, sich außerdem ausgezeichnet zu Folien extrudieren und wegen ihrer geringen Nebenvalenzkräfte gut spleißen ließen, bot es sich an, das Splittfaserverfahren wieder dazu heranzuziehen.

Etwa um die gleiche Zeit begann Ole Bendt Rasmussen in Dänemark seine interessanten Versuche auf dem Gebiet der *Splittfasertechnologie*. Zunächst konzentrierte er sich auf die Erarbeitung von wirksamen *Spleiß- bzw. Fibrilliermethoden*. Neben rein mechanischen Vorrichtungen, wie Nitschelwerke, Gummiriemen, Bürsten und Nadelwalzen, schlug er auch die Anwendung von Ultraschall und Luftdüsen vor. Schließlich war Rasmussen der erste, der öffentlich **Polymermischungen** vorschlug, die es ermöglichen sollten, daß auch nichtspleißfreudige Polymeren spleißbar würden, indem an den Phasengrenzflächen zwischen der Matrix, das heißt der Hauptkomponente, und der in Fibrillenform eingebrachten Zusatzkomponente Schwachstellen und damit potentielle Spleißstellen entstehen konnten.

In der kommerziellen Splittfaserproduktion hat sich wegen seiner günstigeren Eigenschaften Polypropylen

gegenüber Polyäthylen mehr und mehr durchgesetzt. Die Situation bei Polypropylen soll deshalb im folgenden noch näher beleuchtet werden.

Herstellungsverfahren für Polypropylenfasern und -bändchen

Das konventionelle Schmelzspinnverfahren für Polypropylen fiel jahrelang bzw. fällt in einigen Ländern heute noch unter die Patente von Montedison, sodaß es nur von Montedison selbst und von einigen Lizenznehmern betrieben wird.

Einen großen Aufschwung nahmen dagegen die Polypropylenbändchen, die sich als Material für Tuftinggrundgewebe sowie für Säcke und Verpackungsgewebe stark durchsetzen konnten. So gab es schon 1972 weltweit über 1000 Bändchenanlagen mit einer Kapazität von über 300.000 Jahrestonnen, die allerdings nur teilweise ausgenutzt werden konnte. Durch einfaches Hinzufügen von geeigneten Fibrillieraggregaten hätte man diese Anlagen für die Splitfaserverproduktion nützen können. Inwieweit dies tatsächlich geschehen ist, ist schwer festzustellen; Tatsache ist aber, daß beispielsweise in der BRD 1972 nur 25 % der an Bändchen verarbeiteten Menge als Splitfasern verbraucht wurden. Davon gingen wiederum mehr als 80 % in Seilerwaren, Bindfäden und Kordeln, fast der ganze Rest in Teppichflormaterial bzw. in die Nadelvliesproduktion und praktisch nichts in die traditionellen textilen Anwendungsgebiete.

In der Zwischenzeit sind die Chancen für Splitfasern eher noch schlechter geworden, da von verschiedenen Firmen Kleinanlagen für andere, kostengünstige Herstellungsverfahren von Polypropylenfasern entwickelt wurden und auf dem Markt erschienen. Abbildung 1 zeigt von oben nach unten zuerst eine Anlage zur Herstellung von Splitfasern nach dem Nadelspleißverfahren, dann im Vergleich dazu eine Barfilexanlage mit den bekannten profilierten Schlitzdüsen und schließlich eine Düsen-spinnanlage zur besonders langsamen Extrusion von Polypropylen, sodaß es bei dieser Anlage möglich wird, alle darauffolgenden Stufen bis zur geschnittenen Stapelfaser mit der Extrusion in einem integrierten kontinuierlichen Prozeß zu vereinigen.

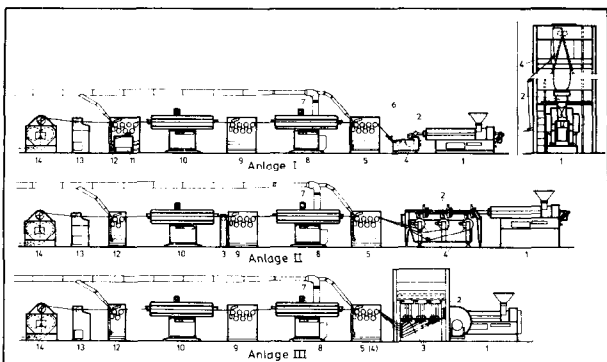


Abb. 1: Anlage zur Herstellung von Splitfasern nach dem Nadelspleißverfahren (I) im Vergleich zur Barfilexanlage (II) und zu einer Düsen-spinnanlage (III)¹

Außerdem gibt es auch noch kleine Düsenextrusionsanlagen mit schnellem Spinnabzug und integrierter Verstreckung, das heißt also mit hoher Ausstoßlei-

stung, bei denen dann allerdings das Taukräuseln und Stapelschneiden in einer getrennten Stufe erfolgen müssen. Näheres darüber kann bei H e n s e n¹ nachgelesen werden. Die hier gezeigten Beispiele sind stellvertretend für eine ganze Reihe vergleichbarer Anlagen, die von zahlreichen Herstellern angeboten werden.

Diese etwas vom Thema abweichenden Ausführungen sollten aufzeigen, daß sich die Anstrengungen der Maschinenhersteller sehr stark in anderen Richtungen bewegten, sodaß den Splitfasern der durchschlagende Erfolg bisher versagt geblieben ist. Dies ist ohne Zweifel darauf zurückzuführen, daß die auf den zuletzt genannten Anlagen hergestellten Fasern universeller einsetzbar sind als die bisher bekannten Splitfasern und außerdem recht kostengünstig hergestellt werden können. Neue Chancen würden sich einerseits durch einen durchschlagenden Fortschritt der Splitfasertechnologie auf der rein mechanischen Seite ergeben, entscheidende Impulse müßten aber auch von der Polymerseite her kommen, das heißt, es müßte eine Abkehr von den textil nur sehr beschränkt einsetzbaren Polyolefinen ermöglicht werden.

Enka Glanzstoff hat deshalb die Möglichkeit studiert, durch geeignete Polymermischungen die auf dem Textilsektor eingesetzten traditionellen Hochpolymeren, wie Polyamide und Polyester, spleißfähig zu machen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf diese Studien. Auf eine Beschreibung der rein mechanischen Aspekte der Splitfasertechnologie wird dagegen weitgehend verzichtet, da diese bereits in zahlreichen Veröffentlichungen der letzten Jahre behandelt wurden. Stellvertretend möchte ich nur die ausgezeichneten Vorträge nennen, die anlässlich der Internationalen Chemiefasertagungen in Dornbirn 1968 von P e u k e r² und 1971 von H a r m s³ gehalten wurden. In den entsprechenden Veröffentlichungen finden sich auch zahlreiche Literaturstellen, deren Studium dem interessierten Fachmann wärmstens empfohlen werden kann.

Die Anwendung von Polymermischungen für die Splitfaserherstellung

Wie bereits erwähnt, hat erstmals Rasmussen die Anwendung von Polymermischungen für die Splitfaserherstellung öffentlich vorgeschlagen. Er wurde von zahlreichen Autoren zitiert; systematische Untersuchungen sind aber nach unserer Kenntnis erst in neuester Zeit durch Berger und Schmack⁴ auf diesem Gebiet durchgeführt worden. Diese Autoren haben sehr viel zur wissenschaftlichen Durchleuchtung der chemischen und physikalischen Zusammenhänge bei Polymermischungen beigetragen.

Enka Glanzstoff konzentrierte sich auf systematische Experimente in bezug auf die eingesetzten Polymeren bzw. deren Kombination, auf die Mischungsprozentsätze und auf die Verteilungsintensitäten der Mischungspartner, die in weiten Grenzen variiert wurden. Als weitere, ausschlaggebende Parameter wurden die Extrudier- und Verstreckungsbedingungen untersucht. Die erwähnten Parameter beeinflussen natürlich die textiltechnologischen Daten der daraus hergestellten Splitfasern, sodaß optimale Kompromisse gesucht werden müssen. Zwei Hauptkriterien, nämlich

- die erreichbare Faserfeinheit und
- die Gleichmäßigkeit der Einzelfasertiter,

werden außerdem durch die gewählte Fibrilliermethode und von den angewandten Fibrillierbedingungen bestimmt.

Für die internen Versuche standen drei verschiedene Folienextrusionsmethoden zur Auswahl; zunächst die *Flachfolienextrusion mit Wasserbadkühlung*, die in der Anfangszeit der Folienextrusionstechnik am beliebtesten war und ganz besonders für die Splittfaserherstellung Vorteile bot (Abb. 2). Man erreicht nämlich damit die rascheste Abkühlung und dadurch die am meisten amorphe Folienstruktur, was zu einer leichten Verstreckbarkeit und somit zu einer optimalen Orientierung führt. Die hohe Orientierung ihrerseits ergibt eine hohe Festigkeit in Längsrichtung und fördert außerdem die Spleißfreudigkeit.

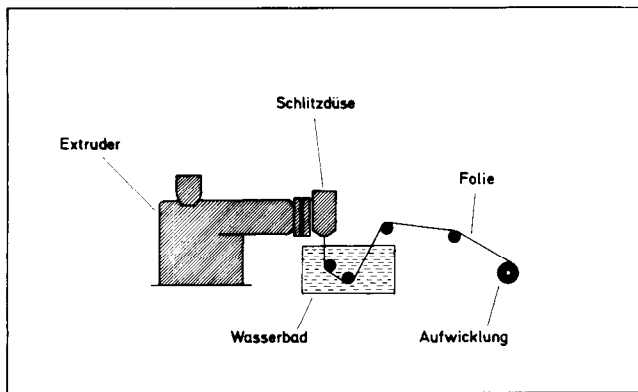


Abb. 2: Flachfolienextrusion mit Wasserbadkühlung

Verfahrenstechnisch hat die Wasserbadkühlung jedoch erhebliche Nachteile, die hier nicht näher erörtert werden sollen. Diese werden, wie auch die Vor- und Nachteile der im folgenden kurz zu beschreibenden anderen Technologien, ausführlich in einer Veröffentlichung von Gouw und Skoroszewski⁵ behandelt.

Im Laufe der weiteren Entwicklung der Splittfasertechnologie setzte sich die *Abkühlung der Folie durch Kühlwalzen* stark durch (Abb. 3). Diese Technik ergibt eine wesentlich bessere Gleichmäßigkeit der Foliendicke und -breite. Der Abkühlungseffekt ist weniger plötzlich als bei der Wasserbadkühlung, sodaß die Folie stärker kristallisiert. Aus demselben Grunde ist das Verfahren für dicke Folien weniger geeignet.

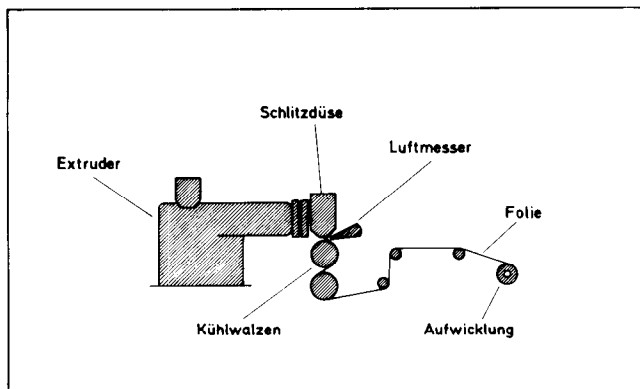


Abb. 3: Flachfolienextrusion mit Abkühlung durch Kühlwalzen

Ein drittes, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus attraktives Verfahren ist die *Blasextrusionstechnik*, die sich einer Ringdüse bedient (Abb. 4). Die schlauchförmige Folie wird durch einen Kühlluftkring abgekühlt und nach oben gezogen, wobei sie unter leichtem Überdruck gehalten wird. Anschließend wird sie zusammengefaltet und aufgewickelt bzw. doppelt in aufgeschnittener Form weiterverarbeitet.

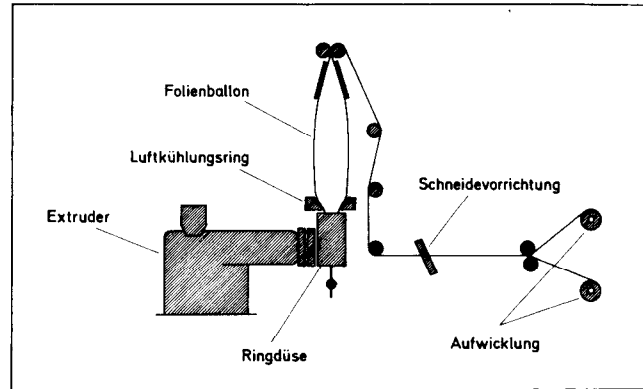


Abb. 4: Blasfolienextrusion

Neben einer hohen Produktion, die mit dieser Technik möglich ist, entsteht bei der Schlauchfolie kein Abfall, während bei den vorerwähnten Technologien die zu dicken Ränder der Folien abgeschnitten und dem Prozeß erneut zugeführt werden müssen. Die Abkühlung erfolgt beim Blasverfahren am langsamsten, sodaß die Folie stark kristallin und durch das Blasen auch etwas in Querrichtung orientiert wird. Dies wirkt sich auf die Spleißwilligkeit nachteilig aus. Zudem machen manche Polymeren und Polymermischungen unüberwindliche Schwierigkeiten bei der Blasextrusion.

Die erwähnten Vor- und Nachteile führten zu dem Entschluß, für die nachfolgend beschriebenen Studien das Kühlwalzensystem anzuwenden. Die Hauptpolymeren sollten die im Textilsektor in großem Umfang eingesetzten Thermoplaste wie Polyester und Polyamide sein. Die Zusatzkomponenten sollten sich bei den Verarbeitungstemperaturen der Hauptkomponenten ausreichend thermostabil und chemisch indifferent verhalten. Der Rohstoffpreis der Gesamtmischung sollte einen bestimmten Grenzwert nicht überschreiten. Die Verarbeitungskosten bis zur Splittfaser sollten möglichst niedrig sein.

Als Beimischungskomponenten zu Polyestern und Polyamiden erfüllten beispielsweise Polyäthyl- und Polypropylen die oben genannten Forderungen. Dies traf auch für eine ganze Reihe weiterer Polymeren, wie zum Beispiel Äthylvinylacetat-Copolymer (EVA) und Polystyrol (PS), zu. Ebenso wurden natürlich auch Polyester als Hauptkomponente mit Polyamiden als Beimischungskomponente und umgekehrt Polyamide als Hauptkomponente und Polyester als Beimischungskomponente eingesetzt. Die Mischungs-technologie sollte so einfach wie möglich sein.

Obwohl die gesamte Studie als orientierende Untersuchung gedacht war, verband man mit dieser neuartigen Faserherstellungstechnologie gewisse Zielvorstellungen in bezug auf den textilen Einsatz der Fasern. Solche Zielrichtungen waren neuartige Fasereigenschaften, die die Splittfasern von den nach kon-

ventionellen Düsenverfahren gesponnenen Fasern vorteilhaft unterscheiden sollten. Da im Vergleich zu den feinen Spinddüsen aus einer relativ groben Schlitzdüse extrudiert wird, wäre es beispielsweise möglich, gewisse Additive in hohen Prozentsätzen beizumischen, die eine Extrusion durch konventionelle Düsen unter Umständen verhindern könnten.

Grundsätzliche Ausführungen über Polymermischungen wurden schon 1970 auf der Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn von Cherdron⁶ gemacht.

Danach sind Polymermischungen durch diskrete Phasen der Einzelkomponenten gekennzeichnet, nämlich daß in eine zusammenhängende Polymerphase, der Matrix, eine disperse Polymerphase eingelagert ist. Bei in Faden- oder Folienform extrudierten und verstreckten Gebilden liegt die disperse Phase als Fibrille vor. Eine homogene Mischung zweier Polymerer kann nur bei chemisch sehr ähnlich aufgebauten Polymeren erwartet werden. Die gegenseitige Unverträglichkeit von Polymeren ist die Regel und eine homogene Mischung die Ausnahme.

Da die Phasenmorphologie einen entscheidenden Einfluß auf die Eigenschaften von Polymermischungen hat, ist es auch von großer Bedeutung, in welcher Weise die Polymeren miteinander gemischt werden. Um homogene oder feindisperse Mischungen zu erhalten, könnten uns wesentlich höher entwickelte Methoden als beispielsweise die Schmelzmischungen zur Verfügung stehen. Aus der Kunststofftechnik sind Methoden bekannt wie

- gemeinsames Ausfällen aus Lösung,
- Kopräzipitation von Latexmischungen, sowie
- Polymerisation von Monomeren, die ein anderes Polymeres gelöst enthalten.

Das Mischen von Polymerschmelzen ist aber für Thermoplaste zunächst das am besten geeignete Verfahren, wobei je nach den eingesetzten Mischaggregaten sehr grobe bis sehr feine Dispersionsgrade möglich sind.

Bei der von uns gewählten Mischung in Granulatform ist die Phasenmorphologie zunächst einmal von der Größe des Granulats sowie von der Intensität der Homogenisierung im Extruder abhängig. Diese Homogenisierung wiederum ist abhängig von der Schmelzetemperatur, von der mechanischen Scherwirkung im Extruder, von der Verweilzeit und von den rheologischen Eigenschaften der Mischungskomponenten. Theoretisch sind durch den Schereffekt sogar Brüche von Makromolekülketten möglich, und damit könnte es zu einer Bildung von Pfropf- oder Blockpolymeren kommen, was zu einer besseren Verträglichkeit der beiden Phasen beitragen würde. Praktisch konnten wir allerdings eine solche Copolymerbildung nicht nachweisen.

Zur Einführung in die Problematik der Polymermischungen für Fasern soll zunächst noch auf einige bereits veröffentlichte Untersuchungen eingegangen werden. In der Kunststofftechnik hat man bisher Polymermischungen meistens gezielt in der Weise angewandt, daß man harte, spröde, in zusammenhängender Phase, das heißt als Matrix vorliegende Hauptkomponenten durch eine Einlagerung von weichen Zusatzkomponenten als disperse Phase in

ihrer Schlagzähigkeit verbessert hat. So konnte man die erwünschte mechanische Biegesteifigkeit und Verschleißfestigkeit der Hauptkomponente mit einem für dynamische Beanspruchung erforderlichen hohen Arbeitsvermögen kombinieren.

Auch bei Polymermischungen von fadenbildenden Hochpolymeren gab es schon vor Jahren gezielte Anwendungen. Hierbei ist die Forderung meistens umgekehrt, nämlich, daß es bei einer zwar zähen, aber vielleicht zu weichen Faser notwendig sein kann, den Modul oder die Biegesteifigkeit zu erhöhen. Ein solches Beispiel beschreiben Papero, Kubu und Roldan⁷ anhand einer Faser aus einer Polyamidmatrix mit einer Polyestereinlagerung in Form von sehr langen Fibrillen.

Die Analogie zu einem faserverstärkten Kunststoff liegt nahe, und es wird klar, daß man bei der gezielten Eigenschaftsveränderung von fadenbildenden Hochpolymeren durch disperse polymere Einlagerungen nicht unbedingt Wert auf möglichst homogene Mischungen legen muß, sondern eine gewisse Teilchengröße anstreben sollte, die nachher beim Extrusions- und Verstreckungsprozeß Fibrillen möglichst großer Länge bilden kann. Wenn es allerdings neben den erwünschten mechanischen Eigenschaften auch auf optimale Spleißfreudigkeit ankommt, dann müssen in der Phasenmorphologie Kompromisse gemacht werden.

Die systematische Mischung fadenbildender Hochpolymerer und ihre Auswirkung auf gesponnene Fäden wurde vor allem in Japan eingehend studiert. So spannen die japanischen Forscher Kitao, Kobayashi, Ikegami und Ohya⁸ auf einer Laborspinnmaschine folgende Polymerkombinationen:

Zu der Grundkomponente Nylon 6 wurden jeweils bis zu 80% Nylon 66, Nylon 610, Nylon 11, Nylon 12 und Polyester beigemischt. Weiterhin wurden auch Fäden aus 100% der Zusatzkomponente gesponnen. Die Mikrostruktur und die mechanischen Eigenschaften der aus den Mischungen entstandenen Filamente wurden eingehend untersucht. Wenn zum Beispiel die Komponenten in einer Art gemischt waren, daß die disperse Phase ein dreidimensionales Netzwerk in der Matrix bildete, dann war die Festigkeit der Mischung mindestens gleich dem aus den beiden Einzelkomponenten berechenbaren Wert. Andererseits — wie zum Beispiel in den Fällen 30/70 Nylon 6/Polyester und 70/30 Nylon 6/Polyester, in denen die in geringerem Prozentsatz beigemischte Komponente in Form einer diskret verteilten Phase als relativ kurze Fibrille in der Matrix vorhanden war, hatte das Mischfilament eine extrem geringe Festigkeit. Der Fall 30/70 Nylon 6/Polyester war auch der einzige, bei dem Schwierigkeiten beim Spinnen auftraten. Alle anderen Kombinationen ließen sich zumindest dann gut spinnen, wenn man die Schmelze so gut gemischt hatte, daß sie transparent war.

Abbildung 5 zeigt drei typische Fälle von maximalen Verstreckungsverhältnissen für grundsätzlich unterschiedliche Polymermischungen. Im Falle der Nylon 6/Nylon 66-Mischung erreichte man bei der 50/50%-Mischung das höchste Verstreckungsverhältnis. Dies wird von den Autoren durch Schlupferscheinungen an den Grenzflächen zwischen den beiden Komponenten erklärt. Das andere Extrem trat bei der Mischung Nylon 6/Polyester auf, wo das maximale

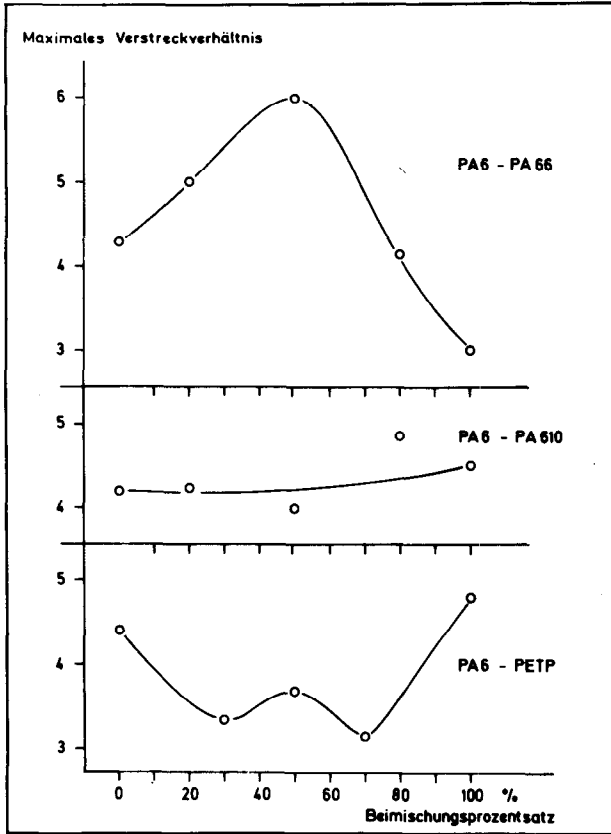


Abb. 5: Abhängigkeit des maximalen Verstreckverhältnisses von der Polymermischung⁵

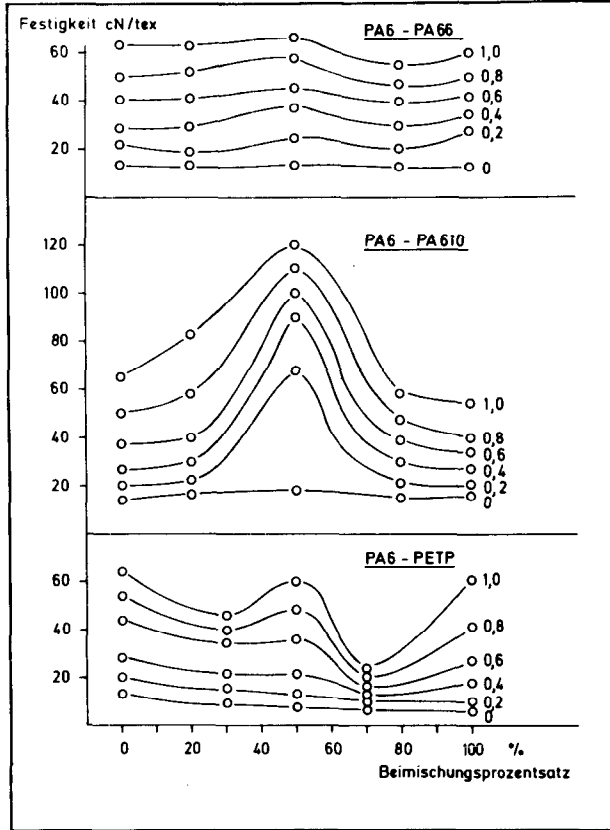


Abb. 6: Abhängigkeit der Festigkeit von der Polymermischung bei unterschiedlichen Verstreckverhältnissen⁵

Verstreckungsverhältnis in jedem Fall niedriger war als das der Ausgangskomponenten.

Wie schon die Schwierigkeiten beim Spinnen gezeigt haben, war diese Mischung zu wenig homogen und hatte Schwachstellen, sodaß das maximale Verstreckungsverhältnis vermutlich durch Abreißerscheinungen an den Grenzflächen begrenzt war. Die mittlere Kurve zeigt, daß das maximale Streckverhältnis bei der Nylon 6/Nylon 610-Mischung unabhängig von der Zusammensetzung der Mischung war, sodaß man hieraus den Schluß ziehen kann, daß es sich um eine sehr homogene Mischung mit gewissen Bindungen zwischen beiden Komponenten handelte, wobei von den Autoren allerdings keine Copolymerbildung beobachtet wurde.

Typische Festigkeitswerte in Abhängigkeit von der Polymermischung und von den angewandten Verstreckungsverhältnissen werden in Abbildung 6 gezeigt. In bezug auf die maximalen Festigkeiten verhalten sich die Polymermischungen ziemlich analog zu dem vorher gezeigten Verhalten bei den maximalen Verstreckungsverhältnissen. Bei praktisch allen Nylon/Nylon-Mischungen ist die Festigkeit der Mischung höher als die Festigkeit der Ausgangskomponenten. Es ist beachtenswert, daß die 50/50 Nylon 6/Nylon 610-Mischung ein superfestes Filament ergibt, dessen Festigkeit 120 cN/tex erreicht. Hingegen sind die Festigkeiten der Nylon 6/Polyestermischungen höchstens gleich, meist aber geringer als die aus den Ausgangskomponenten errechneten Festigkeiten.

Abbildung 7 zeigt schließlich noch das spezifische Volumen der Mischungen, das sich im wesentlichen linear, also anteilmäßig, additiv verhält, woraus man

den Schluß ziehen kann, daß keine chemischen Reaktionen zwischen den Komponenten stattgefunden haben. Eine gewisse Ausnahme bildet die Mischung Nylon 6/Nylon 610, deren außerordentliche Eigenschaften schon in den vorhergehenden Abbildungen zu bemerken waren und die man doch auf gewisse

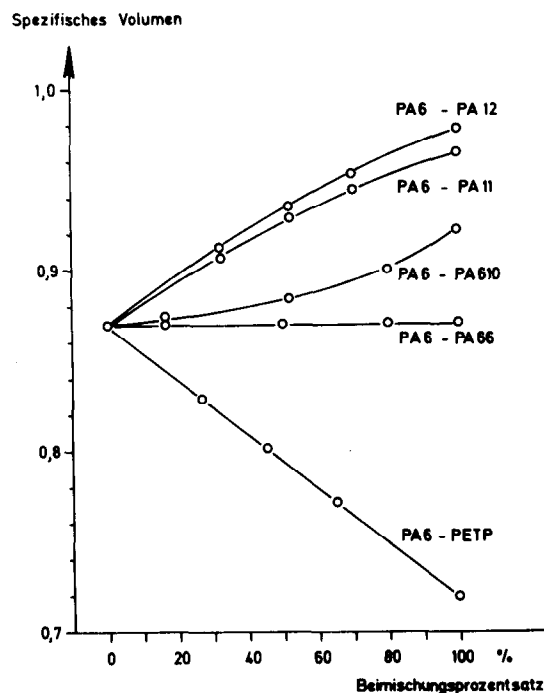


Abb. 7: Spezifisches Volumen in Abhängigkeit von der Polymermischung⁵

chemische Bindungen zwischen den beiden Komponenten zurückführen muß.

Eigene Untersuchungen an Polymermischungen

Um zunächst einmal zu grundsätzlichen Erkenntnissen und zu einer qualitativen Beurteilung der verwendeten Polymeren zu kommen, wurden in der ersten Phase der eigenen Untersuchungen Polymermischungen mit 25, 50 und 75 % Zweitpolymeranteil in spritzgegossenen Normprüfkörpern auf Zugfestigkeit und Kerbschlagzähigkeit untersucht. Bei den gemessenen Zugfestigkeiten lagen die Werte im allgemeinen etwas niedriger als dies der linearen Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis entsprechen würde. Bei einigen Mischungen wurde sogar ein deutliches Minimum durchlaufen, das offensichtlich umso weniger ausgeprägt zu sein schien, je besser die Komponenten ineinander dispergiert waren. Ein möglichst guter Dispersionsgrad erschien also zunächst wünschenswert.

Die *Mischungsgüte einer Dispersion* wird maßgeblich von den eingesetzten Mischaggregaten beeinflusst. Ein sogenannter Schmelzemischer dient beispielsweise der Dispergierung zweier getrennt hergestellter Polymerschmelzen, wobei die jeweiligen Granulate in getrennten Extrudern erschmolzen und im Schmelzemischer zusammengeführt werden. Das Aufschmelzen der zu mischenden Polymeren über je einen Extruder hat den Vorteil, daß die Polymeren mit niedrigerem Schmelzbereich bei entsprechend geringer thermischer Belastung aufgeschmolzen werden können. Unabhängig davon, ob nun Granulatmischungen über einen Extruder extrudiert, oder ob Schmelzemischer eingesetzt werden, kann man hinter diesen Aggregaten noch weitere Homogenisierungseinrichtungen einschalten.

Für den erreichbaren *Dispersionsgrad* spielen natürlich die jeweiligen Viskositäten eine große Rolle. So kann man unter Umständen mit der primitiven Granulatmischungsextrusion schon ausreichend feine Dispersionen erreichen, während man in anderen Fällen mit Homogenisierungseinrichtungen arbeiten muß. Für besonders feine Dispersionen müssen die Zusatzpolymeren mit der Hauptkomponente zunächst zu einer hochprozentigen Masterbatch verarbeitet werden, die dann anschließend mit der Hauptkomponente verdünnt wird. Die Mischwirkung der unterschiedlichen Mischaggregate ist im wesentlichen von den damit erzielbaren Schergeschwindigkeiten abhängig.

Das *rheologische Verhalten der Schmelzemischungen* wurde ebenfalls untersucht. Es zeigte sich bei allen Schmelzedispersionen bei einem Mischungsverhältnis von 1:1 eine Viskosität, die nahe derjenigen der Komponente mit der niedrigeren Viskosität lag. Daraus ist zu schließen, daß die mit einem gleichen Anteil vertretene niederviskose Komponente zwangsläufig die durchgehende Phase (Matrix) bildet und damit die Fließeigenschaften bestimmt. Durch dieses Verhalten zeigt sich die relative Unverträglichkeit der untersuchten Komponenten, während sich bei sehr gut verträglichen Systemen (z. B. bei zwei Polyestern unterschiedlicher Schmelzeviskosität) eine dem Mischungsverhältnis entsprechende mittlere Viskosität einstellen würde.

Weiters wurden *Spinnversuche* mit einigen ausgewählten Mischungen unternommen. Bis zu 10 % Zu-

satzkomponente wurden die textilen Daten von Polyester- und Polyamidfäden in Matrixfibrillenordnung kaum beeinflusst. Darüberhinaus verschlechterten sich die Festigkeiten, wobei die an spritzgegossenen Normprüfkörpern festgestellten Tendenzen an den Fäden bestätigt wurden. Bei unzureichenden Dispersionsqualitäten war eine Verspinnbarkeit nicht gegeben. In vielen Fällen war auch eine den Komponenten angemessene, ausreichend hohe Verstreckung der gesponnenen Fäden nicht möglich.

Besondere Schwierigkeiten können dann auftreten, wenn man in einen Bereich einer Schmelzemischung kommt, in dem der Anteil der zweiten Komponente so hoch wird, daß die erste Komponente nicht mehr die durchgehende Phase, also die Matrix, bilden kann, sondern aus rein geometrischen Gründen zwangsläufig unterbrochen wird und somit zumindest partiell eine Phasenumkehr eintreten muß. Es wird also die Matrix zur Fibrille, und die Fibrille wird zur Matrix.

In der Praxis wird die *Phasenumkehr* normalerweise früher eintreten, als dies theoretisch — das heißt von der reinen Geometrie her — erwartet würde, oder es stellen sich Mischzustände ein. Ein früherer Eintritt der Phasenumkehr ist vor allem dann zu erwarten, wenn die Zusatzkomponente die niedrigere Viskosität besitzt.

Die *Grundsatzversuche* an Formkörpern und an gesponnenen Fäden hatten den Zweck, die Zahl der teuren Folienextrusionsversuche nicht ins Uferlose wachsen zu lassen, sie sollten vielmehr dazu beitragen, eine gezielte Vorauswahl zu ermöglichen. Letzten Endes ging es uns aber primär um die *Spleißfreudigkeit* von Folien aus Polymermischungen, und diese sollte auf möglichst praxisnahe Weise ermittelt werden.

Der von uns definierte, mit einem speziellen, später genauer beschriebenen Prüfgerät mit Hilfe einer handelsüblichen Nadelwalze ermittelte *Splitfaktor als Maß für die Spleißfreudigkeit* wird für das typische Beispiel einer Polymermischung A/B in Abbildung 8 gezeigt. Bis zum Splitfaktor 3 ist die Folie überhaupt nicht nadelbar. Zwischen Splitfaktor 3 und Splitfaktor 6 ist die Folie bedingt nadelbar; Splitfaktoren höher als 6 bedeuten, daß die Folie gut nadelbar ist. Es ist nicht verwunderlich, daß Mischungen mit überwiegendem Anteil einer der von uns verwendeten Hauptkomponenten schlechter nadelbar sind als Mischungen mit einem großen Anteil einer Zusatzkomponente. Bei Mischungen, in denen die Komponenten in jeweils

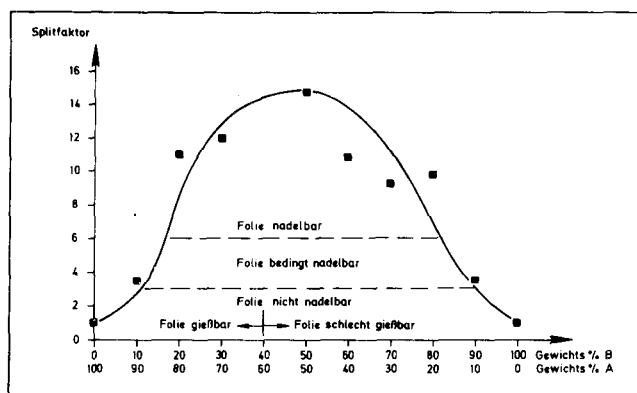


Abb. 8: Abhängigkeit der Splitneigung von der Polymermischung

etwa gleichen Anteilen vorkommen, mit anderen Worten, in Mischungsbereichen, in denen Phasenumkehrvorgänge auftreten, entstehen durch eine Inselbildung der dispersen Phase Vergrößerungen der Phasengrenzflächen und somit potentielle Spleißstellen.

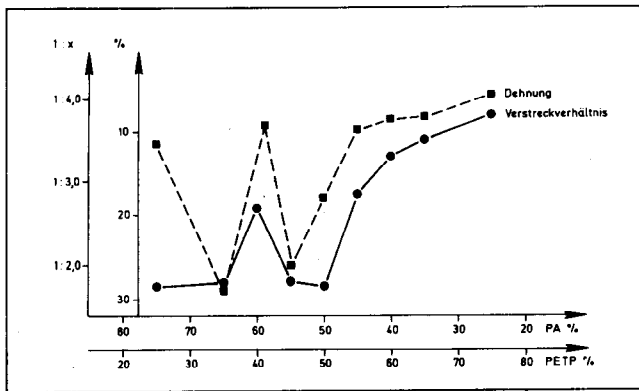


Abb. 9: Abhängigkeit des maximalen Verstreckverhältnisses und der Dehnung vom Polymergemisch

Die Abhängigkeit der maximalen Verstreckung von Folienbändchen aus einer Polyamid/Polyester-mischung mit zunehmendem Polyesteranteil und die entsprechend verlaufende Reißdehnung von Splitfasergarnen aus diesen Polymergemischen zeigt Abbildung 9. Es ist eine gewisse Ähnlichkeit mit der von den Japanern gefundenen Kurve zu erkennen. Parallel dazu verläuft die Reißdehnung der daraus gewonnenen Garne, wobei der Dehnungsmaßstab aus Gründen der größeren Anschaulichkeit auf den Kopf gestellt wurde. Für die Begrenzung der maximalen Verstreckbarkeit sind offensichtlich wieder Phasenumkehrvorgänge verantwortlich.

Abbildung 10 zeigt die Abhängigkeit der Spleißneigung vom Streckverhältnis bei unterschiedlichen Zu-

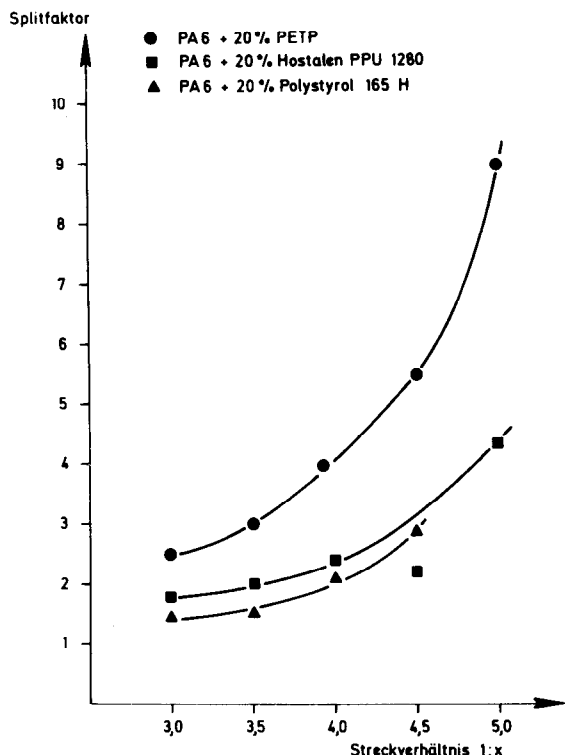


Abb. 10: Abhängigkeit der Splitneigung vom Zweitpolymeren

satzkomponenten zu Polyamid 6. Erwartungsgemäß steigt die Spleißfreudigkeit mit zunehmendem Verstreckungsverhältnis stark an. Die hier gezeigte Abhängigkeit der Spleißfreudigkeit vom Zweitpolymeren ist wahrscheinlich tendenzmäßig richtig; die Reihenfolge der Kurvenverläufe ist aber auch von dem bei der betreffenden Mischung erreichten Dispersionsgrad abhängig.

Abbildung 11 zeigt die Abhängigkeit der Spleißfreudigkeit von den Streckbedingungen an einem Beispiel mit Polyester-matrix, wobei in einem Fall wieder das zunehmende Streckverhältnis eine zunehmende Splitneigung hervorruft und weiterhin erkennbar ist, daß — wenn man kalt verstreckt — die Spleißneigung kaum zunimmt, während sich die Spleißfreudigkeit bei einer Heißverstreckung praktisch linear mit dem Verstreckverhältnis erhöht.

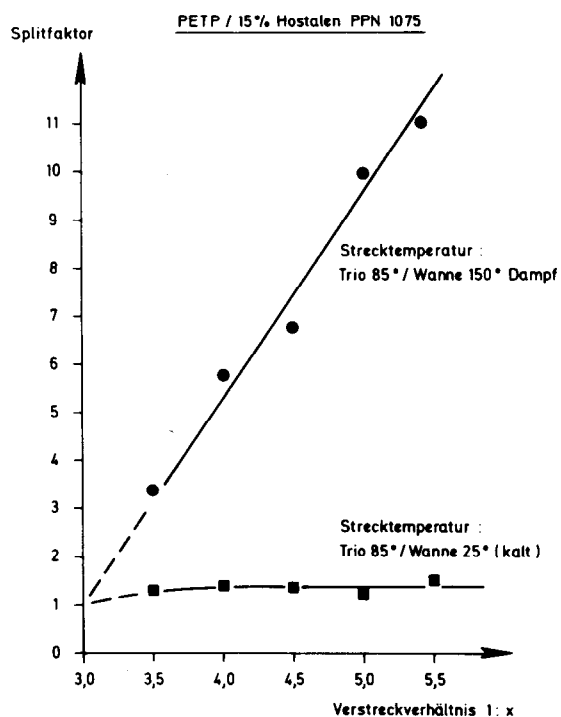


Abb. 11: Abhängigkeit der Splitneigung von den Verstreckbedingungen

Selbstkräuselnde Bikomponenten-Splitfasersysteme

Es braucht hier vor einem Gremium von Textilfachleuten nicht näher erläutert zu werden, warum selbstkräuselnde Systeme für die Textilindustrie von allergrößtem Interesse sind. Ich glaube, ich brauche auch auf die theoretischen Zusammenhänge bei der Kräuselung von bikomponenten Fasern nicht näher einzugehen. Vielleicht sollte von der Theorie nur so viel erwähnt werden, daß der größte Schrumpfunterchied der beiden Komponenten, und zwar in bezug auf Schrumpfhöhe und Schrumpfkraft, zur intensivsten Kräuselung führt und daß von der Geometrie her symmetrische Side-by-side-Anordnungen die günstigste Konfiguration für eine optimale Kräuselung darstellen.

Bei der Herstellung von Fasern aus Folien bietet sich die Koextrusion einer Doppelfolie zur Herstellung von Bikomponentenfasern geradezu an. Kommerziell wird beispielsweise die Extrusion einer Doppelfolie über einen Blasextruder mit einer konzentrischen Doppel-

ringdüse mit der sogenannten Baroflexanlage der Bar-mag verwirklicht. Bisher ist die Doppelsextrusion einer Blasfolie auf der Baroflexanlage für die Herstellung von Bikomponentensplittfasern nur mit Polypropylen möglich.

Wie Abbildung 12, links, zeigt, gibt es Polypropylen-sorten mit sehr starken Schrumpfungunterschieden, die in einem bei Polypropylen anwendbaren Temperaturbereich auftreten. Es können Polypropylen-Bikomponentenfasern von einer außerordentlich feinen Kräuselung mit hervorragendem Griff der Faserflocke erzeugt werden. Leider haben aber, wie schon mehrfach erwähnt, Polypropylenfasern textiltechnologisch weniger günstige Eigenschaften. Die Zielrichtung unserer Eigenentwicklungen war deshalb die Entwicklung von Bikomponentensystemen aus anderen Polymeren, die sich in Form einer Doppelfolie extrudieren und durch die Splittfasertechnologie in Faserform konvertieren lassen.

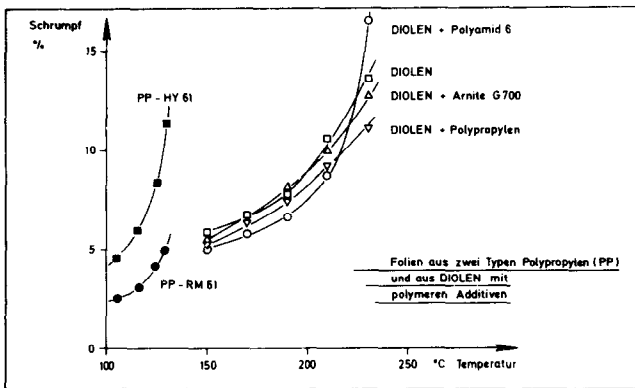


Abb. 12: Schrumpfung von Folien

Aus der Praxis der Chemiefaserspinnerei ist die Bikomponententechnik bei Polymeren wie Polyamid und Polyester längst bekannt. Die dort gewonnenen Erkenntnisse können aber nicht ohne weiteres auf die Splittfasertechnologie übertragen werden, da ja die in der konventionellen Chemiefaserspinnerei verwendeten Polymeren, wie wir gesehen haben, keine Spleißneigung zeigen. Um nun Bikomponentensplittfasern zu erzeugen, können uns Polymermischungen in dreifacher Weise helfen:

- Erstens können durch geschickte Kombination von Polymermischungen hohe Schrumpfungunterschiede erreicht werden.
- Zweitens ist es möglich, die Haftung zwischen zwei Folien aus unverträglichen Polymeren durch Zusatzkomponenten so sehr zu verbessern, daß eine sichere Verbindung auch dann noch gegeben ist, wenn die Folien in feinste Einzelkapillaren aufgespleißt sind.
- Drittens will man durch besondere Auswahl der Zusatzkomponenten zwar ein Aufspleißen der Folien in Längsrichtung erreichen (sodaß die gewünschte Fibrillierung, zum Beispiel durch eine Nadelwalze, eintritt), gleichzeitig aber verhindern, daß die vorher erwähnte Haftung zwischen den beiden Komponenten innerhalb einer Kapillare aufgehoben wird.

Abbildung 13 zeigt den Aufbau eines solchen Bikomponentensystems aus Polymermischungen. Man sieht, daß für eine individuelle Kräuselung jeder einzelnen

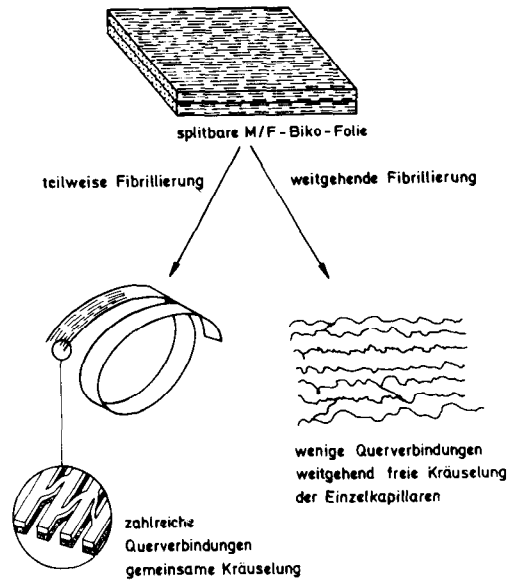


Abb. 13: Selbstkräuselnde Splittfaser aus M/F-Bikomponentenfolie

Kapillare eine vollständige Trennung der Kapillaren durch die Nadelwalze notwendig ist. Sind noch Querverbindungen vorhanden, wie es die Ausschnittsvergrößerung links unten im Bild darstellt, dann kann nur eine gemeinsame Kräuselung aller Kapillaren stattfinden, das heißt, es entsteht eine korkenzieherartige Locke, wobei alle Kapillaren miteinander in Phase liegen und demzufolge weder hinsichtlich des Volumens noch des Griffes eine befriedigende Kräuselung erreicht wird.

Abbildung 14 zeigt die praktische Auswirkung einer zu geringen und einer sehr intensiven Nadelung auf die Kräuselung.

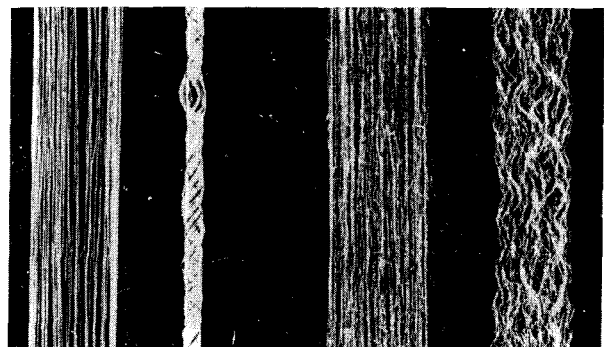


Abb. 14: Praktische Auswirkung einer zu geringen und einer intensiven Nadelung auf die Kräuselung

Die unterschiedlichen Anforderungen an die Polymermischungen können nur erfüllt werden, wenn in bezug auf die Spleißfreudigkeit gewisse Kompromisse geschlossen werden. Es ist deshalb möglich, daß in bezug auf die übrigen Anforderungen optimale Polymermischungen so wenig spleißfreudig sind, daß mit handelsüblichen Nadelwalzen eine genügende Aufspaltung in feine Kapillaren nicht mehr gegeben ist. Das niederländische Faserinstitut TNO hat eine Spezialwalze entwickelt, die für TNO patentiert ist und sich feinsten Wolfram-Nadeln bedient, die nach einem ebenfalls patentierten Verfahren hergestellt und in minimierten Abständen eingesetzt sind. Abbildung 15

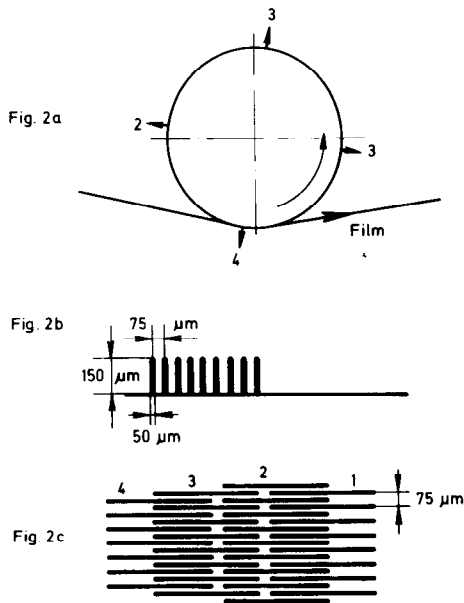


Abb. 15: TNO-Nadelwalze

zeigt eine solche Wolfram-Nadelwalze von TNO und Abbildung 16 im Vergleich dazu eine konventionelle handelsübliche Nadelwalze.

Bikomponenten-Splittfaserversuche sind sinnlos, wenn man sich nicht vorher über eine ausreichende Haftung der Partnerfolien vergewissert. Zu diesem Zweck wurden Schweißversuche mit Folien gemacht, wobei man Folienstücke unter einem bestimmten Druck und definierter Temperatur zusammenpreßt. Die Haftkraft wurde mit Hilfe eines Zugfestigkeitsprüfers gemessen.

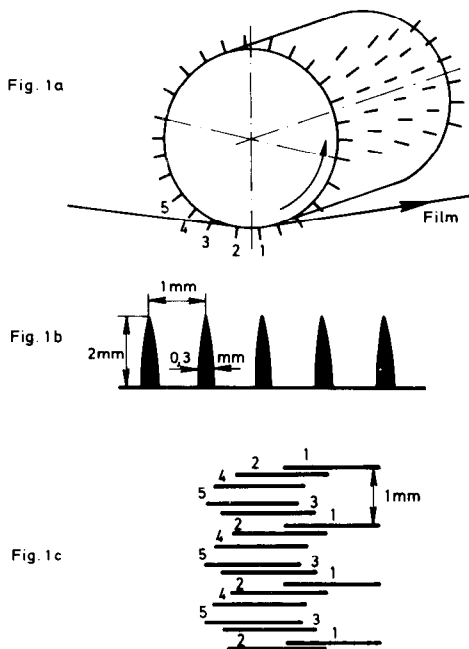


Abb. 16: Grobe Nadelwalze

Abbildung 17 zeigt eine Graphik für die Auswertung einer solchen Schweißversuchsreihe mit unterschiedlichen Folien, wobei in diesem Beispiel Folien aus Polyester/Polyamid-Mischungen in unterschiedlichen Mischverhältnissen miteinander kombiniert wurden. Auf der Ordinate ist der eine Partner mit seinen unterschiedlichen Gewichtsanteilen von Polyester und

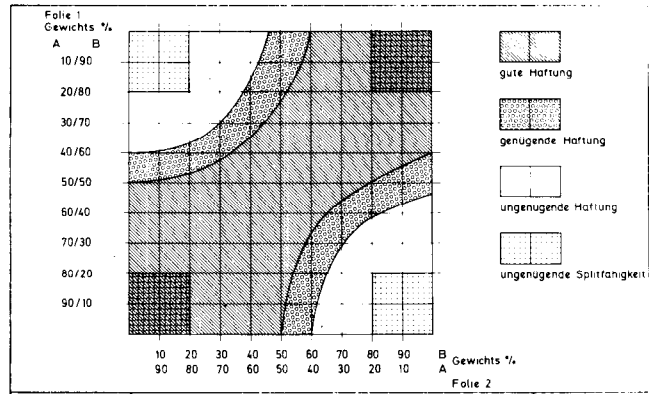


Abb. 17: Schweißversuche mit Folien

Polyamid angeführt und auf der Abszisse der zweite Partner mit ebenfalls variierten Gewichtsanteilen.

Wie zu erwarten, ergibt sich in den Bereichen, wo identische oder nahezu identische Folien untereinander kombiniert werden, eine gute Adhäsion, bei geringen Beimischungsprozentsätzen aber eine ungenügende Spleißfreudigkeit. Auf den Seiten, wo die ungleichen Folien in reiner Form miteinander kombiniert werden, ist natürlich weder eine Adhäsion noch eine Spleißfreudigkeit vorhanden. Gute bzw. genügende Adhäsionswerte finden wir bei ungleichen Hauptkomponenten nur in den Bereichen hoher Beimischungsprozentsätze.

Wie schon mehrfach erwähnt, erhöht sich natürlich die Spleißwilligkeit mit der Zunahme der Beimischungsprozentsätze, sodaß in diesem Fall die jeweils günstigsten Verhältnisse sich in der gleichen Richtung ergeben. Allerdings gilt diese Graphik nur, wenn beide Folien aus zwei gleichen Komponenten bestehen; schon bei der Einführung einer dritten Komponente in das System werden die Verhältnisse kompliziert.

Ich habe Ihnen nun einige Arbeitsrichtungen unserer Untersuchungen, die längst noch nicht abgeschlossen sind, angedeutet. Eine Menge von Ungereimtheiten, die sich auf die Eigenschaften der Splittfasergarne beziehen, konnte ich Ihnen nicht vortragen. Die Komplexität dieser Materie wird vielleicht am deutlichsten, wenn man einige Querschnittsphotos unserer Bikomponentenfolien betrachtet (Abb. 18 bis 20).

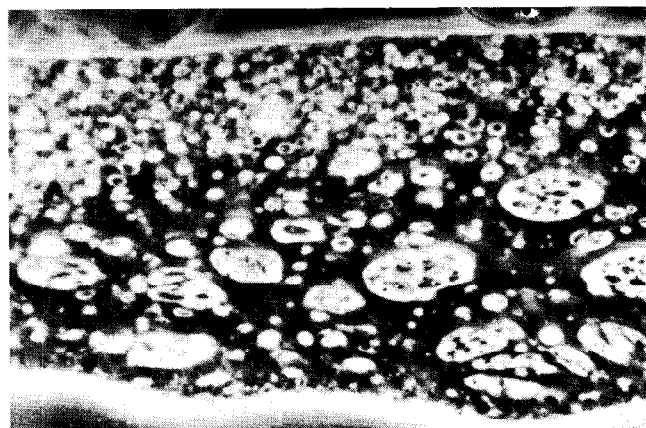


Abb. 18—20: Verschiedene Querschnitte von Bikomponentenfolien



Abb. 19

Es handelt sich jeweils um Dispersionen, die nach demselben Prinzip gemischt und extrudiert wurden, deren unterschiedliche Zusatzkomponenten aber zu völlig unterschiedlichen Verteilungscharakteristiken führten. Neben feindispersen Verteilungen in der einen Hälfte kann man Phasenumkehrbereiche, also Inselbildungen, in der anderen Hälfte erkennen. Die jeweiligen Hauptkomponenten der beiden Hälften wiederum sind sehr gut vertraglich, denn es ist keine scharfe Trennlinie, sondern ein allmählicher Übergang von der einen in die andere Folienhälfte zu erkennen.

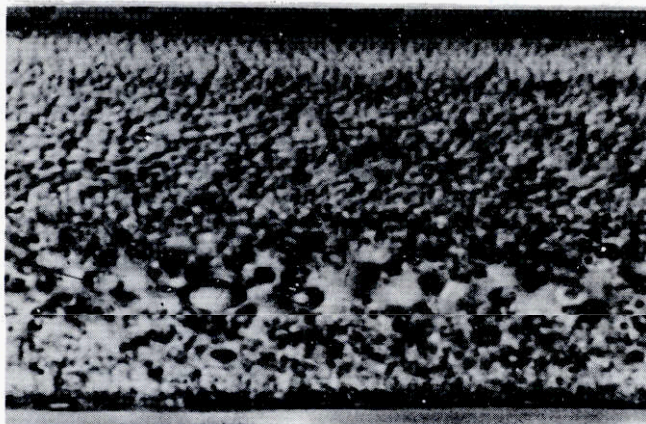


Abb. 20

Der unregelmäßigen Folienstruktur entsprechend, ergeben sich stark streuende Titerverteilungen, und unser Hauptaugenmerk richtet sich jetzt auf die Optimierung der durch äußere Einwirkung. erzwungenen Fibrillation, die zusammen mit einer durch die Mischung eingestellten Spleißfreudigkeit zu günstigeren Titerverteilungen und damit zu einem angenehmen Griff der aus den Splitfasergarnen hergestellten Fertigartikel führen soll.

Die Prüfung der Spleißfähigkeit

Bei der Auswahl von Polymermischungen mußten wir als primäre Forderung eine ausreichende Spleißfähigkeit verlangen. Zur Charakterisierung der Spleißfähigkeit haben wir einen „Splitfaktor“ vorgeschlagen, der mit Hilfe eines eigens dafür gebauten Prüfgerates bestimmt wurde, nachdem uns die bisher bekannten Methoden keine dem praktischen Verhalten entsprechenden Werte liefern konnten.

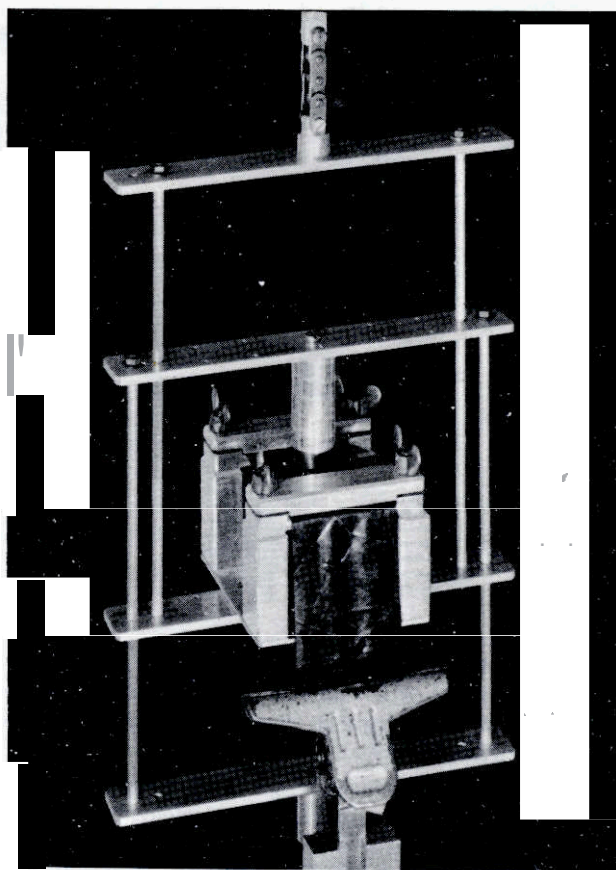


Abb. 21: Zug-Druck-Schere auf einem Festigkeitsprüfer

Anfangs arbeiteten wir nach einer von Hoechst vorgeschlagenen Methode mit einer Kegelspitze bestimmter Abmessungen, die eine definiert vorgespannte Folie durchsticht. Die Kraft für den Einstich wird mit Hilfe einer Zug-Druck-Schere auf einem Festigkeitsprüfer gemessen (Abb. 21). Diese Methode erlaubte aber bezüglich Spleißverhalten nur eine grobe Orientierung.

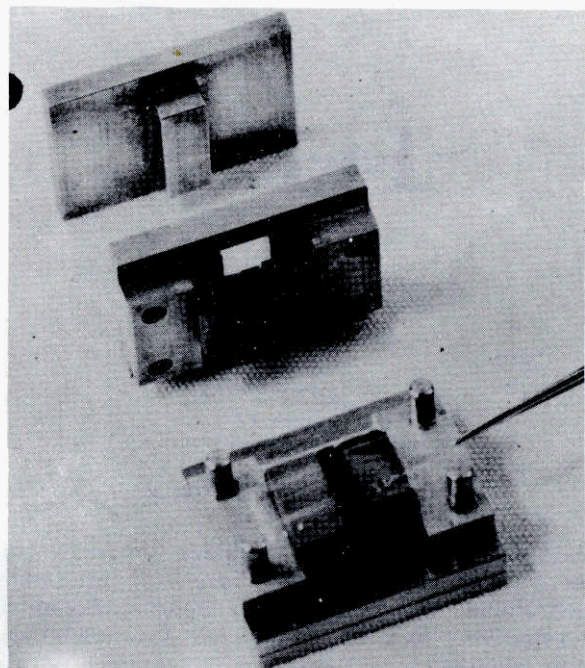


Abb.22: Prüfung der Spleißneigung nach der TNO-Methode

Eine bloß qualitative, aber sehr elegante Methode ist die Spleißmessung von TNO; bei der man ein Folienbändchen zwischen Gummiblöcken so einspannt, daß es in Querrichtung beansprucht wird (Abb. 22).

Als Ergebnis dieser Querdehnung erhält man Längsrisse, deren Zahl ein Maß für die Spleißfreudigkeit der Folie ist (Abb. 23). Auch dieses Gerät erlaubt nur eine relativ grobe Unterscheidung.



Abb. 23: Längsrisse als Maß für die Spleißfreudigkeit von Folien (TNO-Methode)

Unser eigenes Gerät schließlich sollte die mit einer Nadelwalze auftretenden Verhältnisse beim praktischen Spleißvorgang so gut wie möglich imitieren. Es wurde deshalb mit einer handelsüblichen Nadelwalze ausgestattet (Abb. 24), die mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 1200 mm/min rotierend auf ein Folienbändchen einwirkt, dessen Spannung sich durch zunehmende Federbelastung allmählich erhöht, wobei sich die Lage der Nadelwalze gegenüber der Folie mit der Vorschubgeschwindigkeit des für die Gesamtanordnung verwendeten Zugfestigkeitsprüfers verändert. Im Moment des Einnadelns wird die Bandspannung abgelesen bzw. auf dem Registriardiagramm manuell markiert, und schließlich wird auch die Reißspannung des Bändchens unter Beanspruchung durch die Nadelwalze registriert. Die Differenz beider Werte ergibt den Fibrillierbereich, und der Quotient aus Reißspannung und Einnadelspannung ist der von uns als „Splitfaktor“ definierte Wert.

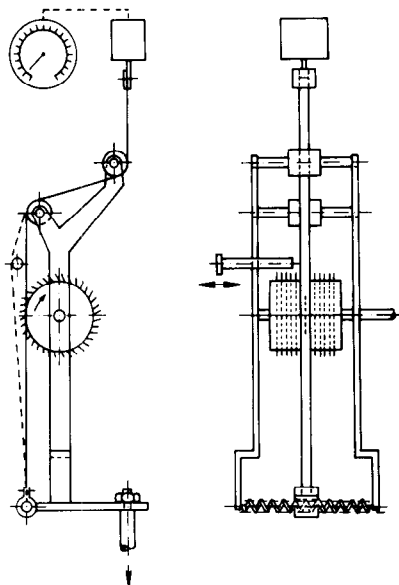


Abb. 24: Splitfähigkeitsmessung

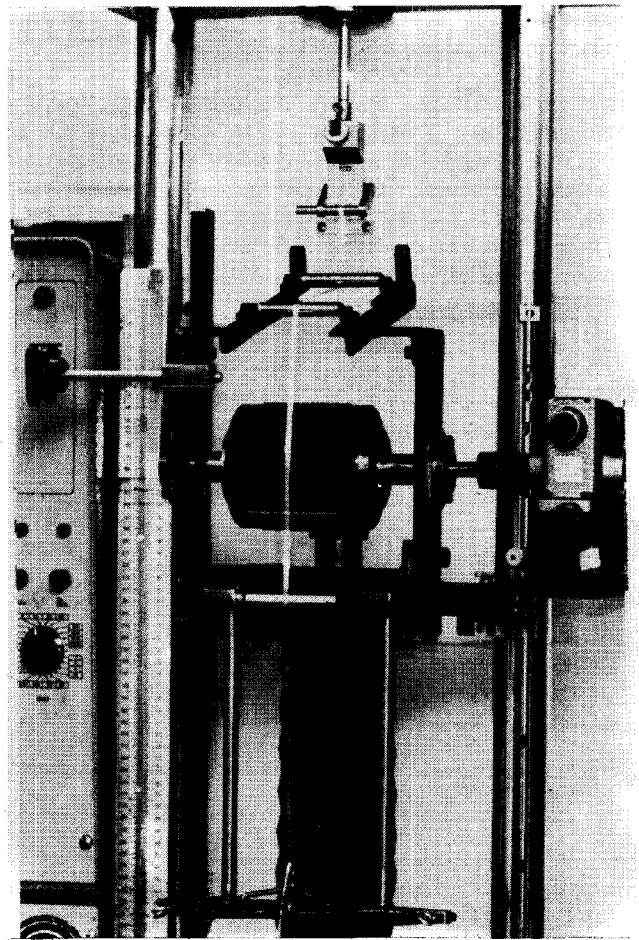


Abb. 25: Splitfähigkeitsmeßgerät, eingebaut in einen Zwick-Zugfestigkeitsprüfer

Abbildung 25 zeigt das Gerät, eingebaut in einen Zwick-Zugfestigkeitsprüfer.

Abbildung 26 schließlich zeigt typische Meßwerte in Abhängigkeit vom Beimischungsprozentsatz des Zweitpolymeren. Bei geringer Beimischung fällt die Einnadelspannung mit der Reißspannung zusammen, und der Splitfaktor wird 1. Bei zunehmender Bei-

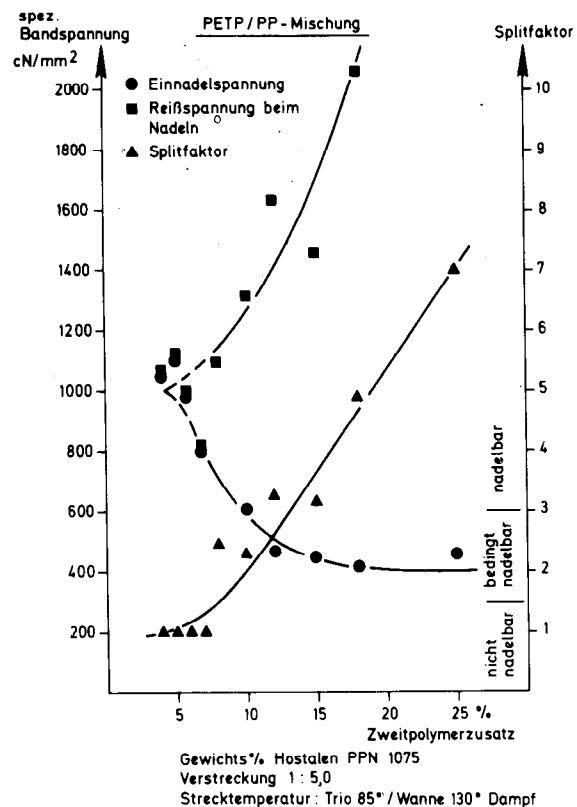


Abb. 26: Abhängigkeit der Splitneigung vom Prozentgehalt des Zweitpolymeren

mischung fällt die Einnadelspannung stark ab, das heißt, die Folie wird zunehmend spleißwilliger und wird durch den Einnadelvorgang weniger stark geschädigt, sodaß gleichzeitig auch die Reißspannung und damit der Splitfaktor stark ansteigt. Erst ab Splitfaktor 3 bezeichnen wir die Folie als „nadelbar“. Für die praktische Splitfaserherstellung sollte der Splitfaktor größer als 6 sein. Der mit dem Gerät ermittelte Splitfaktor erwies sich als zuverlässiges Maß für die Spleißfähigkeit einer Polymermischung.

Am Schluß meiner Ausführungen möchte ich es nicht versäumen, den zahlreichen Helfern von Enka Glanzstoff und TNO, vor allem aber Herrn Dipl.-Chem. D a u und Herrn Text.-Ing. (grad.) D a m e r a u für ihre tatkräftige und unermüdete Mitarbeit zu danken.

Literatur:

- 1) F. Hensen: „Neue Anlagen zur Herstellung von Fasern aus Polyolefinen“; *Chemiefasern/Textilindustrie* 7, 617—623 (1973)
- 2) H. Peuker: „Herstellung, Weiterverarbeitung und Verwendung sowie einige Entwicklungstendenzen von Flach- und Splitfäden auf Polyolefinbasis“; *Lenzinger Berichte* 26, 133—149 (1968)
H. Peuker: „Fäden aus Folie“; *Textilind.* 70 (11), 774—781 (1968); 70 (12), 867—874 (1968); 71 (1), 10—20 (1969); 71 (2), 82—88 (1969)
- 3) J. Harms, H. Krässig, F. Saßhofer: „Fäden und Fasern aus Folien“; *Lenzinger Berichte* 32, 81—89 (1971)
- 4) W. Berger, G. Schmack: „Untersuchungen zur Fibrillierung von Folien aus Polymermischungen“; *Textiltechnik* 24 (1), 36—41 (1974)
- 5) L. H. Gouw, W. H. Skorozewski: „Film production techniques and stretching conditions and their influence on fibre properties“; Conference „Textiles from Film“, Manchester 1968
- 6) H. Cherdron: „Aufbau und Eigenschaften polymerer Mehrphasensysteme“; *Lenzinger Berichte* 30, 44—51 (1970)
- 7) P. V. Papero, E. Kubu, L. Roldan: „Fundamental Property Considerations in Tailoring a New Fiber“; *Text. Res. J.* 10, 823—833 (1967)
- 8) T. Kitao, H. Kobayashi, S. Ikegami, S. Ohya: „Fibers from Polyblends Containing Nylon 6 as Basic Component. — I. Melt Spinning and Physical Properties of Blend Fibers“; *J. Polym. Sci.* 11, 2633—2651 (1973)

Diskussion Gayler

Egbers: Wir danken Ihnen für den ausgezeichneten Einblick, den Sie uns in die Splitfasertechnologie tun ließen.

Krässig: Die Querschnittsbilder am Ende Ihres Vortrags betreffend, habe ich zwei Fragen: Entstehen diese Entmischungen, diese Inselbildungen, auf der der Kühlwalze abgekehrten Seite? Haben Sie schon einmal an wasserbadgekühlten Filmen Querschnitte gemacht und diese mikroskopisch betrachtet? Dort, glaube ich, treten diese Inselbildungen durch Entmischung nicht auf.

Gayler: Wir haben nur mit der Kühlwalze gearbeitet. Ich kann Ihnen nicht sagen, auf welcher Seite sich nun die Inselbildungen befinden. Bisher hatte ich den Eindruck, daß diese Inseln schon in der Kunststoffdispersion vorgebildet waren, also nicht erst bei der Abkühlung der Folie entstanden sind.

Krässig: Die zweite Frage: Welche Erklärung haben Sie eigentlich für den großen Unterschied in der Spleißneigung bei Kalt- bzw. Warmverstreckung?

Gayler: Bei Kaltverstreckung scheint eine weniger gute Orientierung erreicht zu werden.

Krässig: Ja, ich glaube diese Erklärung ist richtig. Bei der Warmverstreckung entsteht durch das bessere Gleitvermögen der Moleküle bzw. der Molekülaggregate wahrscheinlich eine weitaus bessere molekulare oder fibrilläre Orientierung als bei der Kaltverstreckung, wo eine mehr erzwungene Verstreckung eines unbeweglicheren Netzwerkes erfolgt.

Studt: Herr Gayler, Sie haben ja mit einer bemerkenswerten Offenheit über diese Spinnprozesse hier berichtet und haben viel Arbeit hineingesteckt. Ich muß fast annehmen, daß Sie diesen Prozeß industriell nicht ausführen, sonst hätten sie hier nicht so freimütig darüber berichtet. Was sind nun Ihre Argumente, diese Splitfaserherstellung zugunsten der konventionellen Faserherstellung fallen zu lassen?

Gayler: Als wir in die Überlegungen eingestiegen sind, war die Situation noch etwas anders, das heißt, die Wirtschaftlichkeit der Splitfaserherstellung erschien uns damals attraktiver als heute. Ich selbst hatte die Vorstellung von riesig breiten Folien, möglichst dick, die dann in sehr feine Fasern zerteilt werden — billige integrierte Splitfaser-Herstellungsprozesse, die also konkurrenzfähig oder wirtschaftlich attraktiver als die anderen Spinnverfahren sein sollten, diese Vorstellung hatte ich selbst noch vor wenigen Jahren.

In der Zwischenzeit haben sich verschiedene andere Spinnverfahren, wie ich ja zu Beginn meines Vortrages andeutete, entwickelt, die wirtschaftlich attraktiver zu sein scheinen. Wir haben unsere Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit von Splitfaserprozessen allerdings noch nicht abgeschlossen. Das war bisher nicht möglich, weil uns die Erfahrungen im industriellen Maßstab fehlen. Wir müssen also von Laborbedingungen auf industrielle Bedingungen extrapolieren, und das ist sehr schwierig.

Wir sind uns noch nicht darüber im klaren, aber es scheint doch so zu sein, daß eine wirtschaftliche Attraktivität der Splitfasererzeugung nicht gegeben ist. Demzufolge liegt die Attraktivität eher in neuen Fasereigenschaften, die wir mit der Splitfasertechnologie erreichen wollen. Auch dafür sind wir den Beweis noch schuldig. Wir denken hierbei zum Beispiel an die Möglichkeit einer Beimischung von Additiven in hohen Prozentsätzen. Dies wären unter anderem anorganische Additive in Prozentsätzen von 30 oder 40%, wo also eine Extrusion durch Spinn Düsen nicht mehr möglich ist, wohl aber eine Extrusion durch eine Breitschlitzdüse.

Durch Additive können wir die unterschiedlichsten Fasereigenschaften anstreben, Eigenschaften, die uns bisher verschlossen waren bzw. mit konventionellen Verfahren einfach nicht erreichbar sind. Die Forschungen werden im Hinblick darauf fortgesetzt, und vielleicht kann man eines Tages auch über Erfolge in dieser Richtung berichten.

Sprenkmann: Herr Dr. Krässig, darf ich eine Frage an Sie richten? Diese Inselbildung trifft ja mit einem Umschlag im Dispersionsverhältnis zusammen. Dies ist eventuell dadurch zu erklären, daß der Umschlag an der der Kühlwalze zugewandten Seite eintritt. Das könnte an der zu- oder an der abgewandten Seite, egal an welcher, sein. Sie können das ja einfach feststellen, indem Sie Oberflächenwiderstände messen. Frage an Sie: Haben Sie das schon einmal gemacht? Denn damit könnten Sie sicher beweisen, daß Sie an der Oberfläche unterschiedliche Widerstände haben.

Krässig: Es ist nach unserer Erfahrung weniger ein Einfluß von irgendwelchen Reibungskräften usw. an der Oberfläche vorhanden. Ich glaube, dort, wo man schnell abkühlt, friert man den Dispersionszustand, den man im Extruder erreicht hat, sobald er aus dem Schlitz kommt, ein, während auf der der Kühlwalze abgekehrten Seite, wo mehr Zeit zur Abkühlung ist, Entmischungs- oder andere Vorgänge etwas mehr Zeit haben, sich auswirken zu können.

Sprenkmann: Haben Sie das gemacht?

Krässig: Wir hatten in einem anderen Zusammenhang solche morphologischen Unterschiede in mit Kühlwalzen abgekühltem Film, so eine Art „Bikomponentenstruktur“, festgestellt.

Schulte: Herr Dr. Gayler, Sie haben vorhin gesagt, die Splitfasertechnologie wäre nach Ihrer Meinung heutzutage aus Gründen der Wirtschaftlichkeit nicht mehr so attraktiv. Wo ist Ihrer Meinung nach der Flaschenhals, ist das die Fibrilliermethode?

Gayler: Die Fibrilliermethode ist der Hauptflaschenhals, das ist aber weniger eine Frage der Wirtschaftlichkeit als vielmehr eine Frage der textilen Attraktivität der Splitfasern. Es ist also praktisch der Preis, um den Sie die Faser verkaufen können. Er ist gegeben durch die Einsetzbarkeit in möglichst universeller Weise, also auch im textilen Bereich. Das bedeutet, daß eine sehr intensive und gleichmäßige Fibrillierung notwendig ist. Da scheint mir technologisch doch noch einiges notwendig zu sein. Die Optimierung der Nadelwalzen ist auch mit der TNO-Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Es bleibt noch sehr viel Arbeit zu tun. Insofern kann man also hier von einem Flaschenhals sprechen; aber auch von der reinen Produktionsseite her, also von der Möglichkeit, in die Breite zu gehen; früher hat man sich darüber andere Vorstellungen gemacht. Ich glaube, daß man im industriellen Maßstab heute nicht über 80 cm breit extrudiert, weil man den Prozeß sonst einfach von der reinen Manipulation her nicht mehr beherrschen kann.

Also ist die Breite der Folie beschränkt und im Interesse der Feinheit der Fasern natürlich auch die Dicke der Folie. Die Verstreckungsmöglichkeiten sind ja auch nicht so, daß man aus dicken Folien nun sehr feine Fasern machen kann. Die Grenzen, die früher vielleicht nicht so eng waren, müssen auf Grund der Erfahrung heute enger gesteckt werden.

Schulte: Ich habe gehört, daß ein anderer Chemiefaserhersteller sehr moderne physikalische Methoden für die Fibrillierung prüft. Welches sind Ihre Überlegungen in dieser Richtung?

Gayler: Es ist bekannt, daß die Hauptarbeit auf diesem Gebiet erst noch zu leisten ist. Auch unsere Forscher können auf diesem Gebiet noch sehr viel tun. Man denke an die im Vortrag angedeuteten Methoden, die Rasmussen schon propagiert hat, und an die Optimierung der Polymermischungen im Sinne einer verbesserten Spleißwilligkeit.

Schulte: Hat Ihrer Meinung nach Herr Rasmussen mit seinen bisherigen Ergebnissen ein größeres Ziel erreicht als Sie mit Ihren Untersuchungen?

Gayler: Ich möchte das verneinen, abgesehen von einer genialen Idee, die Rasmussen hatte, die aber aus technischen Gründen wohl nicht zu verwirklichen sein wird. Diese Lösung ist eigentlich eine Abweichung vom Splitprinzip. Sie ist eine Bikomponentenfaser, die durch ein Adhäsiv zusammengehalten wird und an den Stellen ohne Adhäsiv auseinanderfällt. Somit ist das eigentlich keine echte Splitfaser mehr. Mit dieser Idee hat Rasmussen den Flaschenhals der Fibrillation überspielt.

Theoretisch wäre das eine gute Lösung. Aber die technische Durchführung des Rasmussen-Prinzips scheint sehr, sehr schwierig zu sein. Obwohl man dieses Prinzip schon vor Jahren veröffentlicht hat, ist es kommerziell bis jetzt nicht in Erscheinung getreten. Daher müssen wir folgern, daß Rasmussen mit seinem Prinzip gescheitert ist.

Berger: Herr Dr. Gayler, mich interessieren aus Ihren Ausführungen folgende Probleme:

1. Konnten Sie einen Einfluß des Dispersitätsgrades und der Größe der Fibrillenelemente feststellen, ich meine

auch hinsichtlich der Frage „unendliche Fibrillen“? Das wäre ja ein Optimierungsproblem, über das wir hier zum Schluß diskutiert hatten.

2. Haben Sie versucht, bei den Polyamid 6- und den Polyamid 66-Typen die Ursache der Festigkeitssteigerung zu ermitteln? Denn das müßte ja eine Strukturmodifizierung sein, die diese Festigkeitsveränderung erreicht, und zugleich auch eine Applikationsfrage.

3. Sie haben ja bei diesen Folienfaserstoffen andere Querschnitte als üblich. Welche Fragestellung ergibt sich für die Nachveredlung?

Gayler: Vielleicht darf ich auf die letzte Frage zuerst eingehen. Die Querschnittsangelegenheit ist wohl der Hintergrund für eine allgemeine Einführung der Splitfasern in die textilen Bereiche. Wir sehen darin ein fast unüberwindliches Problem. Sie werden nachher anhand der Muster feststellen, daß der Griff dieser Artikel sehr unangenehm ist. Wir wissen noch nicht, wie wir aus dieser Schwierigkeit herauskommen können. Auf Grund der besonderen Querschnitte scheint mir jedoch eine ständige Beschränkung vorhanden zu sein.

Die Festigkeitserhöhung durch die Mischung von verschiedenen Nylonkomponenten hat uns selbst in Erstauen versetzt, wir sind allerdings noch nicht dazugekommen, das Phänomen selbst nachzuprüfen. Unsere eigenen Mischungen haben bisher immer eine Verschlechterung der Festigkeit gebracht. Den Effekt einer Verbesserung der Festigkeit, der eigentlich nur auf chemische Reaktionen zwischen den Komponenten zurückzuführen sein kann, haben wir dagegen nicht beobachtet.

Die erste Frage bezog sich praktisch auf die Teilchengröße. Ihrer Meinung nach sollte man möglichst lange Fibrillen anstreben, also beispielsweise im Sinne der Faser „Source“ von Allied Chemical. Ich habe die Veröffentlichung von Papero erwähnt, darin wurde aber keine split-fibre beschrieben. Es wurde vielmehr ein Weg beschrieben, im Sinne eines faserverstärkten Kunststoffes ein zähes und festes Reifenkordmaterial, nämlich Nylon, das aber den Nachteil des „flat-spotting“ hat, noch weiter zu verbessern. Diese Verbesserung ergab sich bezüglich Modul und Biegesteifigkeit durch die Einführung von Polyester als endlose Fibrille. Das wurde mit einem Bikomponenten- oder Bikonstituenten-Spinnsystem verwirklicht.

Bei unseren Überlegungen war es aber vor allem wichtig, die „Spleißfreudigkeit“ zu bekommen, um diese Polymermischungen überhaupt über die Spleißfasertechnologie verarbeiten zu können. Hierbei sollte auch möglichst nicht Polypropylen, sondern Polyester und Polyamid eingesetzt werden. Da mußten wir in der Phasenmorphologie eben Kompromisse machen.

Bei unendlich langen Fibrillen, die dann auch entsprechend dünn gewesen wären, hätten wir keine solche Spleißwilligkeit erreicht wie mit einer begrenzten Länge und einer entsprechend größeren Dicke der Fibrillen. Man braucht also eine gewisse Grobheit der Phasengrenzflächen. Man kann nicht sagen: Die Phasengrenzflächen müssen vergrößert werden. Das wäre falsch! Je länger nämlich die Fibrillen sind, desto größer werden auch die Flächen als solche. Aber die Flächen können gröber sein, indem man zum Beispiel im Querschnitt diese Inselbildungen hat, und da hat man dann auch eine wesentlich bessere Spleißfähigkeit. Wir müssen da Kompromisse machen und müssen eben in bezug auf Festigkeit und andere textiltechnologische Eigenschaften für eine optimale Spleißfähigkeit Opfer bringen.

Die Verarbeitung texturierter Polyestergerne in der Weberei

Dr. Friedrich U n g e r , Hoechst AG, Frankfurt (Main)

Ein Überblick über den Faserverbrauch läßt das starke Wachstum der synthetischen Fasern und dabei den steigenden Anteil der texturierten Polyesterfilamentgarne erkennen. Die Eigenschaften dieser Garne sind in weiten Bereichen variierbar. Der Garnfiter, die Feinheit der Einzelkapillaren und ihre Querschnittsform sowie die Charakteristik des Texturierungseffektes und die Garndrehung bilden die Grundlagen für den optimalen Ausfall des Gewebes. Moderne Einrichtungen der Webereivorbereitung ermöglichen es, auch in der Kette ungedrehte texturierte Polyestergerne einzusetzen und auf konventionellen oder schützenlosen Webmaschinen zu verarbeiten. Die anschließende Ausrüstung erhält eine erhöhte Bedeutung bei der Herstellung von Geweben mit "Comfort-Stretch", dessen Sinn in erster Linie darin zu sehen ist, daß die Kräuselung des texturierten Garnes stärker zur Geltung kommt und damit die Wareneigenschaften verbessert werden. Die Einsatzgebiete der Gewebe aus texturierten Polyestergerne liegen vor allem in der Oberbekleidung und dabei neuerdings auch auf dem Sektor der Herren-Anzugstoffe.

A survey on fibre consumption shows a growing share of synthetic fibres together with an increasing portion of textured polyester filament yarn. The properties of these yarns are variable in a large range. The yarn fineness, the denier per filament and the cross-section as well as the specific bulk performance together with the yarn twist level are essential for an optimum fabric. By use of up-to-date warp preparation equipment untwisted textured filament yarn can also be processed successfully on conventional as well as on shuttleless looms. When "comfort-stretch" is required the subsequent finishing procedure gains even higher significance because it causes better bulk performance in the woven fabric and thus the fabric character is improved considerably. Woven fabrics from textured polyester are mainly going into outer-wear and more recently also into men's wear.

Maßgebliche Fachkreise gehen davon aus, daß sich in den nächsten Jahren der Trend für den Einsatz texturierter Polyestergerne in der Weberei erheblich verstärken wird. Unterstützt durch den großen Erfolg auf dem Strickereisektor setzt sich zunehmend die Auffassung durch, daß die Möglichkeiten, die texturierte Polyestergerne für die Verarbeitung in der Weberei bieten, bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind. Um dieses Ziel erreichen zu können, wird für jedes Ein-

satzgebiet immer wieder zu prüfen sein, ob die Eigenschaften der Polyesterfilamentgarne und der Herstellungsgang für die Gewebe bereits ausreichend optimiert worden sind.

1. Übersicht zum Faserverbrauch

Ausgehend vom Gesamtverbrauch an Faserstoffen in der Welt (Abb. 1) soll zunächst ein Überblick darüber gegeben werden, wie die Aufteilung der synthetischen Fasern bis hin zum Anteil der texturierten Polyestergerne in der Weberei zu sehen ist. Neben den Mengenangaben, die sich auf die Vergangenheit beziehen, und den Schätzwerten für die Gegenwart sind auch die Prognosen für die Zukunft in die Darstellung aufgenommen worden.

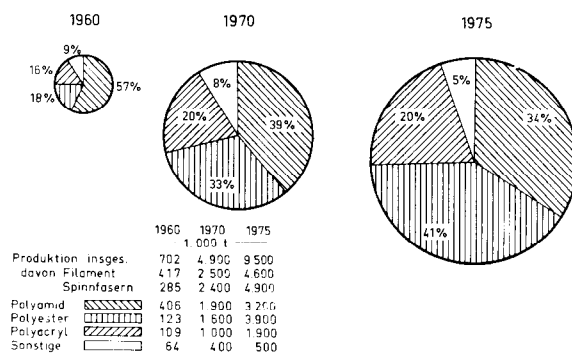


Abb. 2: Weltproduktion an Synthefasern in den Jahren 1960, 1970 und 1975

Es ist zu erkennen, daß sich die Gruppe der synthetischen Fasern in den letzten Jahren erheblich vergrößert hat, wobei der Anteil des Polyesters besonders stark gewachsen ist (Abb. 2). Polyester-spinnfasern und -filamentgarne haben sich stetig steigend (Abb. 3) und dabei etwa gleichgewichtig entwickelt (Abb. 4). Aus der gesonderten Darstellung der textilen Poly-

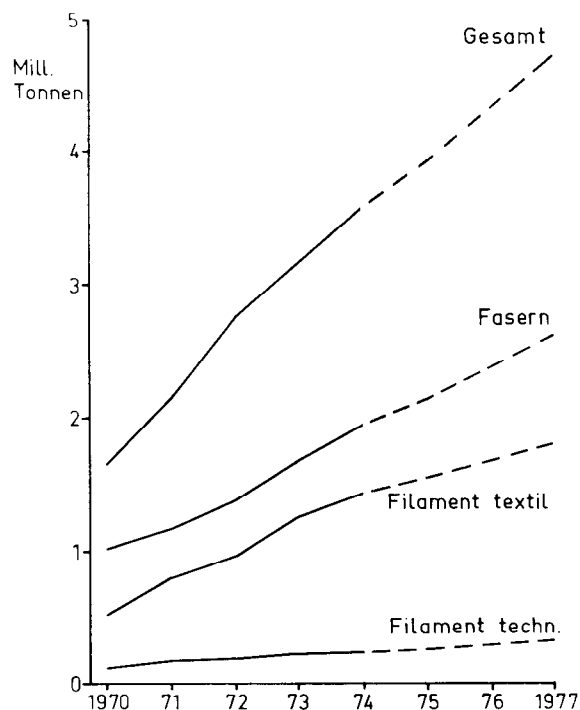


Abb. 3: Polyestergerne — Gesamt-Weltverbrauch

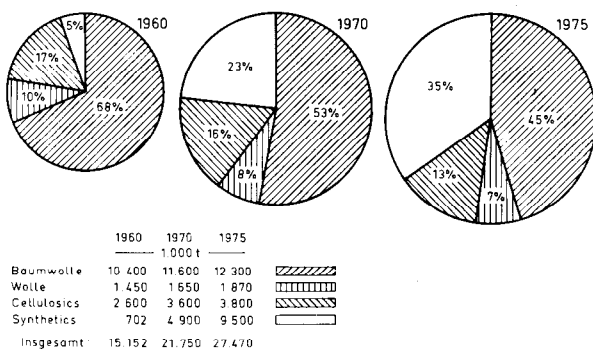


Abb. 1: Weltverbrauch an Textilfasern in den Jahren 1960, 1970 und 1975

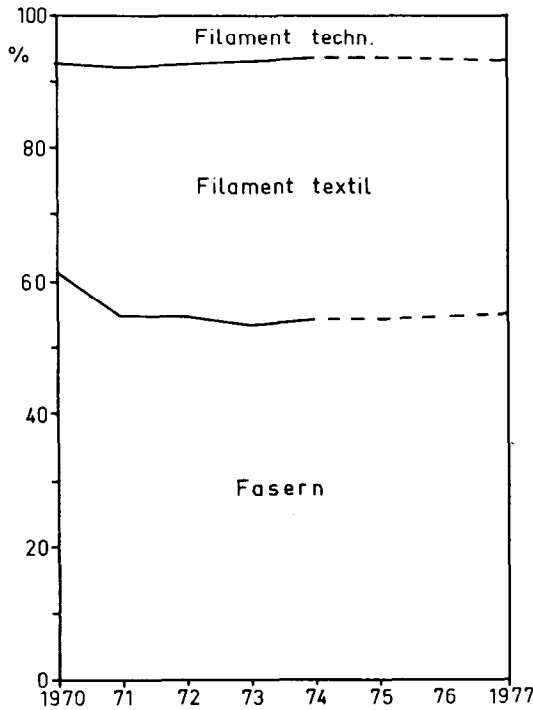


Abb. 4: Polyestergerarne — Gesamt-Weltverbrauch in Prozent

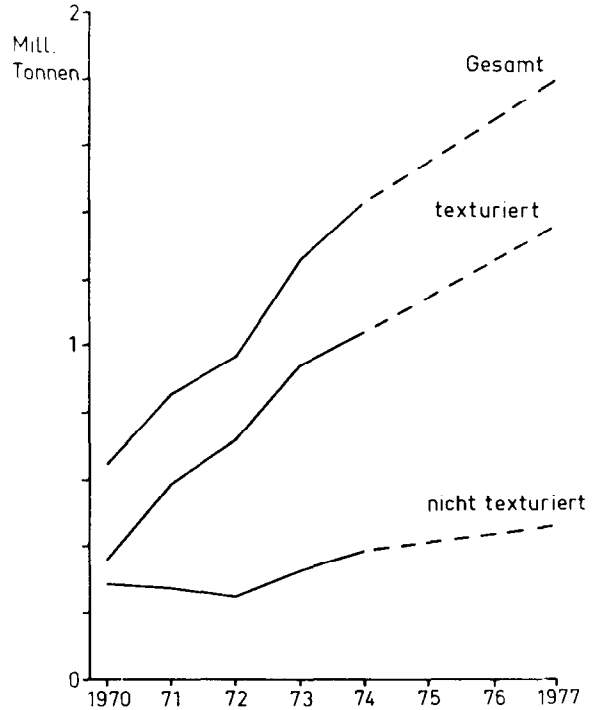


Abb. 5: Polyesterfilamentgerarne — Gesamt-Weltverbrauch an Textilien daraus

esterfilamentgerarne (Abb. 5) geht hervor, daß sich der Anteil der texturierten Garne schon in den Jahren bis 1972 auf ca. 75% erhöht hat. Die folgende Abbildung (Abb. 6) zeigt am Beispiel von Westeuropa dabei deutlich, daß dieses starke Anwachsen des Verbrauches an texturierten Polyestergerarne auf die stürmische Entwicklung auf dem Jerseysektor zurückzuführen ist. Der prozentuale Anteil der auf die Weberei entfallenden Mengen (Abb. 7) hat sich ab 1972 laufend

erhöht und verteilt sich hier auf wesentlich mehr Artikelgruppen als auf dem Gebiet der Maschenware. Auch wenn der heute noch verhältnismäßig geringe Anteil der texturierten Polyestergerarne in der Weberei auffällt, so bieten doch die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten auf diesem Sektor vielfältige Ansatzpunkte, die dem Gewebe aus oder mit texturierten Garnen auch langfristig einen sicheren Standort in der textilen Verarbeitung zuordnen.

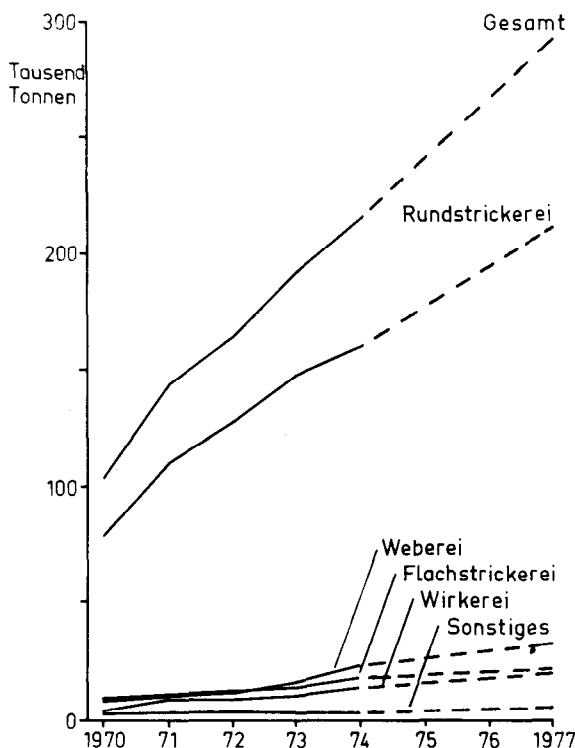


Abb. 6: Gesamt-Weltverbrauch an texturierten Polyesterfilamentgerarne

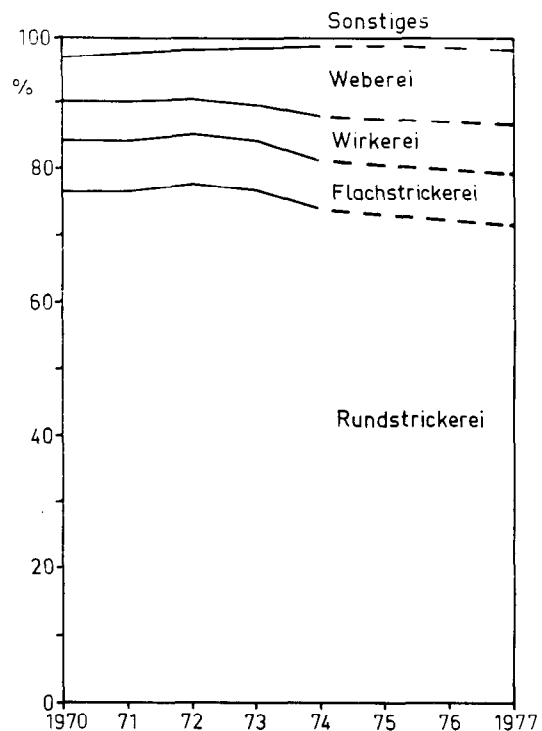


Abb. 7: Gesamt-Weltverbrauch an texturierten Polyesterfilamentgerarne in Prozent

2. Eigenschaften der texturierten Polyestergerarne

Die Garnparameter bestimmen weitgehend die Eigenschaften der Gewebe. Deshalb sollen die wichtigsten Merkmale, die ein texturiertes Garn charakterisieren, vorangestellt werden.

a) Zunächst ist der **Titer der Garnes**, das heißt sein Gewicht pro festgesetzter Längeneinheit ($\text{g}/10\,000\text{ m} = \text{dtex}$), auszuwählen, wenn ein Gewebe mit einem bestimmten Flächengewicht für ein vorgegebenes Einsatzgebiet konstruiert werden soll. Das Filamentgarn besteht aus einer Anzahl von **Einzelkapillaren**, die in ihrer Summe den Titer des Garnes ergeben. Die Feinheit der Kapillaren wirkt sich erheblich auf die Wareneigenschaften aus. Neben anderen Einflüssen besteht eine unmittelbare Abhängigkeit zwischen dem Einzeltiter und der Biegesteifigkeit der Kapillaren. Das Biegemoment erhöht sich exponentiell mit dem Titer der Einzelkapillaren¹ und ist weitgehend verantwortlich für den Griff, den Stand und die Sprungelastizität des Gewebes.

Während also durch einen größeren Einzeltiter der Warenstand, die Sprungelastizität und nicht zuletzt auch die Knitterresistenz verbessert werden, fällt der Griff zunehmend härter und harscher aus. Es wurden Versuche unternommen, Titermischungen mit unterschiedlichen Kapillarstärken zu entwickeln, um damit eine Optimierung der verschiedenen Einflüsse zu erreichen. Obwohl derartige Garntypen angeboten werden, ist der erzielbare Effekt noch umstritten.

b) Durch die **Querschnittsform der Kapillaren** läßt sich der optische Eindruck der Gewebe in bestimmten Grenzen variieren. Weitere Einflüsse des Profils beziehen sich auf den Warengriff und die Biegesteifigkeit mit den entsprechenden Auswirkungen. Es sind zahlreiche Versuche mit den verschiedensten Profilformen durchgeführt worden, um entweder einen spezifischen Griff zu erhalten, oder um die Optik des Warenbildes in der gewünschten Richtung zu gestalten, nach Möglichkeit aber eine Eigenschaft mit der anderen zu verbinden.

Neben den auf dem Webereisektor eingesetzten Garnen mit rundem Querschnitt werden als Varianten unter anderem trilobale, pentalobale und oktalobale Profile angeboten. Das Ziel, das mit einem vom runden Querschnitt abweichenden Profil angestrebt wird, kann darin bestehen, eine möglichst diffuse Lichtstreuung zu erreichen und damit eine zu starke Glanz- oder Glitzerwirkung zu vermeiden. Unter diesem Gesichtspunkt würde der exakt runde Querschnitt an sich günstige Voraussetzungen besitzen. Mit der Texturierung ist jedoch eine Deformation des Querschnitts verbunden, die teilweise zu Sechseckstrukturen führt. Dadurch entstehen ebene Flächen, die Reflexionen und damit Glitzererscheinungen ergeben können, was sich besonders bei dunkleren Farbtönen bemerkbar macht.

Der Glitzereffekt kann für bestimmte Einsatzgebiete aber auch erwünscht sein; in solchen Fällen wird vorzugsweise ein Dreieckprofil verwendet.

Eine Profildeformation tritt vor allem bei strecktexturierten Garnen auf, die nach dem Simultanverfahren hergestellt, das heißt in einer Zone verstreckt und texturiert worden sind (Abb. 8). Diese spezifische Eigenschaft ist zu beachten, wenn derartige streck-

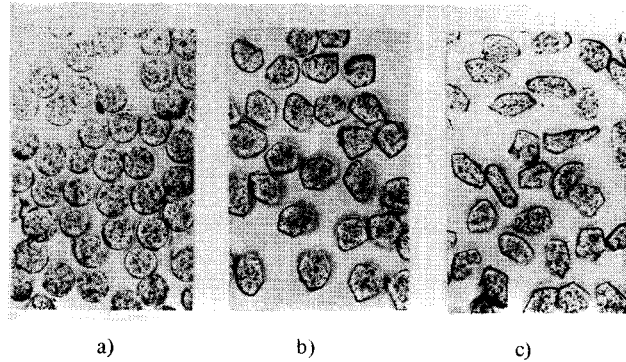


Abb. 8: Querschnittsänderung bei texturierten Polyestergerarne
a) nicht texturiert b) konventionell texturiert c) strecktexturiert (simultan)

texturierte Garne für die Weberei eingesetzt werden sollen.

Bei Filamentgarnen mit profiliertem Querschnitt ist nach dem Texturieren ebenfalls eine Deformation festzustellen (Abb. 9). Die Profile erlauben jedoch gegenüber den runden Querschnitten keine so hohe Packungsdichte im gedrehten und erhitzten Zustand des Fadens beim Texturieren, sodaß auch die Bildung ebener Flächen weniger ausgeprägt ist.

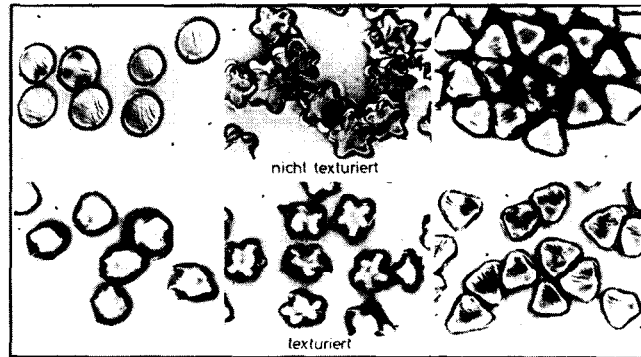


Abb. 9: Querschnitte von Trevira®-Filamenten

c) In der **Mattierung** der Spinnmasse, aus der die Polyestergerarne hergestellt werden, besteht eine weitere Möglichkeit, den optischen Eindruck der Webware im Hinblick auf den Glanz zu beeinflussen. Für texturierte Garne in der Weberei werden im allgemeinen bis 0,5 % Mattierungsmittel eingesetzt, um einen ausreichenden Effekt zu erhalten. Bei weitergehender Inkorporierung von Mattierungssubstanzen ist zu bedenken, daß stärker mattierte Polyestergerarne nach dem Färben einen milchigen Farbausfall ergeben können.

d) Die **Texturierung** der Polyestergerarne erfolgt überwiegend nach dem Falschdrahtverfahren. Texturierte Garne, die nach anderen Methoden produziert werden, haben auf dem Gebiet der Weberei bisher keine bemerkenswerte Bedeutung erlangt.

Das Falschdrahtprinzip ergibt einen Texturiereffekt, der sich aus dem Mechanismus des Verfahrens ableitet² und durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

Die Kräuselstruktur der Kapillaren des Garnes ist ungeordnet. Die Intensität der Kräuselung der einzelnen Filamente ändert sich in Fadenlängsrichtung durch ihre unterschiedliche Lage im Kapillarenver-

band des Garnes während des Laufes durch die Texturierungszone. Hieraus ergibt sich das hohe Volumen des Kräuselgarns und zugleich die hohe elastische Kräuseldehnung. Durch thermische Behandlung kann die Kräuselung vermindert und auf eine bestimmte Höhe festgelegt werden (Set-Prozeß).

Zur quantitativen Beschreibung der Kräuselkontraktion oder Einkräuselung sind Prüfmethode entwickelt worden, die unter vorgegebener Belastung die Höhe der Einkräuselung in Beziehung setzen zur Länge des unekräuselten Garnes. Die latent vorhandene Kräuselung wird durch Hitzeeinwirkung entwickelt.

Nach der Höhe der Einkräuselung können die texturierten Filamentgarne in folgender Weise unterteilt werden:

- *Hochelastische Kräuselgarne* mit einer Einkräuselung von über 50 %. Es handelt sich dabei um ungesettete Garne, die auf einer Einheizer-Falschdrahttexturiermaschine hergestellt werden. In dieser Form werden die Garne überwiegend für stückgefärbte Webware, also für die Verarbeitung in rohweißem Zustand, eingesetzt.
- *Mittelerlastische Kräuselgarne* mit Werten für die Einkräuselung von 25 bis 50 %. Dieser Bereich der Kräuselkontraktion ist für Gewebe aus gefärbten Garnen erforderlich, die nach der Ausrüstung noch eine elastische Dehnung von 8 bis 12 % aufweisen sollen.
- *Niederelastische Kräuselgarne* werden als Set-Typen bezeichnet und können mit einer entsprechenden Heizeinrichtung auf der Texturiermaschine, durch Dampfbehandlung oder direkte Färbung (Hydrofixierung) von hochelastischen Kräuselgarnen, hergestellt werden. Die Einkräuselung beträgt bis zu 25 %.

Die Hersteller von texturierten Polyesterfilamentgarnen verwenden in der Regel eigene Bezeichnungen für die verschiedenen Kräuselgartypen.

e) Die **Garndrehung** beeinflusst die Eigenschaften des Kräuselgarns, wobei der Fadenschluß mit der angewandten Tourenzahl zunehmend erhöht bzw. das Volumen des Garns entsprechend vermindert wird. Der Texturiereffekt kann sich daher nur dann voll entwickeln, wenn die Garne ungedreht verarbeitet werden. Eine Drehung des Garnes kann jedoch aus mehreren Gründen notwendig sein:

- durch das Einsatzgebiet, das heißt durch den Warencharakter, der nur durch eine entsprechende Garndrehung zu erreichen ist;
- um eine höhere Gebrauchstüchtigkeit der Stoffe bei stärkerer Beanspruchung zu gewährleisten, so zum Beispiel, um der Zieherbildung bei Herrenanzugstoffen entgegenzuwirken;
- um eine Verarbeitung der texturierten Garne beim Weben mit einem niedrigen Störungsfaktor zu ermöglichen, so bei sehr dichter Einstellung der Kette.

Der Kreppecharakter einer Webware aus texturierten Garnen, 150 dtex, erfordert zum Beispiel eine Garndrehung von 650 T/m. Wegen der höheren Beanspruchung von Anzugstoffen aus Garnen in 167 dtex sollte das Garn mit 180 bis 250 T/m gedreht werden. Diese Drehung macht zugleich auch die Verarbeitung pro-

blemloser, wobei Zwirne 100 T/m erhalten. Die normalerweise ungeschlichteten texturierten Kettgarne für Krawattenstoffe im Titerbereich 50 bis 76 dtex sind wegen der hohen Kettichte mit 400 bis 600 T/m zu drehen.

Verfahrenstechnisch kann die Drehung der Garne durch Ringzwirnen oder Etagenzwirnen erfolgen. Daneben ist festzustellen, daß zunehmend auch Doppeldrahtzwirnmaschinen für texturierte Garne eingesetzt werden. Im Einzelfall sind die wirtschaftlichen Aspekte und die Auswirkungen auf die Garnqualität bei dem jeweiligen Zwirnverfahren zu prüfen.

3. Garne für die Kombinationsverarbeitung

In Kombinationen mit texturierten Polyester Garnen können in der Weberei Garne der verschiedenartigsten Zusammensetzung verwendet werden. Die Vielfalt dieser Möglichkeiten verbietet es, an dieser Stelle alle in der Praxis üblichen oder denkbaren Garnkomponenten anzuführen. Anhand einiger Beispiele sollen die Absichten erläutert werden, die bei der Kombinationsverarbeitung mit Garnen, die nicht zur Gruppe der texturierten Polyester Garne gehören, verfolgt werden. Überwiegend werden solche Garne gemeinsam mit texturierten Garnen eingesetzt, um damit ein bestimmtes modisches Warenbild zu erzielen, um einen spezifischen Warencharakter zu erhalten oder um eine kostengünstigere Gewebeherstellung zu ermöglichen.

a) *Glatte, das heißt nicht texturierte Polyester Garne* werden in einigen Fällen als Kettgarne verwendet, sofern es die betreffenden Artikel zulassen. Maßgebend für den Einsatz dieser Garne können Kostenvorteile sein, wie bei Futter- und Anorakstoffen, oder die glatte Kette dient nur als Träger für gröbere texturierte Garne, die das gewünschte Volumen des Gewebes ergeben. Gelegentlich werden glatte Polyester Garne eingesetzt, um einen stark glänzenden Effekt zu erhalten.

b) *Chemisch modifizierte Polyester filamentgarne* lassen sich außer mit Dispersionsfarbstoffen auch mit anderen Farbstoffgruppen (z. B. mit kationischen Farbstoffen) färben. Diese modifizierten Polyester Garne oder Kapillarmelangen sowie andere Garnprovenienzen mit gegenüber Normalpolyester differenzierendem färberischem Verhalten werden in Mustern neben texturierten Polyester Garnen in Rohweiß gewebt. Durch das Färben im Stück mit geeigneten Farbstoffen lassen sich dann verschiedene Farbstellungen in der vorgegebenen Musterordnung erreichen.

c) *Spinnfasergarne*, beispielsweise aus Polyester, Polyester/Baumwolle, Polyester/Zellwolle, Polyester/Wolle u. a., werden in Kombination mit texturierten Polyester Garnen zu Geweben verarbeitet, um einen bestimmten Charakter im Hinblick auf den Griff oder die Optik der Ware zu erhalten. In die gleiche Richtung zielen auch Entwicklungen von Polyester filamentgarnen mit Fasergarnoptik und einem Griff, der dem eines Fasergarngewebes nahekommt.

d) *Effektgarne* in Kombination mit texturierten Polyester Garnen sollen die Herstellung von Geweben mit modisch bevorzugtem Warenbild ermöglichen. Neben zahlreichen Varianten, die als Effektgarn angeboten werden, sind es Flammengarne für Shantung-, Honan-

oder Leineneffekte, Noppengarne sowie Grobgarne für Rips oder sonstige plastische Gewebestrukturen.

4. Webereivorbereitung

Über die Herstellung der Webketten sind umfangreiche Entwicklungsarbeiten³⁻⁷ durchgeführt worden. Darin zeigt sich die Bedeutung, die dem Schären und Schlichten auch von texturierten Garnen beigemessen wird. Die Aktivitäten auf diesem Gebiet sind gerechtfertigt, denn der Zustand der Kette beeinflusst unmittelbar das Laufverhalten in der Weberei und nicht zuletzt die Qualität der Webware.

a) Kettvorbereitung

Zetteln oder Schären

Die Ketten aus texturierten Polyester Garnen können nach dem Breitzettel- oder Konusschärverfahren hergestellt werden. Garne mit geringem Fadenschluß, insbesondere ungedrehte texturierte Garne, werden einer geeigneten Schlichtemaschine, gewöhnlich auf Zettelwalzen, vorgelegt, oder es wird unmittelbar vom Zettelgatter über das Zettelschlichten gearbeitet. Gedrehte Garne können dagegen gezettelt oder geschärt werden, wobei gegenwärtig noch überwiegend das Schärverfahren angewendet wird.

Wenn beide Verfahren für ein vorliegendes Garn eingesetzt werden können, so ist zu beachten, daß ein Breitzetteln nur dann wirtschaftlich ist, wenn eine größere Gesamtzettelaufänge produziert werden kann. Beim Zetteln und Schären muß in jedem Falle eine Verkordelung oder Kringelbildung durch geeignete Ablaufhilfen, Speichereinrichtungen sowie Brems- und Umlenkorgane vermieden werden. Die Fadenspannung sollte gleichmäßig gehalten werden und etwa 0,20 p/dtex betragen.

Bei der Vorbereitung über das Zettelverfahren und dem anschließenden Zusammenlaufen oder Assemblieren der Zettelwalzen vor dem Schlichten kommt es darauf an, daß die Ablaufspannung der Zettelwalzen in einem engen Bereich von $\pm 0,05$ p/dtex in der Abweichung vom Mittelwert gehalten wird, um das Auftreten von Kettstreifen in der Webware auszuschließen.

In diesem Zusammenhang soll auf das Verhalten der texturierten Garne gegenüber Spannungsunterschieden hingewiesen werden. Aus den Kraft-Dehnungseigenschaften (Abb. 10) ist der steilere Anstieg der

Spannung des hochelastischen Garnes im ersten Dehnungsintervall zu erkennen, das bedeutet, daß bei Spannungsdifferenzen im ungesetzten Garn eine geringere Längenänderung auftritt. Set-Typen dagegen sind in dieser Hinsicht empfindlicher und erfordern deshalb eine noch stärkere Spannungskontrolle zwischen den ablaufenden Zettelwalzen im Bereich von $\pm 0,02$ p/dtex, bezogen auf die mittlere Spannung, die niedriger als 0,15 p/dtex gehalten werden sollte.

Schlichten

In der Regel müssen Ketten aus texturierten Polyester Garnen mit einem Titer feiner als 100 dtex geschlichtet werden. Bei gröberen gedrehten Garnen mit einer Drehung höher als es dem Drehungsbeiwert 20 entspricht (das sind z. B. bei 167 dtex ca. 155 T/m), kann gegebenenfalls auf das Schlichten verzichtet werden.

Die erforderlichen Einrichtungen zum Schlichten der Ketten sind davon abhängig, ob gedrehte oder ungedrehte Garne zu verarbeiten sind, wie umgekehrt die Möglichkeit, ungedrehte Garne einsetzen zu können, an die Verfügbarkeit spezieller Schlichtemaschinen gebunden ist.

Gedrehte texturierte Garne können auf konventionellen Schlichtemaschinen mit Kontakttrocknung, das heißt mit 5 bis 9 Trockenzylindern, geschlichtet werden. In der Praxis wird dabei von Kettbaum zu Kettbaum oder von der Vorlage mehrerer Zettelwalzen auf Kettbaum gearbeitet. Der höhere Fadenschluß des gedrehten texturierten Garns erlaubt im Vergleich zu dem offeneren ungedrehten Garn eine derartige Verfahrensweise, da die Deformation des Kapillarenbündels zu bändchenförmiger Anordnung verhältnismäßig gering ist, wodurch eine Teilung im Trockenfeld ohne größere Schwierigkeiten möglich ist.

Als Schlichtemittel eignen sich Acrylate oder Mischpolymerisate aus Acrylat und Vinylacetat, die Feststoffauflage beträgt 5 bis 10 %. Generell ist ein Nachwachsen mit emulgierbaren Schmelzwachsen zu empfehlen.

Ungedrehte texturierte Garne erfordern auf Grund der stärkeren Deformierbarkeit des Fadens und der Gefahr des damit zusammenhängenden Verklebens bei unmittelbarem Kontakt im Trockenfeld und den daraus folgenden Problemen für die weitere Verarbeitung eine Vortrocknung im freien Luftgang, bis eine gewisse Verfestigung des Schlichtemittels durch Verdampfen von 60 bis 70 % des Wassergehalts erreicht ist. Wenn keine derartigen Einrichtungen vorhanden sind, können unter Beachtung bestimmter Maßnahmen von Fall zu Fall auch konventionelle Trommel-trockner verwendet werden. Mit dieser Möglichkeit vorab soll auf die verschiedenen Schlichteverfahren für ungedrehte texturierte Garne hingewiesen werden.

Einzelzettelnwalzen-Verfahren mit Kontakttrocknung
Durch das Schlichten von Zettelwalze auf Zettelwalze und einer entsprechenden Fadenzahl sind Abstände zwischen den Fäden von 1,5 bis 3 mm gegeben. Dadurch ist der Einsatz von konventionellen Schlichtemaschinen mit Trockenzylindern (Abb. 11) möglich. Anschließend werden die geschlichteten Zettelwalzen zu Webketten assembliert. Dieser verfahrenstechnische Kompromiß ist relativ arbeitsintensiv und erfordert erheblichen Zeitaufwand.

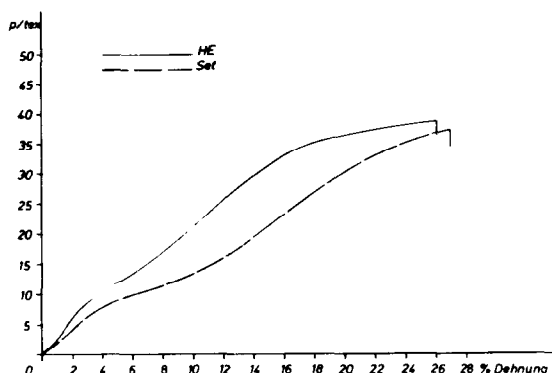


Abb. 10: Zugkraft-Dehnungsdiagramm von texturierten Polyesterfilamentgarnen

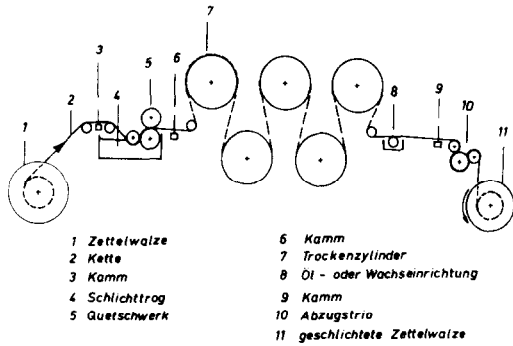


Abb. 11: Einzel-Zettelwalzen — Schlichten mit Kontakt-trocknung

Kombinierte Trocknung mit Infrarot-Strahlung und Trockenzylinder

Bei diesem Verfahren (Abb. 12) wird üblicherweise von mehreren Zettelwalzen abgezogen und in voller Fadenzahl geschlichtet. Zur Vortrocknung dient ein Infrarotfeld durch das die Fadenschar, der Zahl der vorgelegten Zettelwalzen entsprechend geteilt, hindurchgeführt wird. Das Nachtrocknen erfolgt dann auf Trockenzylindern. Hier — wie bei dem folgenden Verfahren — ist auf mögliche negative Auswirkungen zu achten, die sich aus Unterschieden im Bewicklungsumfang der ablaufenden Zettelwalzen ergeben können.

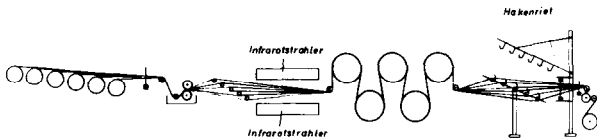


Abb. 12: Schlichten mit kombinierter Trocknung mittels Infrarot-Trockenzylinder

Kombinierte Trocknung mit Heißluft und Trockenzylindern

Als Vorlage bei diesem Verfahren (Abb. 13) werden ebenfalls mehrere Zettelwalzen verwendet, jedoch wird die Vortrocknung der geteilten Lagen in einem Heißluftfeld durchgeführt. Zum Nachtrocknen dienen hier wiederum nachgeschaltete Trockenzylinder. Die Bedienung der Maschine ist etwas aufwendiger.

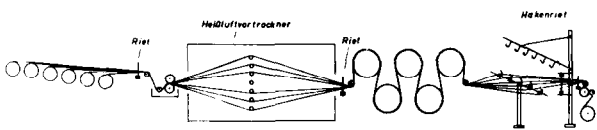


Abb. 13: Schlichten mit kombinierter Trocknung mittels Heißluft-Trockenzylinder

Schlichten ab Zettelgatter mit kombinierter Trocknung durch Heißluft und Trockenzylinder

Das ungedrehte Garn wird von einem Spulengatter mit 1200 bis 1500 Spulen abgezogen und im weiteren Verlauf durch Kämmen und Teilungen so geführt, daß sich die Fäden gegenseitig nicht berühren. Für das Vortrocknen sind zwei hintereinander angeordnete Heißlufttrockner vorgesehen (Abb. 14), das Nachtrocknen erfolgt wie vorher auf Trockenzylindern.

Die geschlichtete Fadenschar wird zunächst auf Zettelwalzen aufgewunden und anschließend zu Ketten as-

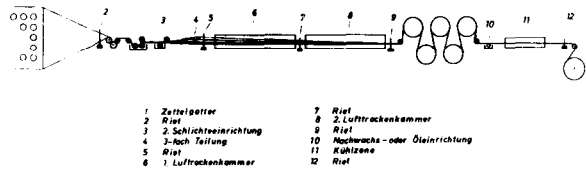


Abb. 14: Schlichten ab Zettelgatter; kombinierte Trocknung mittels Heißluft-Trockenzylinder

sembliert. Die nach diesem Verfahren arbeitenden Maschinen erlauben gegenwärtig Geschwindigkeiten von 200 bis 300 m/min, doch gelten auch Leistungen bis 400 m/min als realisierbar. Mit besonderer Sorgfalt ist bei diesem Verfahren auf gleichmäßige, vom Gatter her kommende Spannungsverhältnisse zu achten, da hierin eine Fehlerquelle zu sehen ist, die sich in einer Kettstreifigkeit der Fertigware äußern kann.

Ungeschlichtete Ketten

Ketten aus größeren texturierten Polyester-Einfachgarnen oder Zwirnen mit höherer Drehung (Drehungsbeiwert größer als 20) können ungeschlichtet verarbeitet werden. Neben dem Fadenschluß durch ausreichend hohe Drehung muß mit Hilfe eines Ölauftrages die Geschmeidigkeit des Kettfadens verbessert werden, um damit ein einwandfreies Laufverhalten zu gewährleisten.

Es ist selbstverständlich, daß auch hierfür in bezug auf die Flusigkeit nur qualitativ hochwertige Garne eingesetzt werden können, da je nach Bindung und Fadendichte aufgeschobene Flusen zu Fehlern in der Webware führen können.

Vom Standpunkt der Kalkulation aus gesehen, muß berücksichtigt werden, daß die Kosten für das Drehen und Ölen insgesamt höher liegen als die Aufwendungen für das Schlichten eines ungedrehten Garns, unter der Voraussetzung allerdings, daß der Verwendungszweck der herzustellenden Webware den Einsatz ungedrehter Garne erlaubt.

b) Schußvorbereitung

Soweit Webmaschinen mit konventionellem Schußeintrag verwendet werden, müssen Schußspulen vorbereitet werden. Auch hier gilt die Forderung, beim Spulprozeß eine möglichst gleichmäßige Fadenspannung einzuhalten. Zu hohe Spannungen, besonders aber übermäßige Spannungsspitzen, können Unterschiede im Bauschvermögen des Garns hervorrufen und dadurch zu Schußbänden oder Schußstreifen führen. Als mittlere Fadenspannung für Set-Typen kann 0,15 p/dtex mit Spitzenwerten nicht über 0,25 p/dtex angenommen werden. Hochelastische Kräuselgarne erlauben Mittelwerte um 0,22 p/dtex mit Maximalspannungen nicht über 0,45 p/dtex.

Auch zwangsläufige Unterschiede zwischen den Spulstellen können sich nachteilig bemerkbar machen, deshalb ist das Reihenfolgeverfahren zu empfehlen, sei es von jeweils derselben Spindel der Schußspulmaschine oder zwangsläufig von einer Unifileinrichtung an der Webmaschine.

Um Spannschüsse und Fadenbeschädigungen zu vermeiden, sind darüberhinaus einige Vorsichtsmaßnahmen zu beachten, die dem fachgerecht geführten Webereibetrieb geläufig sind⁸⁻⁹.

5. Weberei

Die Verarbeitung der texturierten Polyestergarne auf konventionellen und schützenlosen Webmaschinen bereitet keine wesentlichen Schwierigkeiten, wenn die Qualität der eingesetzten Garne den Anforderungen, die sich aus dem Webverfahren und dem herzustellenden Artikel ergeben, entspricht. Hierzu kommt die sachgemäße Vorbereitung der Kett- und Schußgarne sowie die einwandfreie Beschaffenheit der mit der Kettbewegung und dem Schußeintrag funktionell zusammenhängenden Teile der Webmaschinen. Auf das Problem der erforderlichen Rietbreite für die Herstellung von Geweben mit einem höheren Breienschrunpf soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden.

Unter den Schußeintragungssystemen (Abb. 15) sind zunächst die noch immer in großem Umfang verwendeten und auch geeigneten konventionellen **Schützenwebmaschinen** zu nennen. Kritische Aufmerksamkeit ist hierbei dem Auslauf des Schußfadens aus dem Schützen zu widmen. Übermäßige Schwankungen in der Auslaufspannung zwischen dem Anfang und dem Ende der Schußspulen können zu Fehlern in der Fertigung führen. In diesem Zusammenhang sind deshalb die Schützenauskleidung, der Einfädler und die Form der Kannette zu beachten.








Symbole	Systeme	Hersteller
	Spulenschützen	Draper Northrop OMITA Picanol Rüti Saurer
	Greiferprojektil	Draper Elitex OMITA Sulzer
	Schußträgerkolonnen	Elitex JWER Rüti
	Greiferstangen	Dornier Günne Güsken JWER SACM Saurer-Diederichs
	Greiferbänder	Draper Engels Rüti-Fischer SMIT Snoeck
	Wasserdüse	Draper Elitex Enshu Nissan Rüti
	Luftdüse	Elitex Rüti-te Strake

Abb. 15: Schußeintragungssysteme

Bei **Greiferwebmaschinen** ist die Spitzenübergabe die gegenwärtig am weitesten verbreitete Technik. Als Schußvorlage sind zylindrische und konische Kreuzspulen mit Präzisionswicklung geeignet. Bei anderen Spulenaufmachungen wird zweckmäßigerweise mit einem Vorspulgerät gearbeitet.

Bei **Greiferwebmaschinen mit Schlaufenübergabe** wird der Schußfaden in der ersten Phase des Eintrags bis zur Warenmitte mit der doppelten Fadengeschwindigkeit abgezogen. Die damit verbundene höhere Beanspruchung des texturierten Garns kann sich nachteilig bemerkbar machen, besonders dann, wenn ein Drehungsstau bei gedrehten Polyestergarnen entsteht.

Webmaschinen mit Greiferprojektil können für texturierte Garne ebenfalls eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um Maschinen für die Filamentgarnverarbeitung, die mit einer speziellen Ausstattung (z. B. im Kettablaß und in den Führungszähnen für die Projektilen) geliefert werden. Die geschnittenen Schußfadenden werden mit Hilfe einer Steppfadeneinrichtung in die Leiste eingebunden und damit ein Herauspringen verhindert. Als Vorlage können auch hier nur Präzisionsspulen verwendet werden, wenn kein Vorspulgerät zur Verfügung steht. Die vorbereitete Kette muß mit der Rietbreite der Webmaschine übereinstimmen, und die Kettfäden selbst sollten einen guten Fadenschluß aufweisen, damit die Führungszähne nicht in den Kapillarenverband einstecken können. Eine gewisse Gefahr der Anschmutzung besteht durch Öl- und Metallabrieb. Es wird deshalb zu prüfen sein, ob Kunststoffprojektilen in dieser Hinsicht Vorteile ergeben.

Düsenwebmaschinen mit Wasser als Schußeintragmedium¹⁰ stellen hohe Anforderungen an die Reinheit des texturierten Kettgarns, damit der Bewegungsablauf des Schusses nicht behindert wird. In der Regel werden die Ketten geschlichtet, wobei eine Schlichte eingesetzt werden muß, die sich in Wasser nur schwer löst. Andererseits muß jedoch im Rahmen der Ausrüstung eine gute Auswaschbarkeit gewährleistet sein. Um eine mögliche Krügelbildung bei ungedrehten Schußgarnen zu vermeiden, muß die Saugkraft im Saugrohr erhöht werden.

6. Ausrüstung

Die Ausrüstung ist ein wichtiger Prozeß im Rahmen der Herstellung von Geweben aus texturierten Garnen¹¹⁻¹⁴. Durch eine entsprechende Behandlung der von den Webmaschinen kommenden Rohgewebe sollen die für das jeweilige Einsatzgebiet wichtigen Wareneigenschaften entwickelt werden.

Allgemein betrachtet, besteht die Aufgabe der Ausrüstung von Geweben aus texturierten Garnen darin,

- nicht mehr erforderliche oder unerwünschte Substanzen zu entfernen,
- die Kräuselung des texturierten Garnes zu entwickeln,
- das Gewebe zu stabilisieren, sowie
- durch eine Vor- oder Nachbehandlung spezielle Effekte zu erhalten.

Die Ausrüstung umfaßt folgende Behandlungsstufen:

- Relaxieren,
- Waschen,
- Entwässern,
- Trocknen,
- Thermofixieren,
- Färben,
- Entwässern,
- Trocknen,
- Appretieren und
- Finishdekatieren.

a) Relaxieren

Dieser Begriff bezieht sich auf den irreversiblen und den reversiblen Gewebeeinsprung während einer Behandlung der Ware, die zugleich auch ein Waschprozeß sein kann. Hierbei werden diejenigen Span-

nungen im Gewebe gelöst, die durch die Einbindung des Garns entstanden sind (Konstruktionsschrumpf), und gleichzeitig wird die Kräuselung des texturierten Garns entwickelt (Kräuselschrumpf). Außerdem tritt bei den gegebenen Behandlungsbedingungen ein bestimmter Fadenschrumpf (Garnschrumpf) auf. Der Konstruktionsschrumpf und der Garnschrumpf sind irreversibel, der Kräuselschrumpf kann je nach Bindung und Gewebeeinstellung weitgehend reversibel sein.

Durch die Relaxation soll erreicht werden, daß das Gewebe unter die Sollabmessungen der Fertigware einspringt, damit die Endwerte in Breite und Länge des Gewebes schließlich durch den nachfolgenden Fixierprozeß stabilisiert werden können. Die Höhe der dann noch verbleibenden elastischen Dehnung des Gewebes beeinflußt die ästhetischen Eigenschaften und die Gebrauchstüchtigkeit des Gewebes.

Um den erforderlichen Gewebeeinsprung zu erhalten, kann die Ware vorgedämpft werden, anschließend sollte die Relaxationsbehandlung jedoch in flüssiger Phase, und zwar im allgemeinen in Wasser, bei höherer Temperatur von 80 bis 95°C und mit einer Verweilzeit von 8 bis 10 Minuten erfolgen. Für einen ausreichenden Warenschrumpf und zur Vermeidung von Lauffalten, Knitterbildung und sonstigen Unregelmäßigkeiten im Warenbild ist eine Breitbehandlung durchzuführen und dabei spannungslos zu arbeiten. Eine vibrierende Wirkung der Behandlungsflotte unterstützt die Relaxation. Ein mechanisches Stauchen, das den Schrumpfvorgang ebenfalls fördern kann, führt jedoch zu einem unruhigen Warenbild, das sich häufig erst nach dem Färben zeigt (Knitterstellen).

Wenn von dem vorher skizzierten Ausrüstungsgang abgewichen und das Fixieren nach dem Färben durchgeführt wird, schrumpft die Ware beim Stückfärben weiter aus. Es gibt allerdings Gründe, die gegen diese Ausrüstungsvariante sprechen, insbesondere wegen der Gefahr des Auftretens von Färbeknittern und eines unruhigen Warenausfalls.

b) Waschen

Es wurde bereits erwähnt, daß die Relaxationsbehandlung üblicherweise mit der Wäsche kombiniert wird. Dabei sind die Schlichtemittel und Öl- oder Wachs-substanzen zu entfernen. Während für das Ablösen der aus Polyvinylalkohol- oder Polyacrylsäurederivaten bestehenden Schichten ein Alkalizusatz zur Waschflotte notwendig ist, sind für die Öle und Wachse Emulgiermittel förderlich. Beide Zusätze vertragen sich nicht in allen Fällen, sodaß auf die Auswahl geeigneter Hilfsmittel zu achten ist.

c) Thermofixieren

Der Fixierprozeß dient dazu, das Gewebe unter Berücksichtigung der Sollabmessungen der Fertigware zu stabilisieren. Darüberhinaus werden eine vorhandene geringe Knitterbildung sowie Schrumpfunter-schiede, die beim Relaxieren entstanden sein könnten, ausgeglichen. Außerdem wird die Gleichmäßigkeit der Färbung verbessert und eine erneute Knitterbildung bei einem der nachfolgenden Prozesse verhindert. Im übrigen ist in der Fixierung ein Mittel zur Griffbeeinflussung zu sehen, in dem die Textur der Kräuselung durch die Hitze einwirkung verändert werden kann.

Das Fixieren wird auf einem Spannrahmen bei Temperaturen von 150 bis 170°C bei niederelastischen Set-Kräuselgarnen oder 185 bis 200°C bei hochelastischen ungesetzten Typen und bei Verweilzeiten im Fixierfeld von 20 bis 30 Sekunden durchgeführt. Die Fixiertemperatur hängt auch davon ab, welche Texturierungsbedingungen bei der Herstellung der Kräuselgarne jeweils angewandt worden sind. Für die Warenführung auf dem Spannrahmen haben sich Nadelketten bewährt.

d) Färben

Auf das Färben von Geweben aus texturierten Garnen soll hier nicht näher eingegangen werden. Für offene Färbungen wird die Haspelkufe und für Färbungen unter HT-Bedingungen die HT-Haspelkufe, die Baumfärbemaschine oder in zunehmendem Maße der Jet-Färbeapparat eingesetzt.

e) Trocknen

Der Trockenprozeß kann auf Aggregaten ohne Warenführung (wie Kurzschleifentrocknern u. a.) oder auf Einrichtungen mit Warenführung (wie Plan- oder Etagenspannrahmen) bei Temperaturen zwischen 100 bis 140°C durchgeführt werden. Nach HT-Haspelkufen- und Jet-Färbungen kann eine Trockentemperatur im Bereich von 160°C erforderlich sein, um Verzüge, eine geringe Faltenbildung oder Knitterstellen zu entfernen.

f) Appretieren

Zur weiteren Griffgestaltung und zur antistatischen bzw. zur wasserabweisenden Ausrüstung können mit einem Foulard geeignete Hilfsmittel auf das Gewebe aufgebracht werden. Bei der anschließenden Trocknung sollte die Temperatur so niedrig wie möglich gehalten werden, um eine Verschlechterung der Farbechtheiten, insbesondere der Reibecktheit, zu vermeiden.

g) Finishdekatieren

Bei verschiedenen Gewebequalitäten kann es schließlich wünschenswert sein, zur Verbesserung des Warenbildes und des Griffes sowie zur Glanzminderung eine Finishdekatatur durchzuführen. Für diesen Arbeitsgang können diskontinuierlich oder kontinuierlich arbeitende Dekaturmaschinen eingesetzt werden.

7. Gewebeeigenschaften

Im Zusammenhang mit den Eigenschaften von Geweben aus texturierten Polyester-garnen für die Damen- und Herrenoberbekleidung wird bei schwereren Stoffqualitäten aus gröberen Titern viel über das elastische Verhalten gesprochen. Dabei wird neuerdings auf die sogenannte zweite Generation texturierter Gewebe hingewiesen¹⁵. Unter der ersten Generation wurde bislang regional etwas Verschiedenes verstanden.

In den Vereinigten Staaten sollte ursprünglich die erfolgreich auf dem Markt vertretene Jerseyware aus texturierten Polyester-garnen im Gewebe nachgestellt werden. Deshalb wurde eine elastische Gewebedehnung, ein Stretch, bis zu 30% in Kett- und Schußrichtung angestrebt, jedoch auf Grund der einfacheren

Herstellungsmöglichkeiten zumeist nur in Schußrichtung verwirklicht. Es zeigte sich allerdings sehr bald, daß die Eigenschaften der Ware dadurch nachteilig beeinflußt wurden¹⁶. In Europa und auch in Japan ist dagegen die Qualität der Ware stärker betont worden, sodaß im allgemeinen auf einen höheren Stretch und damit auch auf ein höheres Gewebevolumen und einen volleren Griff verzichtet wurde.

Für die erwähnte zweite Generation liegt das Optimum der elastischen Dehnung im Bereich von 8 bis 12 %. Diese auch als "Comfort-Stretch" bezeichnete reversible Dehnung verleiht dem Gewebe aus texturierten Garnen im Hinblick auf Ästhetik und Gebrauchswert optimale Eigenschaften.

Zu den *ästhetischen Eigenschaften* rechnen wir:

- den Warengriff,
- das Gewebevolumen,
- den Warenstand,
- den optischen Eindruck (Bindung, Glanz) sowie
- die Bügelfalten- bzw. Plisseebeständigkeit.

Zu den *Gebrauchseigenschaften* gehören:

- die Dimensionsstabilität (Restschumpf, Längung),
- die Gewebeelastizität,
- der Ausbeulwiderstand,
- die Knitterresistenz,
- die Schiebefestigkeit,
- der Snagging-Widerstand,
- physiologische Verhalten und
- die Pflegeleichtigkeit.

Wenn wir davon ausgehen können, daß der Markt das Optimum all dieser in erster Linie für die Oberbekleidung geltenden Eigenschaften akzeptiert und honoriert und darin auch die Voraussetzung eingeschlossen ist, daß ein solches Gewebe einen "Comfort-Stretch" aufweisen muß, dann sind für die Herstellung des Gewebes folgende Gesichtspunkte zu beachten:

a) Für die **Auswahl des geeigneten Polyester-garns** gelten die Beziehungen, die bei der Beschreibung der Garneigenschaften im Abschnitt 2 zum Teil bereits erwähnt worden sind.

Dazu gehört der Zusammenhang zwischen dem Titer des texturierten Garnes und dem Warengewicht (Abb. 16), wobei naturgemäß mit einer erheblichen Schwankungsbreite gerechnet werden muß, da die Fadendichte, das heißt die Zahl der Kett- und Schuß-

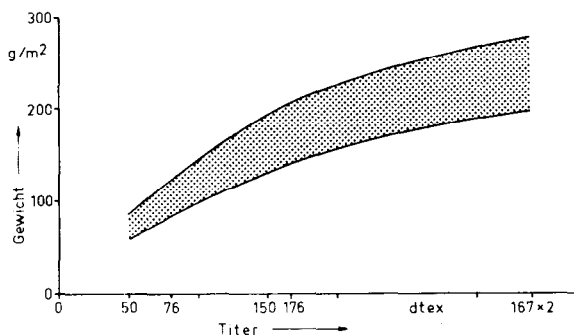


Abb. 16: Gewichtsbereich von Geweben aus 100%igem Trevira®, texturiert, in Abhängigkeit vom Garn-titer

fäden pro cm, von der Bindung und von dem Verwendungszweck abhängig ist. Bei extremen Einstellungen, Doppelgeweben oder Strukturbindungen können die aufgezeigten Grenzen überschritten werden.

Die wesentlich qualitativen Auswirkungen des Titers der *Einzelkapillaren* sind in Tabelle 1 einander gegenübergestellt.

Tabelle 1

Auswirkungen d. Titers d. Einzelkapillaren auf die Eigenschaften der Fertigware:	feiner Einzeltiter	grober Einzeltiter
Griff	weicher	kerniger, härter
Bauschvolumen	höher	geringer
Deckkraft	höher	geringer
Biegesteifigkeit	niedriger	höher
Kräuselungs-kontraktionskraft (elastische Erholung)	geringer	höher
Snagging-Widerstand	geringer	höher
Knitterresistenz	geringer	höher
Warenoptik	matter	glänzender

Der *optische Eindruck* der Webware ist vom Profil des Kapillarenquerschnitts, von der Deformation des Profils durch die Texturierung und von der Mattierung des Materials abhängig.

Die *Kräuselungskontraktion* des texturierten Garnes hat erhebliche Bedeutung für den Gewebeausfall. Um eine Gewebeelastizität von 8 bis 12 % in Kett- und Schußrichtung zu erreichen, muß eine mittelelastische Kräuselgarnart, die auch nach der Garnfärbung noch eine Einkräuselung von mindestens 30 % aufweist, oder eine hochelastische ungesetzte Type eingesetzt werden.

Die *Drehung* des Garns besitzt Vor- und Nachteile, die bei der Herstellung eines bestimmten Artikels jeweils berücksichtigt werden müssen (Tab. 2).

Tabelle 2

Auswirkungen der Garndrehung auf die Fertigware:	ungedreht oder geringe Drehung	höhere Drehung
Gewebevolumen	höher	geringer
Deckkraft	höher	geringer
Warengriff	weicher	härter
Snagging-Widerstand	geringer	höher
Warenbild	moosiger	klarer
Herstellkosten	niedriger	höher
Verarbeitbarkeit	schwieriger	leichter

b) Die **Konstruktion des Gewebes** ist verantwortlich für eine Reihe maßgebender Eigenschaften und darin besonders die Art der Bindung und die Kett- und Schußdichte (Tab. 3).

c) Die **Ausrüstung** wiederum ist in ihrer Effektivität erheblich von der Konstruktion des Gewebes abhängig, daneben wird jedoch der Warencharakter auch durch die Wahl der Ausrüstungsbedingungen geprägt. Die wesentlichen Einflüsse in dieser Hinsicht sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 3

Der Einfluß der Gewebebindung auf die Eigenschaften der Fertigware:	kürzer flottierende Bindungen	länger flottierende Bindungen
Gewebevolumen	geringer	höher
Warenbild	matter	glänzender
Warengewicht	niedriger	höher
Elastizität	geringer	höher
Knitterresistenz	geringer	höher
Snagging-Widerstand	höher	geringer
Nahtfestigkeit	höher	geringer
Der Einfluß der Gewbeeinstellung in Kett- und Schußrichtung (bei gleicher Bindung):	geringere Fadendichte	höhere Fadendichte
Warengewicht	niedriger	höher
Warenstand	geringer	besser
Knitterresistenz	höher (Optimum!)	geringer
Luftdurchlässigkeit	höher	geringer
Nahtfestigkeit	geringer	höher

Tabelle 4

a) Der Einfluß der Relaxationsbehandlung auf das Fertigprodukt:	voll relaxierte Ware	unvollständig relaxierte Ware
Gewebevolumen	höher	geringer
Gewebeelastizität	höher	niedriger
Knitterempfindlichkeit	geringer	höher
b) Der Einfluß der Thermofixierung	höhere Fixier-temperatur	niedrigere Fixier-temperatur
Warengriff	flacher	voller
Warenglanz	stärker	geringer
Warenbild	klarer	etwas unruhiger
Dimensionsstabilität	besser	geringer
Waschschrumpf	geringer	höher
Bügelschrumpf	geringer	höher

8. Einsatzgebiete

Der Einsatz texturierter Polyestergarne in der Weberei war zunächst darauf ausgerichtet, traditionelle Faserstoffe (wie Naturseide) oder die in den letzten Jahrzehnten entstandenen Chemiefaserfilamentgarne (wie Viskose- oder Kupferrayon- oder Polyamidfilamentgarne) auf dem Gebiet der leichten Stoffklassen zu ersetzen. Das allmähliche Wachstum in den verarbeiteten Mengen dieser Garne ist nicht nur dem zunehmenden Bedarf oder etwa einem besonders niedrigen Preis zuzuschreiben. Die texturierten Polyestergarne haben sich vielmehr auf Grund der Repräsentationsgüte und der guten Trageigenschaften der daraus hergestellten Gewebe über die Substitution hinaus immer stärker durchsetzen können, und es ist festzustellen, daß sie seit kurzer Zeit auch in den Sektor der Kostüm-, Mantel- und Anzugstoffe eindringen.

Die Konstruktion der Gewebe aus texturierten Polyestergarnen und die Herstellungsbedingungen sind weitgehend von dem künftigen Verwendungszweck abhängig, sodaß die Einsatzgebiete für die nähere Beschreibung der verschiedenen Stoffqualitäten herangezogen werden.

a) Blusenstoffe

In die Gruppe der Blusenstoffe können vom Warencharakter und von der Gewichtsklasse her gesehen auch Tücher, Wäsche- und Hemdenstoffe eingeordnet werden. Für diese Artikel ist das niedrige Warengewicht kennzeichnend, es liegt im Bereich von 40 bis 120 g/m². Dazu werden Garntiter von 30 bis 85 dtex eingesetzt.

Zu den leichten Stoffen fanden texturierte Polyesterarne im Wettbewerb mit Naturfasern und Zellulose-regeneratfasern sehr bald Zugang, nachdem sich ihre überlegenen Gebrauchseigenschaften erwiesen hatten. Darin ist auch die Pflegeleichtigkeit eingeschlossen, die für diese wie auch für die anderen Warengattungen besondere Bedeutung hat.

b) Kleiderstoffe

Für die Stoffe der Damenoberbekleidung besitzen die texturierten Polyestergarne eine Reihe guter Voraussetzungen, wie beispielsweise gute Deckkraft, elegantes Aussehen (Lüster), angenehmes Touché und guten Fall. Die Stoffgewichte für dieses Einsatzgebiet betragen 100 bis 200 g/m², die mit Garnen im Titerbereich von 76 bis 167 dtex erhalten werden.

Neben der Verarbeitung von 100 % texturierten Polyestergarnen sind Garnkombinationen mit Spinnfasergarnen üblich, um die Optik der Gewebe und den Griff in der für Fasergarne typischen Weise verändern zu können, ohne daß damit eine wesentliche Gewichtserhöhung verbunden ist. Zur Erhaltung der guten Gebrauchseigenschaften werden dabei häufig Fasergarne mit einem höheren Polyesteranteil verwendet. Auch Garne mit modifizierten färberischen Eigenschaften können für Kleiderstoffe eingesetzt werden, wenn die Fertigungsmenge eine stückfarbige Musterung erlaubt. Über die elastische Einstellung der Ware können der Griff und einige Gebrauchseigenschaften, wie das Knitterverhalten, weiter verbessert werden.

c) Kostümstoffe

Gegenüber Kleiderstoffen besitzen Kostümstoffe ein etwas höheres Warengewicht (140 bis 250 g/m²), das mit Garntitern von 76 bis 167 dtex × 2 erreicht werden kann. Durch das höhere Flächengewicht wird der Warenstand stärker betont. Für Kostümstoffe werden Fasergarne in Kombination mit texturierten Garnen in größerem Umfang eingesetzt.

d) Mantelstoffe

Für diese Artikelgruppe sind zwei Kategorien zu unterscheiden:

- Staubmäntel und Regenmäntel mit einem dichten, geschlossenen Warenbild bei niedrigem Gewebegewicht, wobei zugleich jedoch eine geringe Knitterneigung gefordert wird. Das Warengewicht beträgt 80 bis 130 g/m² mit texturierten Polyestergarnen im Titer 50 bis 150 dtex.

- Übergangsmäntel aus Stoffen in etwas schwererer, voluminöserer Ausführung haben ein Gewicht von 150 bis 250 g/m², wofür überwiegend Einfachgarne oder Zwirne in 167 bzw. 167 dtex × 2 verwendet werden. Der Charakter dieser Ware läßt einen breiten Spielraum für die Mitverwendung von Fasergarnen zu.

e) Anzug- und Hosenstoffe

Der Einsatz texturierter Polyestergerne für die Herrenoberbekleidung und Damenkleiderstoffe vergleichbarer Art ist in der letzten Zeit stärker beachtet worden. Es handelt sich dabei um Gewebe, die vielfach auf Webmaschinen der Baumwoll- bzw. der Wollweberei hergestellt werden. Diese Stoffe besitzen einige bemerkenswerte Eigenschaften auch gegenüber herkömmlichen Stoffen aus Fasergarnen, vor allem dann, wenn sie in Kette und Schuß eine Elastizität in Höhe des vorher beschriebenen "Comfort-Stretch" von 8 bis 12 % aufweisen. Dazu gehören ein guter Tragekomfort durch das elastische Verhalten, verbunden mit Knitterfreiheit und einwandfreier Formstabilität. Außerdem sind das gleichmäßige, klare Warenbild und die Verbindung mit Polyestergerne schon als selbstverständlich empfundene Pflegeleichtigkeit hervorzuheben. Das effektive Warengewicht kann im Vergleich zu entsprechenden Geweben aus Fasergarnen allgemein bis zu 20 % niedriger gehalten werden, woraus sich gemeinsam mit rationelleren Verarbeitungsmöglichkeiten kalkulatorische Vorteile ergeben können. Das Warengewicht liegt im Bereich von 150 bis 280 g/m² bei Verwendung von Garnen von 150 bis 167 und 167 dtex × 2 mit einem Einzeltiter von 4 bis 6 dtex.

Um die erforderliche Elastizität und damit die optimalen Eigenschaften zu erhalten, muß die Kett- und Schußdichte der Ware auf der Webmaschine so gewählt werden, daß bei der Ausrüstung der entsprechende Einsprung erzielt und damit bei der für die Konfektion notwendigen Warenbreite das beabsichtigte Warengewicht erhalten wird.

Für die Herstellung eines Herrenanzugstoffes kann folgendes Beispiel als Anhaltspunkt dienen:

Anzugstoff, Körper 2/2, aus texturiertem Polyestergerne, 167 dtex × 2, in Kette und Schuß. Zwirndrehung: 100 t/m.

Webbreite	185 cm (Kette/Schuß: 22,6/20 Fd./cm)
Rohwarenbreite	178 cm
Relax. Breite	140 cm
Fertigbreite	150 cm (Kette/Schuß: 28/24 Fd./cm)
Stretchb. Breite	165 cm

Elastizität, bezogen auf die Fertigbreite:

in Kettrichtung	10 %
in Schußrichtung	10 %
Fertigwarengewicht:	250 g/m ²

Bei Qualitäten mit Fasergarnen wird der Griff, das Knitterverhalten und die Schiebefestigkeit durch das Schußmaterial mitbestimmt. Die Gefahr der Zieherbildung muß durch kurze Bindungsflottierungen (max. 4) vermindert werden.

f) Sportbekleidung

In dieser Gruppe sind zu unterscheiden:

- Anorakstoffe mit einem Flächengewicht von 60 bis 130 g/m² aus Garnen mit einem Titer von 50 bis

167 dtex. Dieses Gewebe aus texturierten Polyestergerne zeichnen sich durch eine rutschhemmende Warenoberfläche und durch ihr geringes Gewicht aus.

- Bei Tenniskleidung in Gewichtsklassen von 130 bis 200 g/m² aus Garn von 150 bis 167 dtex × 2 wird der gute Tragekomfort (Elastizität) bei der obligaten Pflegeleichtigkeit (hoher Weißgrad) und das gute physiologische Verhalten geschätzt.

g) Futterstoffe

Die zunehmende Verbreitung pflegeleichter Kleidung führte notwendigerweise dazu, Futterstoffe zu entwickeln, die im Hinblick auf das Pflegeverhalten und das Gewicht den leichteren Oberstoffen angepaßt sind. Weitere Argumente für Futterstoffe aus texturierten Polyestergerne sind die gute Form- und Maßstabilität, wie der geringe Restschumpf und der hohe Ausbeulwiderstand, ferner die Knitterresistenz und die bei geeigneter Einstellung des Gewebes für die Körperfunktionen notwendigen Eigenschaften bezüglich Luftdurchlässigkeit und Feuchtigkeitstransport.

Für Damenoberbekleidung wird zum Beispiel auf der Webmaschine in die Kette aus 50 dtex Polyester, nicht texturiert, als Schuß 76 dtex, texturiert, eingetragen. Für Herrenoberbekleidung wird für die gleiche Ketteinstellung im Schuß 150 dtex, texturiert, verwendet. Das Warengewicht beträgt dann ca. 60 bzw. 80 g/m².

h) Krawattenstoffe

Der Krawattenstoffsektor ist ein bedeutendes Einsatzgebiet für texturierte Polyestergerne. Charakteristisch ist die hohe Fadendichte dieser Stoffe in Kette und Schuß. Bekannt sind zum Beispiel für 100 dtex in der Kette 80 bis 96 Fäden per cm und für 76 dtex entsprechend 96 bis 108 Fäden per cm. Diese hohen Fadenzahlen sind für die filigrane Linienführung bei der überwiegend mit Jacquard-Webmaschinen durchgeführten Musterung notwendig. Damit die Kettgerne den hohen Beanspruchungen im Webgeschirr standhalten können, werden sie, da ein Schlichten nicht üblich ist, relativ hoch gedreht, und zwar je nach Garntiter mit 400 bis 800 Touren/m, sofern es sich um texturierte Polyestergerne handelt. Für die Kette werden jedoch zum Teil auch nicht-texturierte Garne eingesetzt, die eine noch höhere Drehung erforderten (800—1050 Touren/m).

Obwohl also die texturierten Kettgerne gedreht werden müssen, ergeben sie im Vergleich zu glatten Garnen einen volleren Griff, vor allem bei Krawattenstoffen, die in der Musterung bzw. der Bindung kettbetont sind. Als Schußmaterial werden überwiegend ungedrehte texturierte Polyestergerne verwendet.

9. Zusammenfassung

Die Eigenschaften der texturierten Polyestergerne können in vielfältiger Weise variiert werden. Für die Weberei stehen somit Garntypen zur Verfügung, die bereits durch ihren Aufbau bezüglich Zahl, Feinheit und Querschnittsform der Einzelkapillaren, ergänzt durch den Texturiereffekt, spezifische Voraussetzungen für die Herstellung von Geweben für die verschiedenen Einsatzgebiete mitbringen.

Die moderne Verfahrenstechnik in der Webereivorbereitung erlaubt es, in der Kette auch ungedrehte

Garne einzusetzen und damit die Kräuselung voll wirksam werden zu lassen. Beim Weben treten auch mit schützenlosen Webmaschinen keine Schwierigkeiten auf, wenn bestimmte, allgemein gültige Maßregeln beachtet werden, so die stets wiederkehrende Forderung nach niedrigen und gleichmäßigen Spannungsverhältnissen.

Der Schlüssel dafür, daß die Eigenschaften der texturierten Garne im Gewebe wirksam werden, liegt in der Ausrüstung. Eine vollständige, möglichst spannungslos durchgeführte Relaxation und eine ausreichende Thermofixierung gehören neben der Färbung zu den wichtigsten Prozessen der Ausrüstung.

Die Spezifikation des texturierten Garnes, die Bindung und Einstellung des Gewebes sowie die Ausrüstung prägen gemeinsam entscheidend den Charakter der Webware, und sie bestimmen das jeweilige Einsatzgebiet.

Die Gewebe aus texturierten Polyestergerarnen lassen sich in leichten Gewichtsklassen herstellen und haben dabei neben guten ästhetischen Eigenschaften, wie Griff und Warenstand, eine hohe Gebrauchstüchtigkeit, die in der Dimensionsstabilität, Knitterarmut, elastischem Verhalten und Pflegeleichtigkeit zum Ausdruck kommt. Deshalb findet diese Webware bevorzugt Verwendung auf dem Gebiet der Oberbekleidung. In der Zukunft kann die Einsatzbreite bedeutend ausgedehnt werden, wenn durch ein maßvolles elastisches Verhalten des Gewebes die Kräuselung des Garns noch stärker zur Geltung gebracht wird und damit einige Eigenschaften, insbesondere bei Anzug- und Kleiderstoffen, weiter verbessert werden können.

Literatur:

- 1) H. W. Krause; Textilveredlung 4, 143—150 (1969)
- 2) M. J. Denton; Chemiefasern 24, 102—108 (1974)
- 3) H. Beck, H. Bauer; Chemiefasern 22, 121—126, 222—226 (1972)
- 4) E. Buss; Textil-Praxis 29, 44—50 (1974)
- 5) M. Busch; Chemiefasern 22, 588—593 (1972)
- 6) J. Trauter; Chemiefasern 23, 421—424 (1973)
- 7) K. W. Moore; Am. Dyest. Rep. 61 (9), 82—85 (1972)
- 8) K. Bruns; Textilbetrieb 90, 62—68 (1972)
- 9) E. R. Wansleben; Z. Ges. Textilind. 70, 93—95 (1968)
- 10) H. Beck; Chemiefasern 21, 127—131 (1971)
- 11) Y. Makita; Jap. Text. News 231, 74—77 u. 26 (1974)
- 12) H. Okuyama; Jap. Text. News 204, 65—67 u. 71 (1971)
- 13) W. C. Sturkey; Am. Dyest. Rep. 62 (1), 42—45 (1973)
- 14) H. Röhser; Textil-Praxis 26, 359—360 (1971)
- 15) Anonym; Text. Industries 137 (5), 79—81 (1973)
- 16) Anonym; Text. World 121 (11), 55—59 (1971)

Diskussion Dr. Unger

Egbers: Herzlichen Dank für Ihre fundierte Übersicht über Chancen und Probleme des Einsatzes texturierter Filamentgarne in der Weberei. Sie sind auch auf die Probleme des Ausrüstens eingegangen. Ich glaube, daß gerade für die angesprochenen Artikel eine Zusammenarbeit zwischen Weber, Ausrüster und auch Garnhersteller dringend erforderlich wäre.

Lerch: Sie sind in Ihrem Vortrag auf das Scheren von texturierten Polyesterwebketten sehr ausführlich eingegangen. Meinten Sie damit nur Rohweißgarne, oder würden Sie dieselben Empfehlungen auch für garngefärbte texturierte Polyestergerarne geben?

Unger: Ich würde dafür dieselben Empfehlungen geben. Wenn Sie eine Ware mit ausreichender elastischer Dehnung herstellen wollen, sollten Sie dafür Garne einsetzen, die noch eine Kräuselungskontraktion im Bereich von 30 bis 35 % haben und insoweit mit Rohweißgarnen vergleichbar sind.

Kazil: Wenn Sie auf konventionellen Schlichtmaschinen arbeiten, müssen Sie den texturierten Polyestergerarnen eine Drehung begeben, um Filamentfehläufe zu vermeiden. Haben Sie in der Weberei einmal versucht, texturiertes verwirbeltes Garn zu verwenden? Mit welchem Erfolg?

Die zweite Frage: Wieviel Gewebeelastizität kann man beim Baumfärben noch retten, verglichen beispielsweise mit der Jetfärbung?

Unger: Zu Ihrer ersten Frage: Die Verwirbelung der Garne erleichtert in jedem Fall die Verarbeitung. Das gilt auch für das von Ihnen angeführte Beispiel.

Zur zweiten Frage: Was die Gewebe mit elastischem Verhalten betrifft, ist die Baumfärbung dafür nicht sehr gut geeignet. Sie müßten mit entsprechender Voreilung aufwinden, was für den Baum nicht besonders günstig ist. Für diese Ware eignet sich im Kompromiß die Haspelkufe, aber besser die Jetfärbereinrichtung.

Patissier: Es ist bekannt, daß in Japan die texturierten Polyestergerarne in der Weberei viel stärker entwickelt sind als in Europa. Man spricht von 50 % texturiertem Polyester, bezogen auf die gesamte PES-Filamentgarnherzeugung in Japan, gegenüber nur 10 % in Westeuropa. Haben Sie dafür eine Erklärung?

Unger: Die Erklärung liegt zunächst darin, daß in Japan — historisch gesehen — die Seidenweberei sehr stark verbreitet war. Texturierte Garne oder Filamentgarne allgemein fanden daher überhaupt leichter Zugang für eine Verwendung auf den vorhandenen Einrichtungen, besonders auf den in großen Mengen vorhandenen Seidenwebstühlen. Vor allem ist in Japan die Technologie der Verarbeitung einschließlich der Ausrüstung am weitesten fortgeschritten. Auch zahlreiche Maschinen — hauptsächlich Relaxationsmaschinen — sind hierfür entwickelt worden. Diese erfüllen die Erfordernisse weitgehend, obwohl eine optimal arbeitende Maschine eigentlich bis heute noch nicht existiert. Unter „optimal arbeitend“ verstehe ich, daß sie eine Breitbehandlung erlaubt und daß sie spannungsarm arbeitet. Zugleich soll eine vibrierende Wirkung gegeben sein, die die Relaxation begünstigt. Im gesamten betrachtet, ist nach meinem eigenen Eindruck die japanische Art der Herstellung von Geweben für längere Zeit zu Recht als vorbildlich angesehen worden.

Industrielle Meterwarenfertigung in der Rundstrickerei

Dr.-Ing. Gerhard Bröckel
Gebrüder Sulzer AG, Winterthur
Lehrbeauftragter der Universität Stuttgart

Neben dem Ausbau der Rundstrickwarenfertigung hinsichtlich Qualitätskontrolle, Kostenerfassung, Fertigungsplanung und -steuerung kommt der Entwicklung neuer Stoffe für die industrielle Erzeugung eine ganz wesentliche Bedeutung zu, um in aussichtsreiche Marktgebiete eindringen bzw. Marktanteile halten zu können. Dies alles ist sehr wohl möglich, denn die Vielseitigkeit von qualitativ hochwertigen Rundstrickmaschinen ist weitaus größer, als allgemein angenommen wird. So können immer wieder überraschend neue Rundstrickstoffe, auch mit weiter verbesserten qualitativen Eigenschaften, geschaffen werden.

Im Referat werden wegweisende Beispiele erläutert, und es wird auch aufgezeigt, wie jetzt einfach zu bedienende Musterverarbeitungssysteme nicht nur zur rationellen Musterung, sondern auch zur Bindungsvariation, das heißt zur Stoffentwicklung, in Strickereien eingesetzt werden können.

Along with the extension in the production of circular knit fabrics with regard to quality supervision, cost determination, production planning and control etc., new cloth development is of fundamental importance for an industrial manufacture in order to be able to penetrate market areas which show promise, or to retain the share of present markets.

This possibility does exist, since the versatility of high-grade circular knitting machines is far greater than was hitherto generally imagined and therefore, attractively new circular knit fabrics can be created, with further improvements in quality also.

Examples are illustrated which are indicative of the current and future development in circular knitting, and it is also shown how easily-operated pattern processing systems can now be employed in the knitting mills not only for economical patterning but also for construction variations for cloth development.

1. Zielsetzung

Wo liegen heute — nach der Hochkonjunktur für Double Jersey — die Hauptaufgaben der Planung, um mit den verfügbaren Rundstrickmaschinen weiterhin wirtschaftlich erfolgreich zu arbeiten?

Unseres Erachtens sind es vor allem die Ermittlung und Nutzung der Universalität der (vorhandenen) Maschinen, um durch qualitativ einwandfreie Stoff-Neuentwicklungen in aussichtsreiche Marktgebiete eindringen zu können oder Marktanteile zu halten, sowie der weitere Ausbau zu einer industriellen Fertigung mit Qualitätskontrollen, Kostenerfassung, Fertigungsplanung und -steuerung usw.

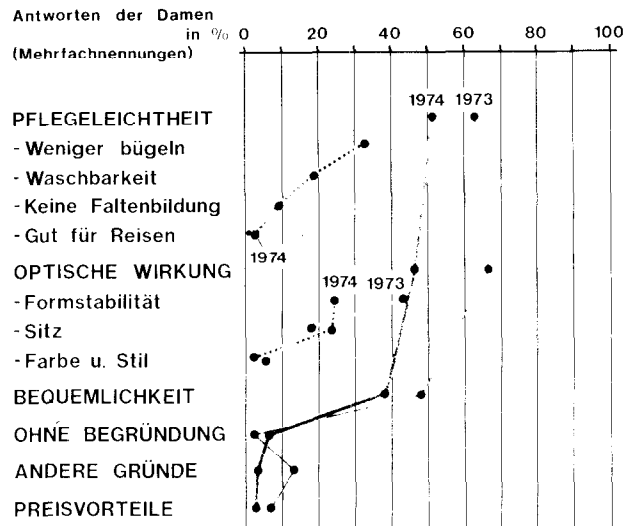
Den Endverbraucher interessiert nur wenig, nach welchem Verfahren der von ihm erworbene Stoff hergestellt wurde, sofern die von ihm gestellten Anforderungen erfüllt werden.

Die Gründe, warum Verbraucherinnen von Textilien (gemäß einer Marktstudie¹ in den USA) gerade Maschenwaren wählten, sind in Abbildung 1 als Profil dargestellt. Die Gegenüberstellung der 1974 gegebenen Antworten zu jenen von 1973 zeigt, daß

- die Erwartungen realistischer geworden sind und daß
- die Pflegeleichtigkeit eine Führungsstellung einnimmt.

1974 nannten 51 % jener Damen, die Maschenwaren bevorzugten, die Pflegeleichtigkeit als den wichtigsten Grund ihrer Wahl, wobei 32,4 % darunter „weniger Bügeln“, 18,1 % die „bessere Waschbarkeit“, 9,2 % die „Verringerung der Faltenbildung“ usw. verstanden (siehe Abb. 1).

Abb. 1: Gründe für die Wahl von Maschenwaren



Rundstrickstoffe zu fertigen, die den daraus ersichtlich werdenden Wünschen bzw. Anforderungen entsprechen, ist eine wesentliche Voraussetzung für ihren wirtschaftlichen Erfolg.

2. Erweiterung der Einsatzgebiete für Rundstrickware

Die unseres Erachtens wichtigsten derzeitigen und zukünftigen Marktgebiete für Rundstrickstoffe sind:

- Damen-Oberbekleidung (Double Jersey),
- Herren-Oberbekleidung (Double Jersey),
- Pile-Waren (Pelz, Plüsch, Schlingenplüsch),
- Möbelbezugsstoffe (mit elastischen Eigenschaften),
- Teppiche,
- Blusen- und Hemdenstoffe (neue Bindungen).

Hierzu einige kurze Kommentare:

- Für den Damen-Oberbekleidungssektor erscheint es notwendig und möglich², neue Stoffstrukturen zu realisieren.
- Die Erfüllung qualitativer Anforderungen ist wohl von besonderer Bedeutung für den Erfolg im Herren-Oberbekleidungssektor. Erfahrungen zeigen, daß die wegen ihrer Pflegeleichtigkeit und ihres Tragekomforts auch dort geschätzte Rundstrickware beispielsweise durch neue Bindungen oder durch entsprechende Ausrüstung qualitativ immer mehr verbessert werden kann³.
- Immer deutlichere ökologische Einflüsse werden einen weitgehenden Verzicht auf die Felle wildlebender Tiere mit sich bringen. Das mögliche naturgetreue elektronische Stricken von Pelzen mit

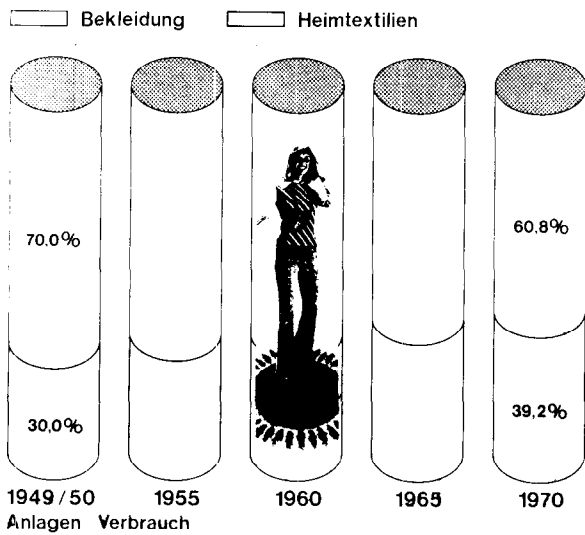
Grannen- und Unterhaar (Abb. 2), die sich auch als Bett-Überwurf oder als Wandbekleidung eignen, ist daher sicher willkommen.

Abb. 2: Gestricktes „Tigerfell“



— Aus Abbildung 3 wird ersichtlich, daß die Herstellung derartiger Pile-Waren auch für Heimtextilien wegen des Wachstums dieses Sektors besonders interessant ist.

Abb. 3: Anteile an Bekleidungsstoffen und Heimtextilien (USA)



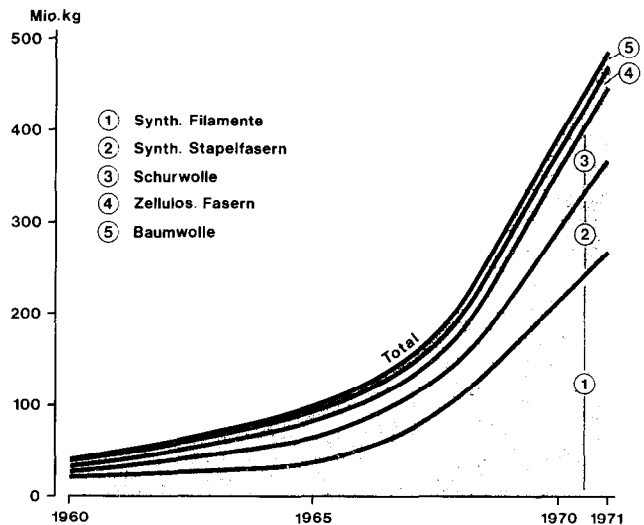
3. Absatzplanung

Die Zielsetzung des Unternehmers, beispielsweise eine Führungsstellung im Sektor „modische Damen-Oberbekleidung“ innezuhaben, ergibt in der Regel die Basis für die Absatzplanung.

Von weiterer Bedeutung ist das günstig zur Verfügung stehende Rohmaterial. Wohl wegen der ausgezeichneten Laufeigenschaften vollsynthetischer Garne auf Rundstrickmaschinen fanden die Synthetics — wie Abbildung 4 zeigt — eine Bevorzugung. Wir glauben daher, daß jetzt eine stärkere Berücksichtigung von Mischgarnen oder Systemmischungen den Marktwünschen mehr entgegenkommt.

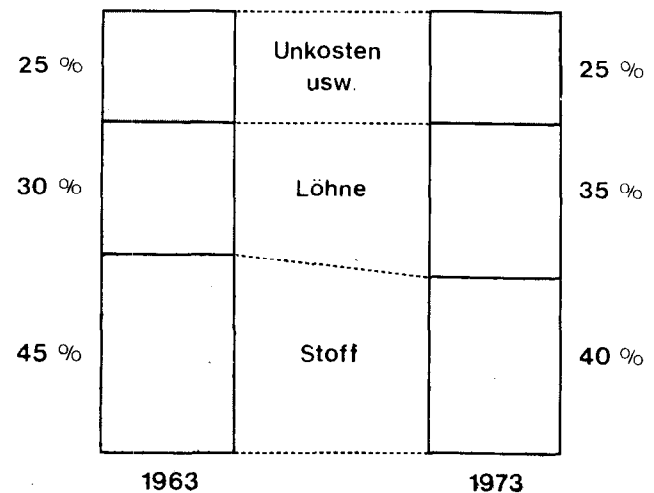
Bei der Absatzplanung und der Produktentwicklung sollten auch technische und technologische Neuerungen, das Eintreten zusätzlicher Konkurrenten oder Marktveränderungen durch Importware, aber auch die verfügbaren neuen Rohmaterialien Berücksichtigung finden.

Abb. 4: Rundstrickstoffe (Double Jersey) im Wollsektor (Aufteilung des Faserverbrauchs)



Die in Abbildung 5 gezeigte Änderung in der Kostenstruktur der Konfektion durch steigende Löhne macht den Wunsch verständlich, Strickwaren zu niedrigerem Preis zu erwerben, um gewisse Preisklassen im Endprodukt halten zu können. Wenn Strickereien versuchen, über billigere Stoffe — die aber qualitativ nicht genügen — Eingang in die Konfektion zu finden, kann dadurch später der gesamte Strickwarenabsatz negativ beeinflusst werden.

Abb. 5: Die Kostengliederung in der Konfektion



4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

a) Die Ermittlung der Herstellungskosten

Natürlich wird der Preis durch die Marktsituation bestimmt — und damit auch durch die Angebote der Mitbieter. Eine Ermittlung der Herstellungskosten, wie in Abbildung 6 schematisch gezeigt, ist bei der industriellen Fertigung eine Voraussetzung für Produktionsentscheide.

b) Der Einfluß der Auftragsgröße

Es genügt allerdings nicht, nur die Kosten für große Metragen zu kennen, sondern man sollte auch über jene für kleinere Auftragsgrößen Bescheid wissen,

Abb. 6: Die Ermittlung der Herstellungskosten

PLAN - KALKULATION									
FERTIGGRÖSSE		STUKK FERTIG		MISST. FERTIG		FABRIKANTON		ARTIKELNUMMER	
TOTAL GARNELES		RESTGARN ABGANG		MATERIALGEMEINKOSTENZUSCHLAG		TOTAL MATERIALKOSTEN		PK GK	
STRICKEN FERTIGUNGSLohn		MASCHINENSTUNDEN		FATDOUBLERWAS		REPRESSIEREN		ENDKONTROLLE	
TOTAL FERTIGUNGSKOSTEN		AUSRÜSTUNG		ZUSCHLÄGE		TOTAL ZUSCHLÄGE		PLAN - SELBSTKOSTEN	
DECKUNGSBEITRAG		RS MASCHINENSTUNDE		FR/M FERTIG BEI		M		M	

Abb. 7: Kalkulationsschema für Fertigungskosten

KALKULATION									
COLORIT NUMMERN		METER		METER		METER		METER	
MATERIAL		PK	GK	PK	GK	PK	GK	PK	GK
FERTIGUNG		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
AUSRÜSTUNG		TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
PLAN - SELBSTKOSTEN		ZUSCHLÄGE		TOTAL		TOTAL		TOTAL	
FR/M FERTIG		M		M		M		M	

um dadurch einen beide Seiten schwächenden Wettbewerb zu vermeiden.

Nach dem in Abbildung 7 gezeigten Kalkulationsschema wurden die Fertigungskosten für mechanisch und elektronisch gesteuerte Rundstrickmaschinen (mit 48 Systemen) in Abhängigkeit von der Auftragsgröße ermittelt. Die Ergebnisse einer solchen Berechnung sind in Abbildung 8 dargestellt. Ausgangsbasis waren 3 bis 12 Stunden Rüstzeit für mechanisch gesteuerte Maschinen gegenüber 1 Stunde Rüstzeit gemäß Betriebserfahrungen mit der Moratronik. Das Diagramm zeigt für diesen Artikel die in der Regel bessere Ökonomie der elektronischen Rundstrickmaschine bis etwa 1400 m Auftragsgröße.

Abb. 8: Kostenvergleich mechanischer gegenüber elektronisch gesteuerten Jacquard-Rundstrickmaschinen

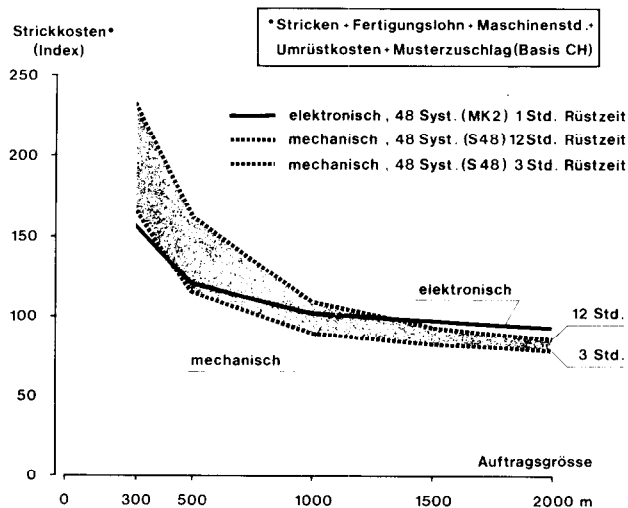
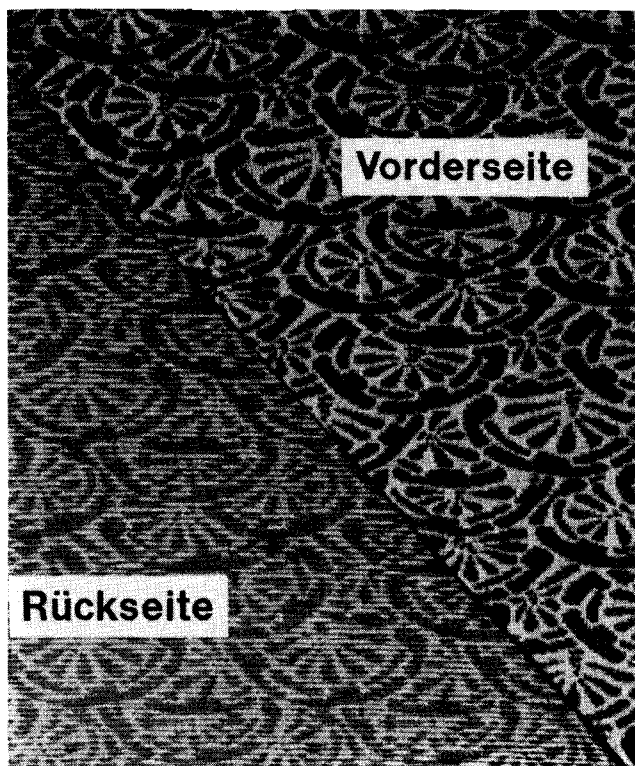


Abb. 9: Moranit® 2 (neues Stoffmuster mit matten und glänzenden Fäden)



c) Jacquard-Stricken im Vergleich zum Transfer-Druck

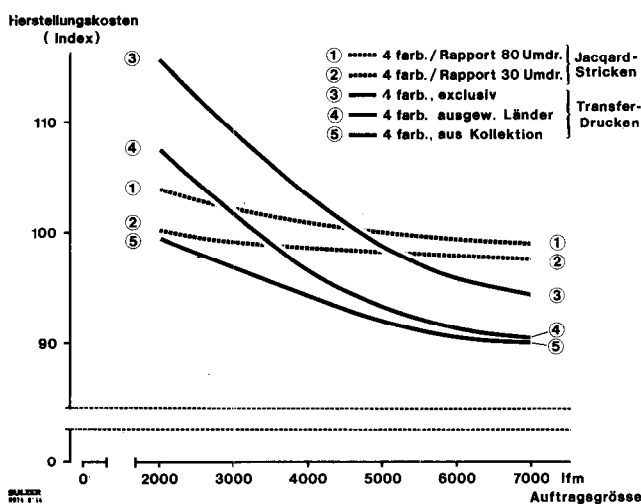
Die Jacquard-Strickerei steht in einer gewissen Konkurrenz zum Transfer-Druck. Neben den Vorteilen des Thermodruckes, zum Beispiel hinsichtlich photographisch getreuer Wiedergabe, sind aber auch Nachteile, wie die Beschränkung auf Synthetics und Fasermischungen, zu erwähnen. Auch erlaubt die elektronische Jacquardmusterung ökonomisch einen Ausbruch aus Rapportwiederholungen, beispielsweise auch mit ansprechenden Kombinationen aus matten und glänzenden Fäden. Daß der Markt zeitweise Druckware bevorzugte, war bedingt durch die Schwierigkeit, die sich beim Verstricken von Garnen in Kontrastfarben zu Rundstrickstoff ergab, wodurch die jeweils auf der Stoffrückseite befindliche Farbe durchschimmerte. Durch neue Bindungsarten wie Moranit® 2 (Abb. 9) kann dies aber jetzt vermieden werden.

Wie verlaufen nun die Fertigungskosten für beide Verfahren?

Ein Kostenvergleich für ein vierfarbiges Gestrick, hergestellt mit 85 % Nutzeffekt, 18 Touren und 3 bis 5 % Materialverlust für das gefärbte Garn zeigt gegenüber bedruckter Ware je nach Auftragsgröße und Exklusivität unterschiedliche Ergebnisse (siehe Abb. 10). Für den untersuchten Fall erscheinen die Jacquardwaren bis zu Auftragsgrößen von etwa 3000 m kostengünstiger.

Mit dieser Feststellung allein können aber noch keine allgemeingültigen ökonomischen Grenzen fixiert werden. Die Graphik soll zeigen, daß beide Verfahren kostenmäßig keine derartigen Unterschiede aufweisen, daß daraus eine Verschiebung resultieren würde, sondern daß vielmehr dem jeweiligen Erkennen der Marktwünsche die größere Bedeutung zukommt.

Abb. 10: Kostenvergleich Jacquardstricken : Transfer-Druck (Basis BRD)

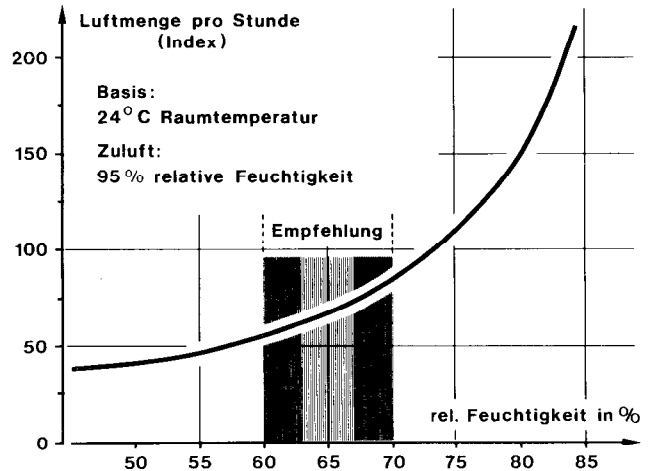


5. Einflußfaktoren im Stricksaal

Für die Senkung der Fertigungskosten sind nicht nur Leistungserhöhungen der Maschinen, sondern auch die Reduktion der Stillstände von Bedeutung. Ein Einflußfaktor auf die Stillstandshäufigkeit ist das Klima. Ein konstantes Klima trägt ebenfalls zum angestrebten gleichmäßigen Ausfall der einzelnen Warenstücke bei.

Für Strickereien empfehlen wir in der Regel eine Raumtemperatur von 20 bis 22° C, 60 bis 65 % relative Feuchtigkeit und einen 20fachen Luftwechsel. Feuchtigkeitswerte über 70 % erfordern eine starke Erhöhung der Luftmenge (siehe Abb. 11) und ziehen damit höhere Investitionskosten nach sich.

Abb. 11: Luftmenge in Abhängigkeit von der verlangten relativen Feuchtigkeit (für eine Vollklimaanlage)

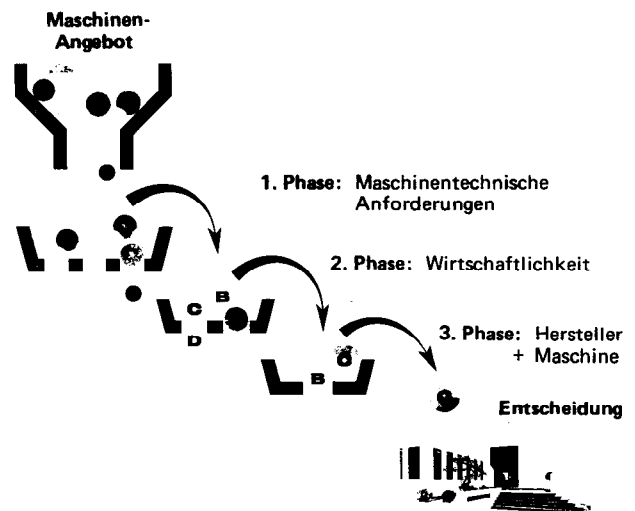


Von entscheidendem Einfluß auf die Marktleistung der Strickerei ist ferner, daß sie über Maschinen verfügt, die den derzeitigen und zukünftigen Anforderungen entsprechen.

Um die Investitionsentscheide gut vorzubereiten, empfiehlt sich unseres Erachtens ein systematisches Vorgehen in drei Phasen (Abb. 12):

- Phase 1: Werden die maschinentechnischen Anforderungen erfüllt?
- Phase 2: Wie ist die Wirtschaftlichkeit (zukunftsbezogen)?
- Phase 3: Darlegungen über die Hersteller und über besondere Einsatzmöglichkeiten von in die engere Wahl gezogenen Maschinen, am besten wohl als Profildarstellung⁴.

Abb. 12: Der Entscheidungsprozeß



Wir glauben, daß es in den meisten Fällen am wirtschaftlichsten ist, Universal-Hochleistungsmaschinen

einzusetzen. Es lassen sich dann praktisch

- die gleichen Typen verwenden,
- die Ersatzteilkhaltung sowie die Ausbildung der Meister und Stricker vereinfachen, und auch
- der Warenausfall wird gleichmäßiger.

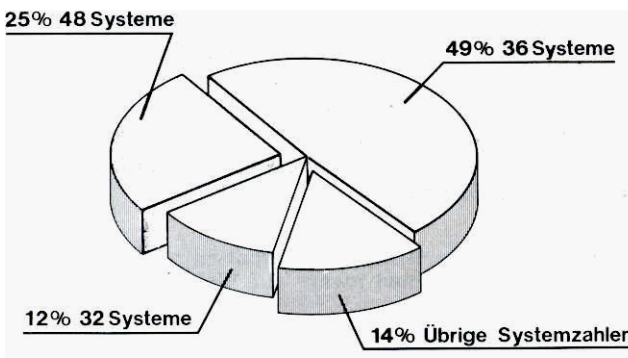
Nachstehende Übersicht zeigt die Ergebnisse mehrerer Studien in verschiedenen Textilbetrieben und wie ein uneinheitlicher Maschinenpark dort als Nachteil empfunden wird.

Schwachstellen im Textilbetrieb → **Konsequenzen und Verbesserungen**

- zu viele Maschinentypen (Ersatzteilkhaltung — keine Austauschbarkeit) → moderner, wirtschaftlicher Maschinenpark
- ältere Maschinen (Reparaturkosten, hoher Lohnanteil, Qualität, Bedienung) → Verbesserung des Transports
- Instandhaltung der Maschinen → Leistungsentlohnung
- räumliche Gliederung → Verbesserung der Klimatisierung

Systemzahlen über 48 für zweifonturige Jacquardmaschinen erscheinen uns aus verschiedenen Erwägungen⁵ nicht nützlich. Zur Orientierung zeigt Abbildung 13 eine Aufteilung nach Systemzahlen der 23.000 zweifonturigen Rundstrickmaschinen, die 1973 in den USA installiert waren. Dominierend sind 36 bzw. 48 Systeme.

Abb. 13: Systemaufteilung in den USA

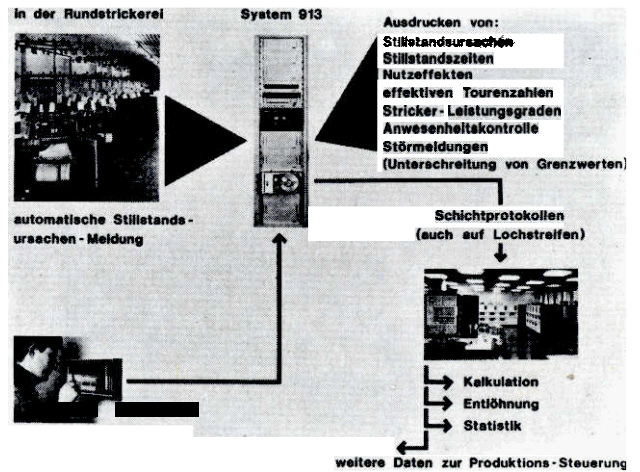


Weitere Einflußfaktoren für die industrielle Fertigung sind:

- die präzise Maschineneinstellung,
- Maschineninstandhaltung und -überwachung durch eine Checklist (preventive maintenance), sowie
- der Einsatz elektronischer Datenüberwachungsanlagen zur Produktionsüberwachung und -steuerung für größere Betriebe.

Moderne Anlagen, wie das System 913 (Abb. 14), enthalten einen programmierbaren Kleincomputer und geben so der Strickerei die Möglichkeit, daß später zusätzliche Aufgaben für die Fertigung programmiert und durchgeführt werden können.

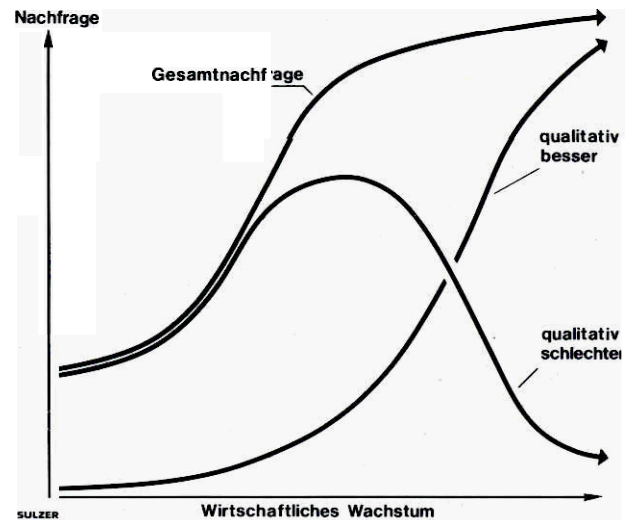
Abb. 14: Die Produktionsüberwachung und -steuerung



6. Die Erfüllung qualitativer Anforderungen

Die Erfüllung qualitativer Anforderungen mittels Rundstrickstoffen gewinnt an Bedeutung. Sie sehen in Abbildung 15, wie sich bei einer Stagnation in der Gesamtnachfrage dennoch Wachstumschancen für qualitativ bessere und modische Waren ergeben. Eine Einwirkung auf die Wahl und die Qualität des Rohmaterials, die präzise Maschineneinstellung sowie auf die artikelgerechte Ausrüstung, Lagerung und Weiterverarbeitung sind hierzu erforderlich⁴ (Abb. 16).

Abb. 15: Die Entwicklung der Nachfrage (mengenmäßig)



a) Der Einfluß der Rohmaterialmischung

Der Einfluß der Mischungsverhältnisse auf die Eigenschaften eines Gestrickes wird in Abbildung 17 am Beispiel von Polyester/Baumwollwaren deutlich. Erforderlich erscheint daher,

- die Gewichtung der einzelnen Kriterien für den jeweiligen Stoff zu ermitteln und
- durch Qualitätskontrollen, wie Prüfung der Ausbeulneigung (Ermiidungsgrad, Wolbrelexation), Messungen der Scheuerbeständigkeit u. a. die Erfüllung dieser Anforderungen sicherzustellen.

Abb. 16: Marktgerechte Ware

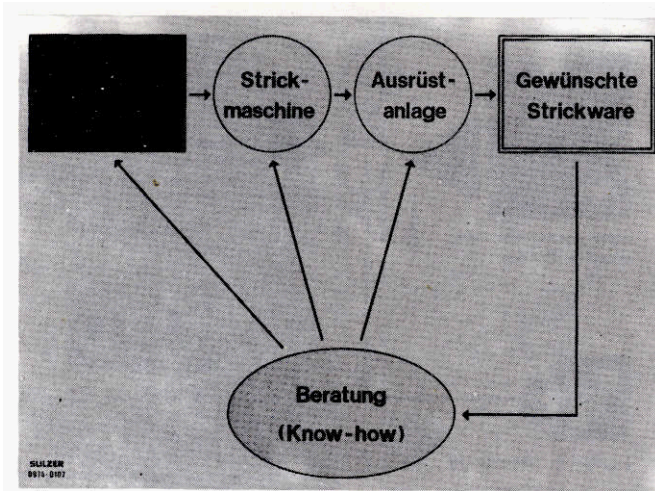
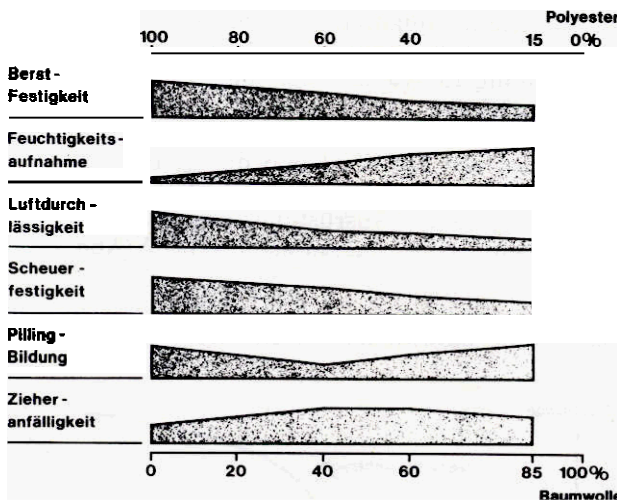


Abb. 17: Der Einfluß der Rohstoffmischung auf die Eigenschaften von Rundstrickware



b) Systematische Qualitätskontrolle

Um eine gleichbleibende Qualität sicherzustellen, sind die Kontrollen (Eingangs-, Fertigungs- und Endkontrollen) systematisch durchzuführen. Hierbei empfiehlt sich die Erstellung von Kontrollkarten, in denen die Toleranzgrenzen festgelegt sind. Wichtig ist nicht nur die Erfassung der Fehlerhäufigkeit, sondern auch die der Fehlerart, um deren Ursache in der Fertigung rasch beseitigen zu können.

c) Spezifische Ausrüstung und Weiterverarbeitung

Generell bringt die Verwendung der gleichen Strickmaschinen oder von mechanisch oder elektronisch gesteuerten Maschinen mit gleicher Nadelbewegung den Vorteil eines weitgehend gleichen Stückausfalls von jeder Maschine.

Der Konfektionär wünscht zu Recht vor allem

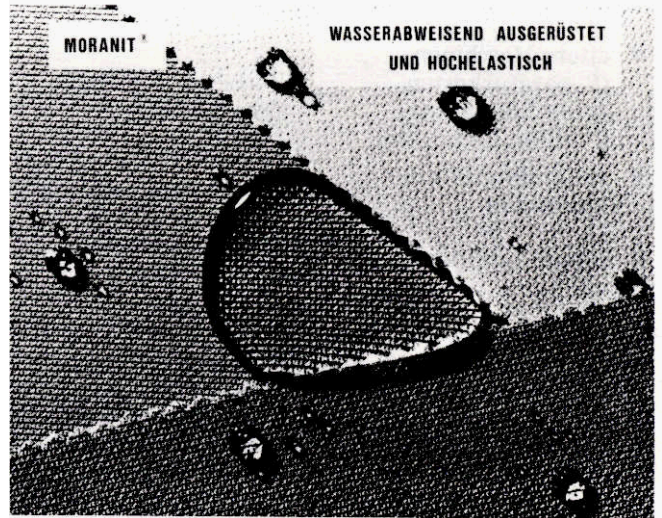
- keine Breiten- und Gewichtsstreuungen,
- Formstabilität,
- einen gleichen Farbausfall und
- eine Verringerung von Relaxations- und Bügelschrumpf.

Es ist daher notwendig, für die Ausrüstung von Rundstrickstoffen mehrere Prozesse, wie

- Vorbehandlung (Öffnen, Dampfen),
- Waschen oder Reinigen (evtl. Walken und evtl. Scheren),
- Thermofixieren,
- Dekatieren (Finish-Dekatur, Appretur mit Weichmachern),

vorzusehen (Details siehe Strickmaschinen-Bulletin³). Auch durch Ausriestungsprozesse wird es möglich, die Vielfalt von Rundstrickwaren zu vergrößern. Abbildung 18 zeigt ein Moranit®-Gestrick, das mit einer Spezialausrüstung beständig wasserabweisend ausgerüstet wurde und so sicherlich für Badebekleidung interessant ist.

Abb. 18: Moranit®-Gestrick (wasserabweisend ausgerüstet und hochelastisch)



An die Konfektion werden zur Erreichung eines qualitativ anerkannten Endproduktes gleichfalls Anforderungen gestellt. Sie muß sich einmal von ihrem Wunsch lösen, Rundstrickstoffe auf dieselbe Art wie Gewebe konfektionieren können zu wollen. Hauptgründe dagegen sind nämlich die in der Regel größere Elastizität der Rundstrickstoffe im Vergleich mit Webware sowie das Auftreten von Maschensprengschaden durch unsachgemäßes Nahen.

Abb. 19: Das Kraft-Dehnungsverhalten von Web-, Strick- und Kettenwirkware auf Wollbasis

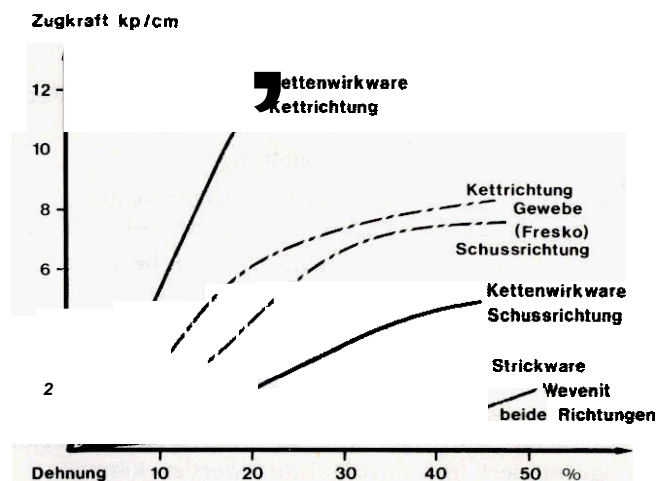


Abbildung 19 zeigt charakteristische Unterschiede von Web- und Rundstrickstoffen hinsichtlich Dehnverhalten. Erwähnenswert erscheint, daß sich Wirkware wesentlich anders verhält, da sie in der Regel in beiden Richtungen auffallend unterschiedliche Kraft-Dehnungslinien aufweist. Der Endverbraucher kann zwischen Strick- und Wirkware, zum Beispiel bei Anzügen, rein visuell nur schlecht unterscheiden und wird hieraus resultierende unterschiedliche Eigenschaften erst beim Tragen feststellen.

Das Nähen ohne Maschensprengschaden erfordert entweder eine Ausrüstung der Strickstoffe mit einer geeigneten Avivage oder Änderungen¹ in der Einstellung der Nihmaschine (Stichlänge, Nadelgröße, Nadelspitze, Nähgarn, evtl. sogar Nadelkuhlung) und eine besondere Instruktion des Bedienungspersonals. Abbildung 20 zeigt Beschädigungen an einer Wirkware, wie sie bei der Konfektionierung auftreten können, wenn man das vorher Gesagte unberücksichtigt läßt. Generell sollte die Strickware durch ein materialgerechtes, funktionelles „Styling“ möglichst wenig Nahte aufweisen, und diese Nahte sollten elastisch sein.

Wir sind davon überzeugt, daß mit Rundstrickware dem sich verstärkenden Wunsch nach funktionell richtiger Bekleidung gut entsprochen werden kann.

Abb. 20: Schäden durch unsachgemäße Verarbeitung eines gewirkten Stoffes



7. Flexibilität in Fertigung und Stoff-Neuentwicklung

Die Mode ist bekanntlich äußerst wechselhaft, die Lebenszyklen textiler Produkte werden immer kürzer, und es resultiert hieraus die Notwendigkeit einer hohen Flexibilität in der Fertigung sowie die von Stoff-Neuentwicklungen.

Zu Neuentwicklungen auf dem Stricksektor sei P. Lennox-Kerr zitiert:

“Until the knitters learn how to design and create new cloth and textures based on a wider variety of

yarns, the double jersey trade is likely to wander in a wilderness that is perhaps largely of its own making.” (Bis die Stricker neue Stoffe und Strukturen unter Verwendung einer größeren Varietät von Garnen schaffen, wird sich der Absatz von Double Jersey — aus Gründen, die bei den Strickern selbst liegen — weiterhin unklar entwickeln.)

Die Vielseitigkeit von qualitativ hochwertigen Rundstrickmaschinen ist im allgemeinen weitaus größer als bisher angenommen wurde, und es kann mit ihnen der Anforderung nach Stoff-Neuentwicklungen entsprochen werden. Strickstoff-Neuentwicklungen sind eine notwendige Basis für die industrielle Rundstrickwarenherstellung.

Aus der unter dem Druck der Marktsituation intensivierte Stoffentwicklung seien markante wegweisende Beispiele herausgegriffen:

a) Raffbindungen

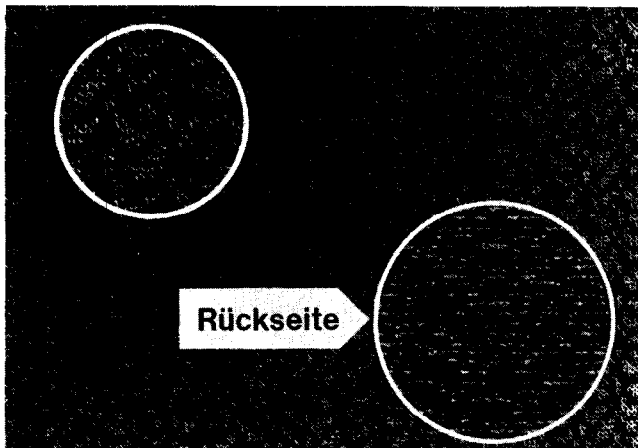
Der Nummernbereich für mit Rundstrickmaschinen verarbeitbare Garne wurde als recht klein angesehen; für eine Maschine mit E20 Nadelteilung beispielsweise zwischen 75 und 150 dtex. Wenn die Strickmaschine qualitativ hochwertig ist, können wegen der hohen Rundlaufgenauigkeit sehr kleine Abstände zwischen Ripp- und Zylindernadel eingestellt werden, sodaß es möglich wird, feinere Garne (50 dtex) — zum Beispiel zu einem Moranit®-Georgette mit 60 g/m² — zu verstricken.

Diese Grundidee kann als Moranit®-Raffbindung (Jacquard-Spezialbindung) weitergeführt werden. Bei dieser werden glänzende, nichttexturierte Polyesterfilamente (30–50 dtex) stellenweise zusammengezogen, sodaß sich eine wie in Abbildung 21 gezeigte unifarbige Strukturmusterung ergibt. Diese leichten, luftigen Stoffe (ca. 60 g/m²) sind formstabil, rollen nicht ein und werden für den Hemden- oder den Blusensektor eingesetzt.

Abb. 21: Die Moranit®-Raffbindung, angewandt für einen Blusenstoff



Abb. 22: Moranit®-Single Jersey



b) Single Jersey mittels zweifonturiger Maschinen

Oft modisch bedingt, verlangt der Markt Single Jersey, zu dessen Herstellung einfonturige Strickmaschinen eingesetzt werden. Die höhere Formstabilität von doppelflächigen Rundstrickstoffen läßt eine steigende Nachfrage nach diesem neuen Stoff erwarten.

Warum sollte die große Universalität einer zweifonturigen Rundstrickmaschine nicht auch dahingehend genutzt werden, um damit bei zeitweiligem Bedarf auch Single Jersey herzustellen? Da bei zweifonturigen Maschinen der Abschlagkamm fest ist, wird das einflächige Gestrick (Single Jersey) sehr gleichmäßig (Abb. 22).

c) Moranit®-Bildkord

Über die Herstellung von Kord mittels Rundstrickmaschinen wurde schon berichtet². Um gegenüber Webwaren eine Differenzierung zu erreichen, sollte der schmiegsamere gestrickte Kord zu einem Wellkord oder zu einem Bildkord modifiziert werden. Der in Abbildung 23 wiedergegebene Moranit®-Bildkord wurde mit einem Doppelrelieffilm einfarbig gestrickt und leicht angeraut.

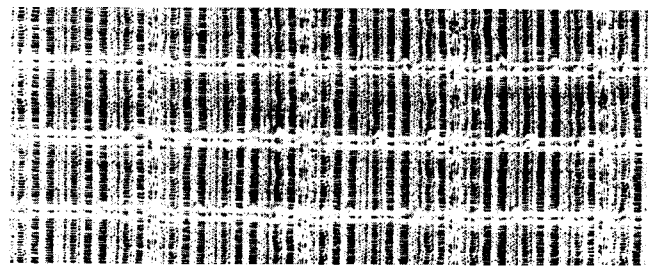
Abb. 23: Moranit®-Bildkord und Anwendung



d) Gestrickte Vorhang- und Gardinenstoffe

Die Verwendung hochgedrehter Garne, wie Polyester 50 dtex/1200 U/min, ermöglicht überraschend ein erstes Eindringen in neue Einsatzgebiete, wie Vorhang- und Gardinenstoffe. Die Vorhang- und Gardinenstoffe sind dessinmäßig aufeinander abgestimmt, und es ist auch möglich, durch Einlegen von Schußfäden den derzeit gewünschten Charakter von "in-betweens" zu erzeugen (Abb. 24). Interesse für diese Stoffentwicklung besteht auch für den Bekleidungssektor.

Abb. 24: Anwendung hochgedrehter Garne im Gardinen- und Vorhangsektor



e) Die Verwendung von Struktur- oder Futterfäden

Der Einsatz von Struktur- oder Futterfäden offeriert beachtliche weitere Möglichkeiten der Stoffentwicklung. Als Beispiel sei Moranit®-Jeans herausgegriffen (Abb. 25). Die Futterfäden werden dort völlig eingebunden, aber teilweise gezogen, sodaß der "Jeans"-Charakter entsteht. Dieser Stoff ist sehr schmiegsam und ergibt bei den Laborprüfungen gute Reibwerte.

f) Rundstrickware ohne „Double Jersey“-Charakter

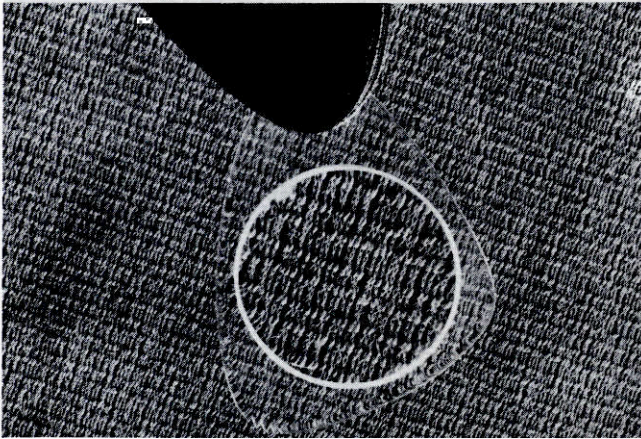
Die stark sichtbare Masche ist zur Zeit im Markt weiterhin nicht sehr gefragt. Berichte aus den USA zeigen aber, daß die Nachfrage nach Rundstrickware

Abb. 25: Anwendung von Moranit®-Jeans für Hosenstoffe



ohne Maschenoptik, also ohne einen stark ausgeprägten Double Jersey-Charakter (etwa wie das in Abbildung 26 wiedergegebene Moranit® 4—2) gut ist.

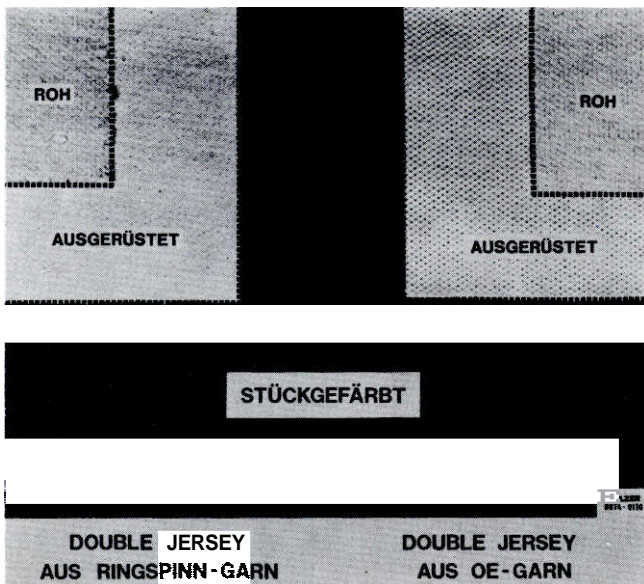
Abb. 26: Moranit® 4-2 (kein Double Jersey-Charakter)



Empfehlenswert erscheint es, auch vom Material her den sich ändernden Marktünschen entgegenzukommen. Die in Abbildung 27 einander gegenübergestellten Gestricke sind einmal aus OE-Garn (open end) zum anderen aus Ringspinnarn aus vergleichbaren Baumwollfasern hergestellt.

Das Stricken der OE-Garne war wegen deren Gleichmäßigkeit und der wenigen Knoten problemlos. Abbildung 27 zeigt eine geschlossene, gleichmäßigere Oberfläche (Optik) der OE-Ware, und Experten bezeichnen ihren Stand und Fall als weitaus besser.

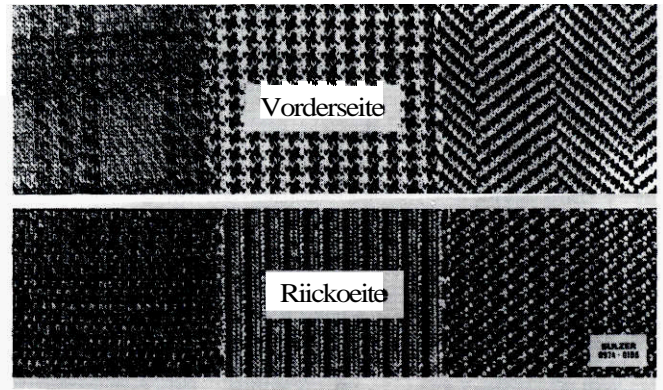
Abb. 21: Double Jersey aus Ringspinnarn und aus OE-Garn im Vergleich



g) Änderung der Bindungsstruktur

Eine wichtige Voraussetzung für Bindungsvariationen für die Stoffentwicklung ist die Verfügbarkeit von vier Rippnadelbahnen. Hier kann die Stoffrückseite — wie in Abbildung 28 gezeigt — schon rein äußerlich gemustert werden; der Vorteil liegt vor

Abb. 28: Moranit® für Herren-Oberbekleidung (4 Ripp-schloßbahnen)



allem darin, daß durch diese neuen Bindungsstrukturen die Formstabilität und die bleibende Dehnung³ noch verbessert werden können.

Wichtig erscheint ferner, daß auch die Abnehmer über die so erreichten Verbesserungen informiert werden.

8. Elektronische Ansteuerungen zur Schaffung neuer Stoffstrukturen

Wie eingangs bereits gesagt, liegen die Hauptaufgaben der industriellen Rundstrickwarenfertigung heute in der Weiterentwicklung der Strickstoffe für die derzeitigen wie auch für eventuell neue Einsatzgebiete. Die Möglichkeiten der Rundstrickerei durch die Art der Bindung vor allem die Stoffeigenschaften zu beeinflussen, sind heute noch nicht genügend ausgearbeitet. Hinsichtlich der Dessingestaltung bewahrten sich die verfügbaren Verarbeitungssysteme von Mustern vorzüglich. Sie entwickelten sich von komplizierten Anlagen (Abb.29) zu vom Stricker leicht zu bedienenden Geräten wie die Patronik 200 in Serienfabrikation (Abb.30). Ihre Ergänzung durch einen einfachen Modulator² erleichtert dem Stricker die Musterung.

Abb. 29: Komplizierte Anlage zur Dessinierung

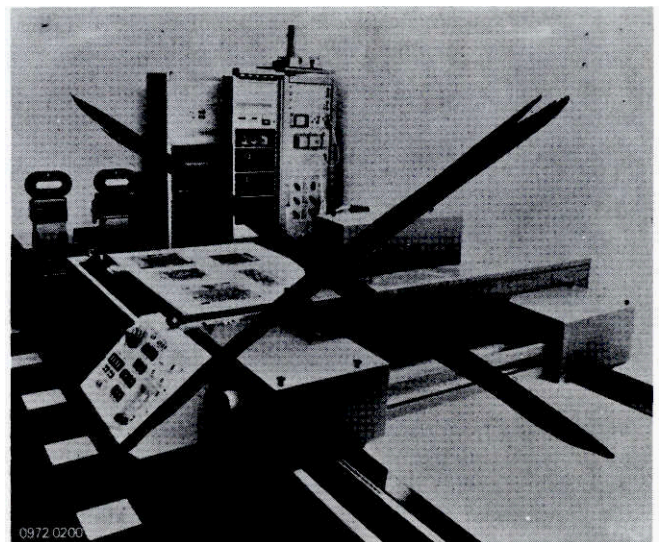
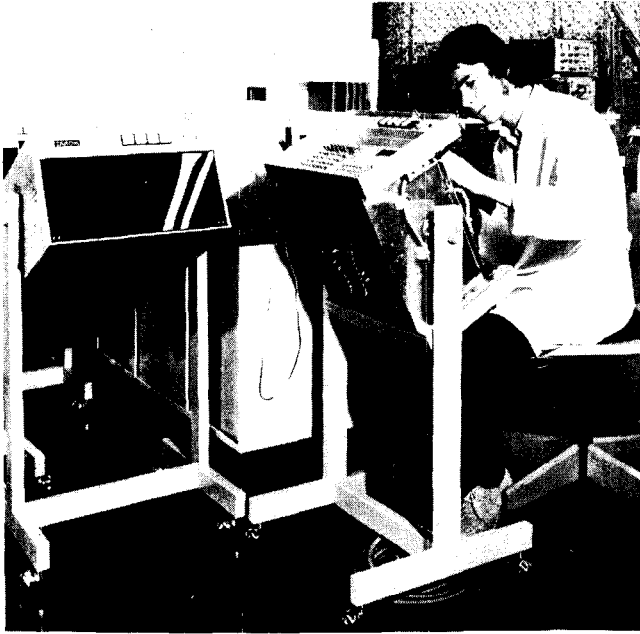


Abb. 30: Patronik 200 (Serienfabrikation)



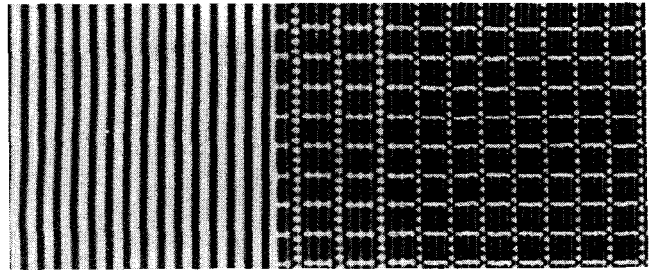
Für die Bindungsva-riation sind erst jetzt in Stricke-reien einsetzbare Lösungen verfügbar. Abbildung 31 zeigt einen Programm-Modulator. Mit diesem Gerät können durch Handschaltung die an die Systeme gelangenden Informationen vertauscht werden. Die angestrebte neue Bindung zur Stoffentwicklung muß also nur geistig vorhanden sein und kann dann sofort zur Probe gestrickt werden.

Abb. 31: Programm-Modulator



Als ein sehr einfaches Beispiel wird in den Abbildungen 32 und 33 die bindungsmäßige Variation eines „Ringels“ durch Schaltungen am Programm-Modulator — einem kleinen Zusatzgerät zur Patronik — wiedergegeben.

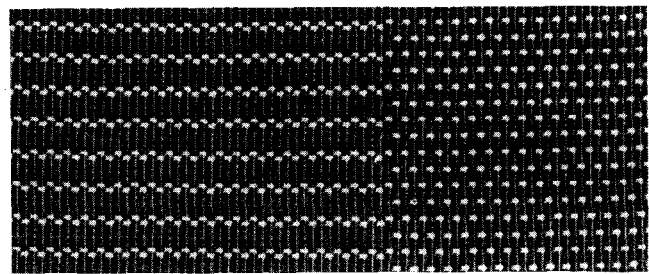
Abb. 32: Variationen mit dem Programm-Modulator (PMO)
Grundmuster: Ringel
Variante A: Carré-Struktur



Grundmuster

Variante A

Abb. 33: Variationen mit dem Programm-Modulator (PMO)
Variante B: Längsstruktur, versetzt
Variante C: Längsstruktur, unterbrochen



Variante B

Variante C

9. Zusammenfassung

Die vorangegangenen Ausführungen zeigten die Wichtigkeit und anhand von Beispielen auch die Möglichkeit neuer Strickstoffentwicklungen. Die Nutzung der in qualitativ hochwertigen Rundstrickmaschinen vorhandenen Vielseitigkeit — auch hinsichtlich neuer Bindungsstrukturen — ist für den weiteren Erfolg der Meterwarenfertigung in der Rundstrickerei von ausschlaggebender Bedeutung (Abb. 34).

Abb. 34: Industrielle Meterwarenfertigung

- Erkennen der Mode und der Markt-Wünsche
- Realisierung der technologischen und funktionellen Anforderungen an die Stoffe
- Flexibilität in der Fertigung
 - universelle Hochleistungsmaschinen
 - erweiterte, rationelle Musterung
 - anpassungsfähige Organisation



**Marktgerechte
Produktion**

Literatur:

- 1) H. E. Mecke; Apparel Parameters, 1. September 1974
- 2) Sulzer-Morat-Sonderdruck: „Betriebswirtschaftliche und technologische Gesichtspunkte der zukünftigen Herstellung textiler Flächengebilde“; April 1974
- 3) Sulzer-Morat-Sonderdruck: „Herstellung qualitativ hochwertiger Rundstrickware“; September 1974
- 4) Sulzer-Webmaschinenbulletin Nr. 40, Juni 1974
- 5) „Optimale Systemzahl an Rundstrickmaschinen“; L'Industrie Textile, Nr. 1018, Dezember 1972
- 6) J. v. Krugten: „Verhinderung von Maschensprengschäden“; Melliand Textilber. 10/1972
- 7) P. Lennox-Kerr; Textile Manufacturer, Oktober 1973, Seite 65

Diskussion:

Zschunke: Welche Chancen geben Sie Rundgestrickten bei der Verwendung für Möbelbezugsstoffe?

Bröckel: Die Chancen sind sehr gut, wenn man mit einem Ausrüster zusammenarbeitet. Man sollte aber nicht Jersey-Bekleidungsstoffe hierfür verwenden, sondern diese Stoffe müssen speziell entwickelt werden, beispielsweise durch Einlegen von Schußfäden, um einen ansprechenden Stoffcharakter sowie die nötige Stabilität zu erzielen. Ferner empfiehlt sich eine Rückenbeschichtung. Ich verweise hier zum Beispiel auf Entwicklungen von Cotton Inc., New York, oder von Raduner in der Schweiz. Es gibt heute bereits größere Möbelhersteller, die Rundstrickstoffe in ihr Programm aufgenommen haben und sehr ansprechende Möbel herstellen. Der Einsatz der Strickstoffe scheint dann besonders interessant zu sein, wenn Rundungen zu konfektionieren sind. Für diese Möbelkollektionen mit Rundstrickstoffen wurden sehr modische Stoffe mit relativ großen Jacquard-Dessins verwendet. Diese waren mit Rundstrickmaschinen sehr leicht herzustellen, im Gegensatz zur Patronierung mit Jacquard-Webmaschinen.

Egbers: Sie haben im Rahmen Ihres Referates mehrmals an die Chemiefaserhersteller appelliert, sie mögen doch die Strickmaschinenhersteller bei ihren Bemühungen, neue Artikel zu entwickeln, unterstützen. Ist Ihre Firma in dieser Hinsicht schon aktiv geworden? Haben Sie bereits versucht, mit Chemiefaserherstellern zusammenzuarbeiten?

Bröckel: Ja, derartige Zusammenarbeiten bestehen natürlich. Heute zwingt aber die Marktsituation die Strickmaschinenhersteller, sehr ökonomisch zu arbeiten, und es bestehen nicht mehr in diesem Maße Möglichkeiten für Gratisleistungen. Eine Mithilfe der Chemiefaserhersteller wäre sicherlich für die Stricker sehr nützlich. Ich denke hier an die Kollektionen der Chemiefaserproduzenten, mit denen neue Fasern vorgestellt werden, die vielleicht durch speziellere Hinweise für den Stricker für Stoffentwicklung und Einsatzgebiete ergänzt werden können. Auf diese Art könnte ein größerer Markt orientiert werden.

Dohrn: Glauben Sie, daß die Rundstrickware für Herrenanzugstoffe in Richtung 100-%-Synthetic-Verarbeitung

gehen wird — zum Beispiel 100 % Polyester — oder daß die Mischverarbeitung die zukünftige Tendenz sein wird? Ich meine also unter anderem auch eine Mischverarbeitung von synthetischen Faserstoffen untereinander, nicht nur die Mischverarbeitung mit Naturfasern.

Bröckel: In der Strickerei wurden zuerst recht unkonventionelle Dessins gestrickt, die bei den Abnehmern kaum Anklang fanden. Dieser hier gezeigte Anzug ist aus Strickstoff mit konventionellen Dessins hergestellt und hat einen Wollanteil von etwa 15 %. Nach meinen persönlichen Erfahrungen trägt er sich wesentlich besser als ein Anzug aus reinem Polyester, und ich glaube, daß die Endverbraucher heute einen Anzug aus Strickstoff mit einem leichten Naturfaseranteil bevorzugen. Beim Stricken könnten zwei Systeme reine Synthetics verstricken und an jedem dritten System wäre ein Mischgarn aufgesteckt, sodaß eine Systemmischung entsteht.

Wir haben festgestellt, daß hierbei allerdings auch bei der Patronierung ein Know-how aufgebaut werden muß: Es ist beim Musterverarbeiten zu beachten, daß keine zu großen Flächen für dieselbe Garnart vorgesehen werden, da reine Fasergarnflächen bei der Ausrüstung etwas zum Verwalken neigen und bei den reinen Polyester-endlos-Flächen ein etwas härterer Griff entstehen kann.

Egbers: Vielleicht darf ich noch eine kleine Ergänzung zu Ihren Ausführungen über die Probleme beim Nähen von Maschenwaren bringen. Wir haben uns ja selber auch mit dieser Problematik sehr intensiv befaßt. Unsere Ergebnisse zeigen ganz eindeutig, daß die Endavivierung für das Nähverhalten von Maschenware entscheidende Bedeutung besitzt. Da hier gerade viele Vertreter der chemischen Industrie, also nicht nur der Chemiefaserindustrie, anwesend sind, sollte man das einmal ausdrücklich sagen: Wir können — ohne daß bei einer Maschenware mehr Sprengschäden auftreten — ein gut aviviertes Produkt mit einer 100er-Nadel, ein schlecht aviviertes nur noch mit einer 70er-Nadel verarbeiten. Diesem Aspekt ist meiner Meinung nach bisher viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Gestricke aus Filamentgarnen haben im praktischen Gebrauch gewisse Nachteile gezeigt. Glauben Sie, daß man von der Ausrüstungsseite her noch mehr tun müßte, um zu veränderten Produkteigenschaften im bereits fertigen Produkt zu kommen, wie das Deering-Milliken zum Beispiel versucht?

Bröckel: Ja, ich glaube, das wäre unbedingt notwendig und empfehlenswert. Aber ich sehe dies schon als zweiten Schritt. Der erste Schritt wäre, daß man überhaupt generell eine korrekte strickwarekonforme Ausrüstung durchführt. Es sollte nicht vorkommen, daß Strickstoffe in ihrer Breite untolerierbar verändert werden. Die Folgen bei der Verarbeitung eines auf solche Weise „geretteten“ Stoffes sind dann recht unangenehm. Der zweite Schritt wäre dann die Nutzung der weiteren Möglichkeiten, und ich glaube, daß die bedeutenden Entwicklungen hier noch vor uns liegen.

Ihr Hinweis, betreffend die Avivage, sollte von den Chemiefaserherstellern aufgegriffen werden — als ein Beispiel der vorhin genannten Informationen an die Stricker.

Egbers: Das war ja auch vor allem an die Chemiefaser- und die chemische Industrie bzw. an die Hilfsmittelindustrie gerichtet.

Neue Technologien zur Verarbeitung von speziellen Chemiefasern in der Textilindustrie, insbesondere in der Maschenwarenindustrie

Dr.-Ing. Bohumil Piller
Wirkereiforschungsinstitut, Brno/CSSR

Das Schrumpfvormögen und die Thermoplastizität sind zwei der zahlreichen wichtigen Eigenschaften von Chemiefasern, die bei der Herstellung textiler Flächegebilde ausgenutzt werden. In technologischer Hinsicht kann das Schrumpfen in folgenden Teilsystemen erfolgen:

- Ausschrumphen eines Faserteiles in der Faser selbst (Bikomponentenfasern),
- Ausschrumphen der Faser im Garn (Hochbauschgarne),
- Ausschrumphen des Garns in textilen Flächegebilden,
- Ausschrumphen von textilen Flächenteilen in einem System textiler Flächegebilde.

Interessant sind Kombinationen von hochschrumpfbaren Stapelfasergarnen mit texturierten Endlosfäden. Auf der Kombination dieser beiden Teilsysteme beruht beispielsweise die Technik zur Herstellung von Maschenwaren mit ausgeprägtem Reliefmuster, bekannt unter der Bezeichnung TEXO-VELA. Für die Herstellung von voluminösen Geweben und Gestriken wurde der kombinierte Zwirn VELANA BRILANT (Nm 40/1, 225 dtex) x SLOTERA 75 den (83,3 dtex) entwickelt.

Thermoplastizität und Schrumpfvormögen von Garnen, hergestellt aus Synthesefasern, können auch beim Formen von Textilien zu formgerechten Fertigartikeln ausgenutzt werden. Als Beispiel wird die Erzeugung „geformter Hosen“ durch Thermofixieren nach der sogenannten DUOPART-Technologie erwähnt.

Out of numerous important properties of special man-made fibres their shrinkage and thermoplastic potentials are used in producing textile material. Shrinkage can be exploited in the following textile systems from the viewpoint of technology:

- shrinkage of a fibre-part in the fibre (in bi-component fibres),
- shrinkage of fibre in the yarn (in high-bulk yarns),
- shrinkage of yarn in textile fabrics,
- shrinkage of a part of textile fabric in the whole fabric system.

Combinations of shrinkable staple yarns and textured filament yarns are of interest. These combinations of two textile systems are used e. g. in the TEXO-VELA technology to turn out knits of marked relief patterns. A combined folded yarn of VELANA BRILANT (Nm 40/1, 225 dtex) x SLOTERA 75 den (83,3 dtex) has been developed for bulky woven and knitted fabrics.

Thermoplasticity and shrinkability of synthetic yarns can be exploited in shaping fabrics to obtain required shapes. E. g. trousers can be molded on forms according to the DUOPART-technology.

A. Einleitung

Seitens der Chemiefaserhersteller wird eine Reihe neuer Synthesefasertypen mit speziellen Eigenschaften auf den Markt gebracht. Aus den zahlreichen wichtigen Eigenschaften können das **Schrumpfvormögen** sowie die **Thermoplastizität** der Fasern für die Herstellung textiler Flächegebilde mit Vorteil ausgenutzt werden, und zwar in folgenden Teilsystemen:

1. durch Schrumpfen eines Faserteiles in der Faser.

In diesem Fall handelt es sich um das Ausschrumphen einer Faserkomponente in einem bestimmten Fasergebilde. Der Mechanismus des Schrumpfens kommt bei der Entwicklung der latenten Kräuselung (z. B. bei Bikomponentenfasern) in Betracht. Es handelt sich hierbei um bekannte Fasern mit asymmetrischer Anordnung der einzelnen Polymerkomponenten im Faserquerschnitt¹⁻⁵.

2. durch Schrumpfen einzelner Fasern im Garn.

Es handelt sich um das Ausschrumphen eines gewissen Anteils von Fasern im Garn. Auf diesem Mechanismus beruht die bekannte Technologie der Erzeugung von Hochbauschgarnen⁶⁻¹⁴. Hochschrumpffasern können entweder in Form von kurzen Fasern (Stapelfasern) oder in Form von Endlosfäden (Filamenten) im Garn vorhanden sein.

3. durch Schrumpfen von Teilen eines textilen Flächegebildes.

a) Hochschrumpffasern im textilen Flächegebilde

Diese werden zur Steigerung der Dichte textiler Flächegebilde bzw. zur Erzielung eines verschiedenen hohen Faserflors bei High-Pile-Artikeln verwendet¹⁵.

Um einen derartigen textilen Verbundstoff zu verfestigen, nimmt man zwei vernadelte Faservielse verschiedenen Schrumpfvormögens. Nach dem Ausschrumphen weist der Stoff eine größere Dichte auf als vorher, eventuell aber auch ein Reliefmuster, falls zuvor nach einem bestimmten Muster genadelt wurde¹⁶⁻²⁰.

Textile Flächegebilde, wie sie für die Herstellung von poromerem Kunstleder verwendet werden, enthalten üblicherweise ebenfalls schrumpfbare Fasern.

b) Schrumpfbares Garn im textilen Flächegebilde

Dieses wird vor allem zur Steigerung der Voluminösität von Geweben bzw. von Maschenwaren verwendet. Es sind Kombinationen hochschrumpfbaren mit schrumpfarmen Fäden in der Kette (eventuell auch im Schuß) zwecks Steigerung der Bauschigkeit²¹ bzw. zur Erzielung von Reliefmustern, Schlingen, eines persianerfällähnlichen Effektes usw.²² bekannt. Kombinationen verschiedener Bindungsarten mit dem Ausschrumphen sind patentrechtlich geschützt²³⁻²⁷.

Wird als Grundfaden bei der Herstellung von Plüschware ein hochschrumpfbares Garn eingesetzt, dann wird nach dem Ausschrumphen des Garns eine Verfestigung der Maschenware erzielt²⁸. Schrumpfbare Garne können aber auch für die Schlingenbildung bei der Herstellung von Geweben oder von Maschenwaren eingesetzt werden²⁹.

Durch mustergemäße Anwendung eines ein Hochschrumpfgarn enthaltenden Textilmaterials können durch das Ausschrumphen der Ware Reliefeffekte erzielt werden³⁰.

Die Anwendung hochschrumpfbaren Garne in textilen Verbundstoffen wird durch eine Reihe von Patenten geschützt. So kann zum Beispiel ein Hochschrumpfgarn zur Verfestigung eines Textilmaterials als Binde-faden³¹ oder für die Schlingenbildung auf einer oder auf beiden Seiten eines Nähgewirkes verwendet wer-

den^{32,33}. Wird ein solches schrumpfbares Garn als Binfaden eingesetzt und mit einem schrumpfarmen Garn mustergemäß bei der Fadenlegung variiert, dann ergibt dies nach dem Ausschrumpfen der Nähwirkware einen Artikel mit ausgeprägtem Reliefmuster³⁴.

Hochschrumpfgarne werden aber auch zur Steigerung der Gewebedichte^{35,36} bzw. der Dichte von getufteten Textilien³⁷ verwendet. (Streifen aus schrumpfbaren Garnen in der Kette haben nach dem Ausschrumpfen ein Auswölben der Ware zur Folge.) Die Ware eignet sich als Grundgewebe für Teppiche, als Einlagestoffe in Anzüge für extrem kaltes Klima³⁸ u. a. m. Die umfangreichen Möglichkeiten der Ausnützung von hochschrumpfbaren Fasern und Garnen bei der Erzeugung von textilen Flächegebilden sind in der einschlägigen Fachliteratur beschrieben³⁹⁻⁵⁰.

Den Gegenstand dieses Beitrages bildet die Verwendung von Hochschrumpfgarnen zur Erzeugung reliefgemusterter Maschenwaren nach dem TEXO-VELA-Verfahren sowie die Entwicklung einer Technologie für die Erzeugung feiner voluminöser textiler Flächegebilde.

c) Das Schrumpfen eines textilen Flächegebildes in einem System textiler Flächegebilde

Es werden zwei oder mehrere textile Flächegebilde mit verschiedenem Schrumpfermögen verwendet, die mustergemäß durch Bindemittel⁵¹⁻⁵³ chemisch verbunden, gesteppt, nähgewirkt, durchgenäht⁵⁴⁻⁵⁸ oder genadelt werden.

4. durch Kombination der unter Punkt 1, 2 und 3 angeführten Systeme.

Der Gedanke liegt nahe, daß die Ausnützung des Schrumpfermögens durch eine Kombination der aufgezählten Textilsysteme auch technisch möglich wäre.

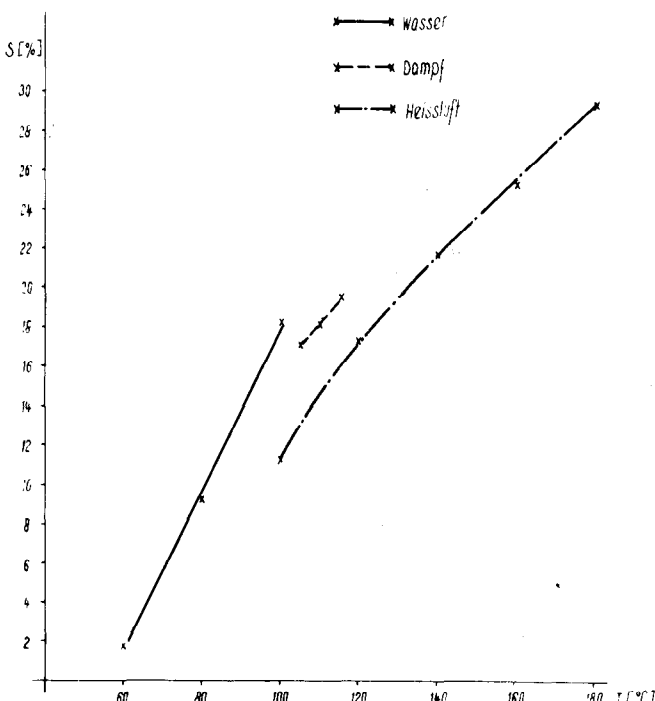


Abb. 1: Der Einfluß von Schrumpfungsmedium und Behandlungstemperatur auf das Schrumpfen von VELANA Nm 48/2 (dtex 210 x 2)

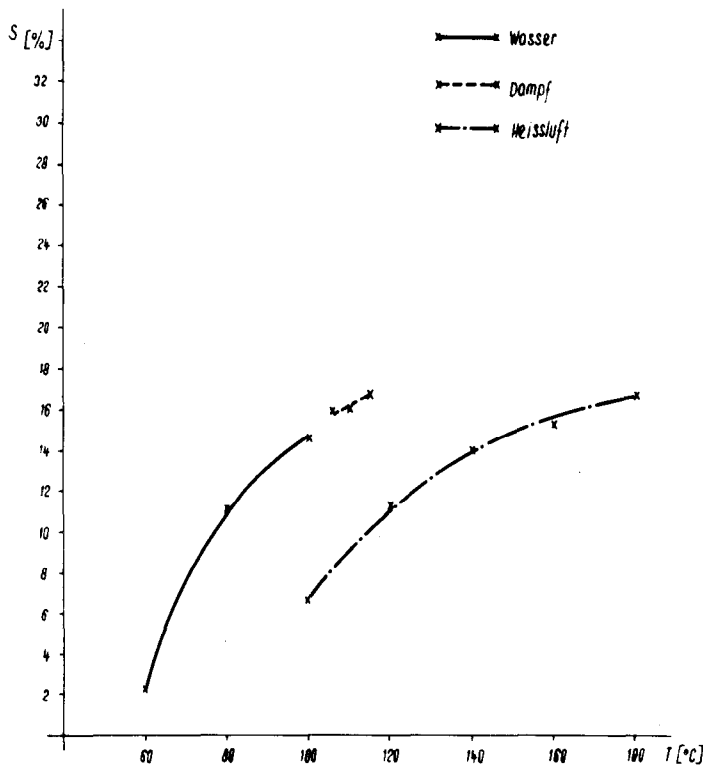


Abb. 2: Der Einfluß von Schrumpfungsmedium und Behandlungstemperatur auf das Schrumpfen von COURTELLE Nm 38/2 (dtex 260 x 2)

B. Schrumpfermögen und Schrumpfungskraft synthetischer Garne

Folgende Faktoren beeinflussen das Schrumpfermögen und die Schrumpfungskraft synthetischer Garne:

- Art und Type der Hochschrumpffaser,
- Anteil an schrumpfbaren Fasern im Garn,
- Spinnverfahren,
- Garnnummer,
- Garndrehung,
- Art und Temperatur des Schrumpfermediums,
- Dauer des Schrumpfens usw.

Schrumpfermögen und Schrumpfungskraft eines synthetischen Garns aus VELANA-S-Copolyesterfasern und COURTELLE-Polyacrylfasern werden in den nachstehenden Abbildungen (Abb. 1—4) veranschaulicht.

Den Einfluß des Schrumpfermediums und der Temperatur auf den Schrumpferwert eines VELANA-Garns Nm 48/2 (dtex 210 x 2) zeigt Abbildung 1, den Einfluß des Schrumpfermediums und der Temperatur auf das Ausschrumpfen eines COURTELLE-Garns Nm 38/2 (dtex 260 x 2) zeigt Abbildung 2. Der Einfluß des Schrumpfermediums und der Temperatur auf die Schrumpfungskraft eines VELANA-Copolyestergarnes Nm 48/2 (dtex 210 x 2) ist in Abbildung 3, der Einfluß des Schrumpfermediums und der Temperatur auf die Schrumpfungskraft eines COURTELLE-Garns Nm 38/2 (dtex 260 x 2) ist in Abbildung 4 dargestellt.

Den graphischen Darstellungen ist zu entnehmen, daß sich die Fixiertemperatur, ganz besonders aber das Fixiermedium, weitgehend auf die Schrumpfungskraft sowohl von VELANA- als auch von COURTELLE-

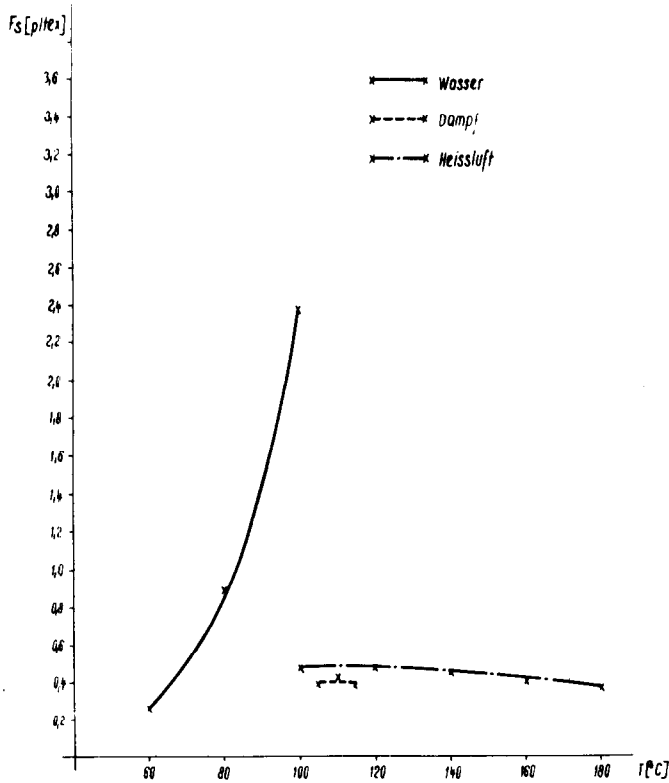


Abb. 3: Der Einfluß von Schrumpfungsmedium und Behandlungstemperatur auf die Schrumpfungskraft eines VELANA S-Garnes Nm 48/2 (dtex 210 x 2) (F_s = Schrumpfungskraft in p/tex)

Garnen auswirkt. Ausgehend von diesen Tatsachen ist ein entsprechendes technologisches Verfahren des Schrumpfens (Bauschens) von Garnen und textilen Flächengebilden zu wählen. Die Schrumpfungskraft erwies sich dabei als ein besonders wichtiger Faktor

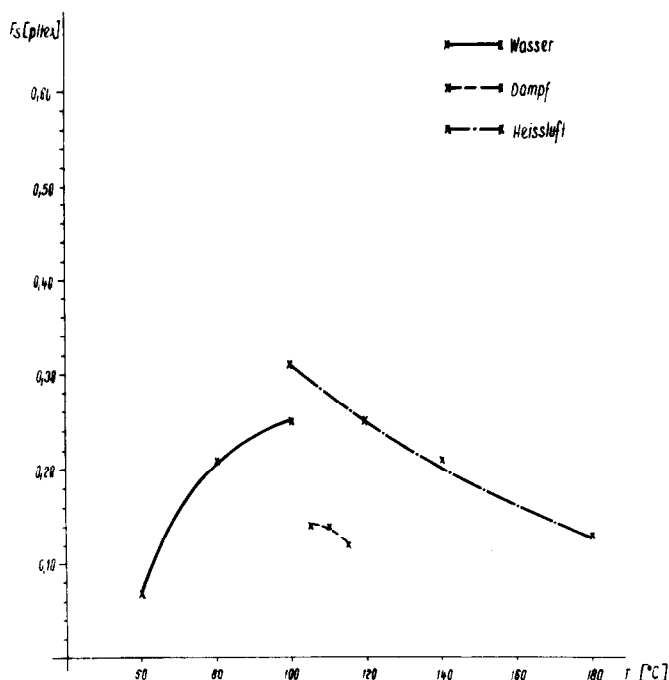


Abb. 4: Der Einfluß von Schrumpfungsmedium und Behandlungstemperatur auf die Schrumpfungskraft eines COURTELLE-Garnes Nm 38/2 (dtex 260 x 2) (F_s = Schrumpfungskraft in p/tex)

nicht nur im Hinblick auf das Bauschen von Garnen, sondern — und dies vor allem — für diejenigen Technologien, bei denen das Schrumpfvermögen zur Erzielung von Reliefmustern textiler Flächengebilde (z. B. beim TEXO-VELA-Verfahren zur Erzeugung von Plüschartikeln usw.) ausgenützt wird. Es handelt sich dabei um Verfahren, bei denen das Hochschrumpfgarn während des Schrumpfens eine gewisse Arbeit, nämlich eine Deformation der schrumpfarmen Faserkomponenten, Garne oder textilen Flächengebilden in einem gegebenen Textilsystem, leisten muß.

Der Einfluß von Temperatur und Fixiermedium auf die Voluminösität von VELANA- und COURTELLE-Garnen wird aus den Abbildungen 5 und 6 ersichtlich. Abbildung 5 zeigt diesen auf die Bauschigkeit und Abbildung 6 den auf den Bauschigkeitskoeffizienten vorgenannter Garne.

Allgemein kann die Bauschigkeit textiler Gebilde als eine Mehrfaktorengröße mittels der Gleichung⁵⁷

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots)$$

definiert werden.

Als wichtigster Faktor, der die nach dem Prinzip des Ausschumpfens mindestens einer Komponente eines Textilgebildes erzielbare Bauschigkeit beeinflusst, ist die Abhängigkeit dieser Bauschigkeit vom Schrumpfungswert einzelner Komponenten des gegebenen Textilsystems nach der Gleichung

$$B = f(\Delta s)$$

zu betrachten, wobei mit B die Bauschigkeit und mit Δs die Schrumpfungsdifferenz der einzelnen Komponenten eines Textilsystems (Faser, Garn, textiles Flächengebilde) bezeichnet wird.

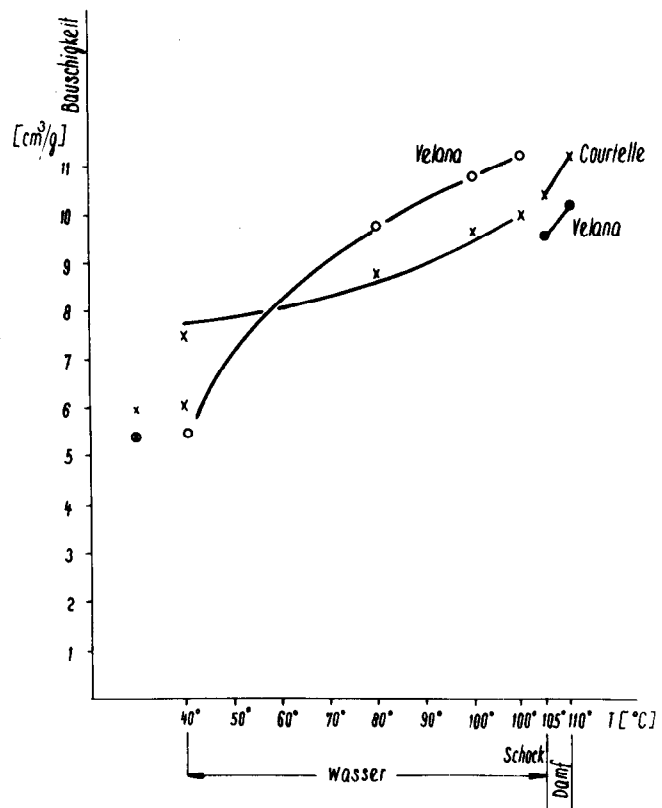


Abb. 5: Der Einfluß von Fixiertemperatur und Fixiermedium auf die Bauschigkeit von aus VELANA und COURTELLE erzeugten Garnen

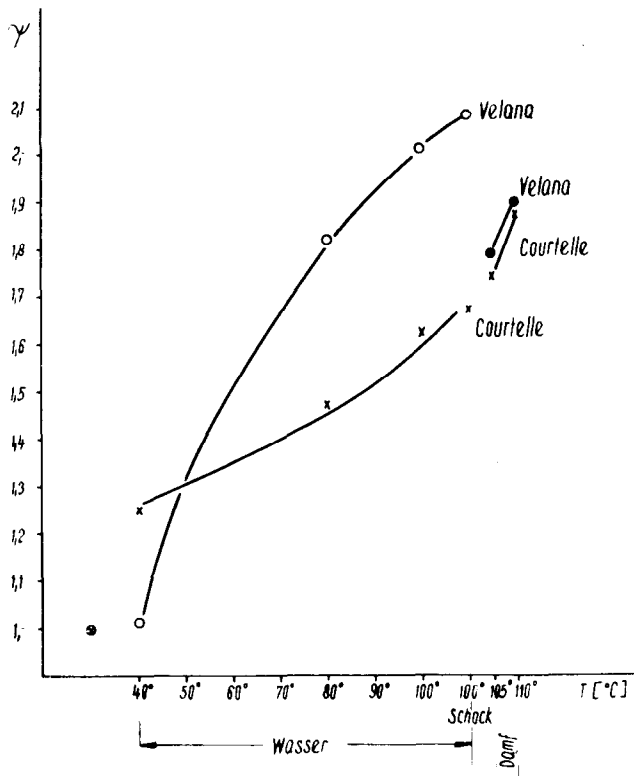


Abb. 6: Der Einfluß von Fixiertemperatur und Fixiermedium auf den Bauschigkeitskoeffizienten von aus VELANA und COURTELLE erzeugten Garnen

C. Die Erzeugung reliefgemusterter Maschenwaren (TEXO-VELA-Verfahren)

Reliefgemusterte textile Maschenwaren können sowohl auf Strick- als auch auf Wirkmaschinen hergestellt werden. Das Reliefmuster kann durch Bildung von Maschen unterschiedlicher Fadenzlänge für das Reliefmuster und für die Grundware erzielt werden.

Bei den bis jetzt bekannten Verfahren zur Erzeugung von Rechts/Rechts-Maschenwaren werden die Reliefmuster durch Kombination von R/R- und R/L-Maschenreihen, die gegenseitig nach einem festgelegten Muster verbunden wurden, erhalten. Die Höhe des Reliefmusters ist von der Differenz der die R/R- und R/L-Maschen bildenden Fadenzlänge abhängig. Die Höhe des Reliefs kann aber darüberhinaus auch durch die Anzahl der R/L- und R/R-Maschenreihen in gewissem Maße beeinflusst werden.

Die Forschungsergebnisse haben erwiesen, daß reliefgemusterte Maschenwaren, insbesondere aber R/R-Waren, nach einer speziellen Technologie durch Einsatz von Hochschrumpffasern erzeugt werden können⁵⁸⁻⁶¹. So werden beispielsweise für die Erzeugung eines Double-Jerseystoffes zwei Garnarten mit unterschiedlichem Schrumpfwert, gegebenenfalls auch mit unterschiedlicher Farbstoffaffinität, verarbeitet. Es konnte festgestellt werden, daß die Schrumpfungsdifferenz der beiden Fadensysteme mindestens 15 bis 20 % betragen muß, wenn ein gewisser Effekt erzielt werden soll. Fäden mit einem höheren Schrumpfwert

(15—40 %) bilden den Grund der Maschenware, gleichzeitig aber auch den Fond des Musters. Es handelt sich vorwiegend um Stapelfasergarne, die 20 bis 40 % Hochschrumpffasern enthalten.

Für diesen Zweck eignen sich auch Mischgarne sehr gut, die schrumpfbare Synthesefasern mit Wolle enthalten. Als schrumpfbare Synthesefasern können Polyacrylfasern (ACRIBEL, ACRILAN HB, AT-928, CASHMILON, COURTELLE, CRYLOR, DOLAN, DRALON HS, DYNEL 63, LEACRIL, NITRON, ORLON 42, WOLPRYLA 65 u. a.), Polyester- oder Copolyesterfasern (DACRON Typ 651, DIOLEN HS, GRISUTEN HSR, TREVIRA 540, 550, VELANA S u. a.), Polyvinylchloridfasern (CHLORIN, MOVIL F, PIVIACID, RHOVYL 30, TREVIRA NT) oder Polypropylenfasern (NOBELEX) eingesetzt werden. Für den Grund der Maschenware können aber gleich gut auch synthetische Endlosfäden verwendet werden.

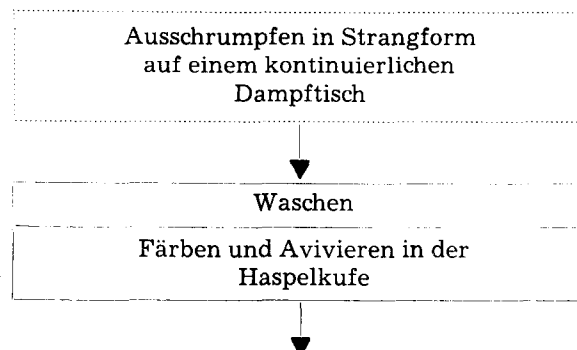
Das Muster wird aus ausgeschumpftem bzw. aus schrumpfarmem Material gearbeitet. Durch das Ausrüsten (Ausschrumpfen) der Maschenware werden diese schrumpfarmen Fäden im Muster von den hochschrumpfbaren an die Wareoberfläche (rechte Warenseite) gedrängt und bilden hier das Reliefmuster. Als nichtschrumpfbare Material wird texturierte Polyamidseide (BANLON, CHEMLON NR, HELANCA SET, KAPRON N 64 u. a.), texturierte Polyesterseide (CRIMPLENE, DACRON, DIOLEN LOFT, SLOTERA, TREVIRA 2000 u. a.) verwendet. Gleich gut können aber auch texturierte synthetische Spinnkabel feiner Titer, glatte synthetische Endlosfäden, synthetische Stapelfasergarne oder Mischgarne verarbeitet werden.

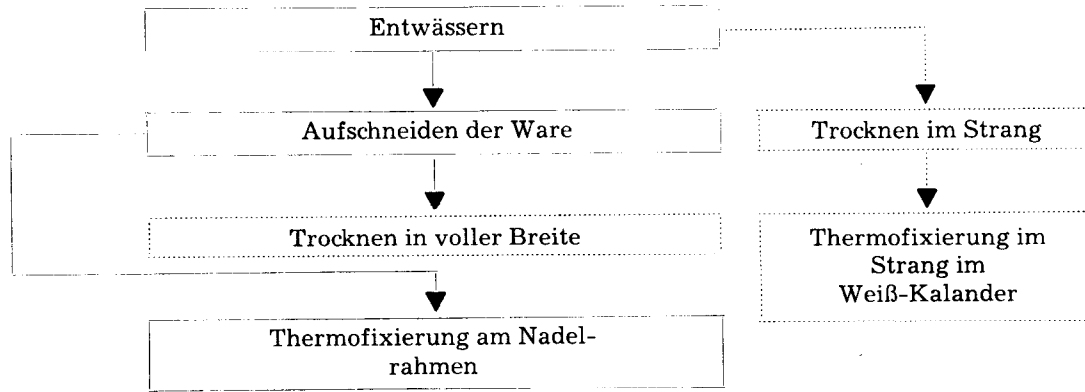
Das Ausschrumpfen der Ware erfolgt in entspanntem Zustand in kochendem Wasser, in Dampf oder mittels Heißluft in einer entsprechenden Einrichtung. Für das Ausschrumpfen eignen sich am besten Maschinen, in denen die Maschenware weder in Längsrichtung noch in der Breite zugbeansprucht wird.

Die Veredlung reliefgemusterter Double-Jerseystoffe

Bei der Entwicklung eines entsprechenden Ausrüsteverfahrens für schrumpfbare, VELANA-Garne enthaltende, nach dem TEXO-VELA-Verfahren hergestellte Maschenware konzentrierten wir unsere Arbeit auf die Festlegung der sich hierfür am besten eignenden Maschineneinrichtung, des Schrumpfungsmediums und der günstigsten Behandlungstemperatur.

Schematisch kann die Arbeitsfolge des Ausrüstungsprozesses folgendermaßen dargestellt werden:





Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen, daß man auch ohne Vorbehandlung der Ware mit Dampf günstige Resultate erzielen kann. Die Ware kann nämlich schon während des Wasch- und Färbeprozesses genügend ausgeschumpft werden, sodaß sich bereits dadurch ihre Bauschigkeit erhöht. Voraussetzung ist allerdings eine solche Materialzusammensetzung und Bindungsart, die während des Färbeprozesses nicht zur Bildung von Kochfalten neigt.

fen, jedoch ungefärbt (weiß). Die gleiche Ware, gefärbt nach dem Differential-Dyeing-Verfahren, ist in der folgenden Abbildung (Abb. 9) veranschaulicht.

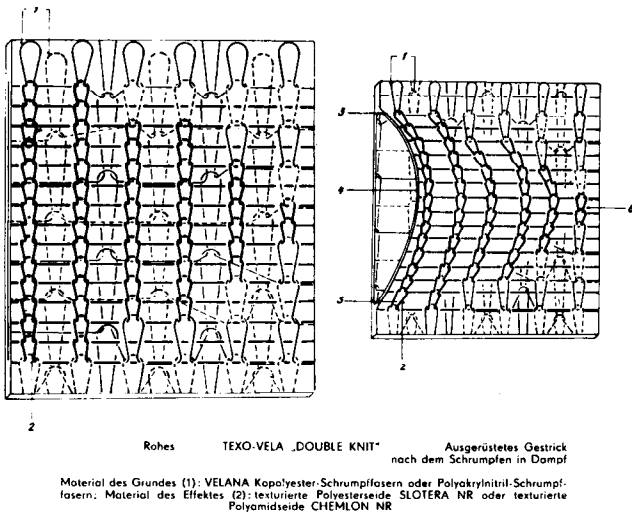


Abb. 7: Schematische Darstellung der Bindung eines nach dem TEXO-VELA-Verfahren hergestellten R/R-Gestrickes

In Abbildung 7 ist die Bindung einer Rechts/Rechts-Ware, hergestellt nach dem TEXO-VELA-Verfahren, sowohl im rohen Zustand als auch ausgeschumpft, schematisch dargestellt. Abbildung 8 zeigt die Ware ebenfalls im Rohzustand und nach dem Ausschumpfen

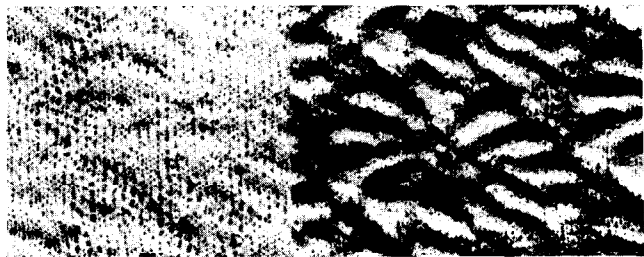


Abb. 9: Die gleiche Ware, gefärbt nach dem Differential-Dyeing-Verfahren

Das TEXO-VELA-Verfahren ist auch für die Herstellung von reliefgemusterten Kettgewirken geeignet; seine ökonomischen Aspekte können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Es werden damit ausgeprägte Reliefmuster erzielt, wie man sie mit Hilfe der herkömmlichen Strick- oder Wirktechnologien nicht erreichen kann.
- Diese ausgeprägten Reliefmuster können bei unveränderter und sogar bei gesteigerter Leistung der Maschine erzielt werden.
- Die Artikel entsprechen den neuesten Entwicklungstendenzen, die in der Kombination von texturierten Syntheseendlosfäden mit gesponnenen Stapelfasergarnen zum Ausdruck kommen.
- Beim Kombinieren der einzelnen Materialkomponenten können die Eigenschaften der jeweiligen Fasertypen im Fertigerzeugnis auf rationelle Art und Weise differenziert werden; für die rechte Wareseite können mit Vorteil die ästhetischen Eigenschaften, die hohe Scheuerfestigkeit der Fasern u. ä. ausgenützt werden, während man für die linke Wareseite vor allem Fasern mit günstigen bekleidungsphysiologischen Parametern wählt. So bildet zum Beispiel ein texturierter Polyesterfaden das Reliefmuster, während im Grund ein Mischgarn aus Polyacryl-Hochschrumpffasern mit Wolle verarbeitet wird. Nach dem Ausrüsten gelangen die Polyesterendlosfäden an die Warenoberfläche; auf der linken Wareseite befindet sich hingegen vorwiegend die Wollkomponente, was sich auf die bekleidungsphysiologischen Charakteristika des Fertigartikels, das heißt auf den Tragekomfort, positiv auswirkt.

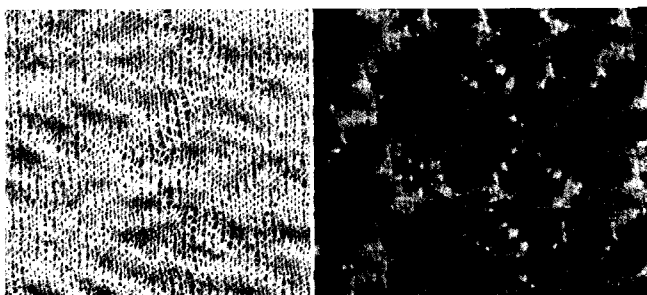


Abb. 8: Maschenware, hergestellt nach dem TEXO-VELA-Verfahren, im Rohzustand und ausgeschumpft

Dies läßt also die Schlußfolgerung zu, daß in textilen Flächengebilden, hergestellt nach dem TEXOVELA-Verfahren, eine optimale Ausnutzung der Vorteile von Syntheseseiden, insbesondere von Texturseiden, und die der gesponnenen Stapelfasergarne gewährleistet wird. Dadurch kann auch der Gebrauchswert des Fertigartikels gesteigert werden.

Somit können in einem Arbeitsgang mehrere Effekte erzielt werden:

- Reliefmuster,
- Voluminösität sowie durch Anwendung der Differential-Dyeing-Technik
- Farbmuster. Die zuletzt genannte Methode kann vor allem für kontinuierliche Verfahren bei der Fertigung von Strick- und Wirkwaren von Bedeutung sein.

D. Die Erzeugung feiner, voluminöse Hochschrumpfasern enthaltender textiler Flächengebilde

Die Konstruktion von feinen voluminösen textilen Flächengebilden aus Synthesefasern kann auf zwei Arten gelöst werden. Als wichtigster Faktor ist in beiden Fällen die Art des verwendeten Garns zu betrachten.

Die Problematik kann in folgende drei Hauptgruppen unterteilt werden:

- in die Verarbeitung texturierter Syntheseendlosfäden,
- in die Verarbeitung von Hochbauschgarnen, beruhend auf dem Prinzip der Anwendung von Hochschrumpfasern,
- in die Verarbeitung sogenannter „kombinierter Garne“, erzeugt aus texturierten Syntheseendlosfäden und Stapelfasergarnen.

Zu den kombinierten Garnen gehören vor allem solche, die man durch Verzwirnen eines texturierten synthetischen Endlosfadens und eines Kurzstapelfasergarnes (Wolle, Baumwolle, Chemiefaser) erhält, sowie Garne, in denen die Texturseide die Seele und die Kurzfasern die Garnummantelung (sogenannte Core-Garne) bilden.

Zu den kombinierten Garnen sollten auch Spinnzwirne gezählt werden, deren Seele aus Chemiefäden, vorwiegend aus synthetischen Endlosfäden, gebildet wird, mit Kurzfasern an der Oberfläche.

Das **Spinnzwirnen**, durch das ein Garn mit feintitriger Syntheseseide als Seele und mit Wolle oder Baumwolle an der Garnoberfläche entsteht, stellt ein wichtiges Herstellungsverfahren dar. Es gestattet nämlich die Erzeugung von feinen Garnen, die sich durch hohe Reiß- und Scheuerfestigkeit auszeichnen, steigert darüberhinaus die Ausspinnbarkeit von Wolle und Baumwolle sowie die Arbeitsproduktivität und Effektivität des Web- und des Strick- bzw. Wirkprozesses. Garne dieser Gruppe enthalten zwar keine texturierte Materialkomponente, spielen aber trotzdem eine wichtige Rolle in der textilen Verarbeitung und bilden sozusagen den Übergang zu jenen Garnen, die man als „kombinierte Texturgarne“ bezeichnet.

Zu den kombinierten Texturgarnen, die sowohl texturierte Syntheseendlosfäden als auch kurze Stapelfasern enthalten, gehören auch Zwirne mit minde-

stens einem texturierten synthetischen Endlosfaden und einem Faden aus Natur- oder Chemiefasern.

Es gibt hier eine Fülle von Kombinationsmöglichkeiten für texturierte Garne auch mit Fasern anderer Form, die noch weitaus nicht ausgenutzt ist.

Eine dieser neuen Typen kombinierter Texturgarne, die sich sowohl für das Weben als auch für Stricken und Wirken eignet, ist die Kombination von schrumpfbareren Copolyestergarnen mit texturierter Polyesterseide. Es handelt sich beispielsweise um einen Zwirn folgender Zusammensetzung:

Nm 40/1 (dtex 250) VELANA BRILANT × 75 den (83,3 dtex) dehnungsarme texturierte Polyesterseide

Spindrehung: 560 Z-Drehungen/m

Zwirndrehung: 520 S-Drehungen/m

Materialzusammensetzung des VELANA-BRILANT-Garns^{62, 63}:

80 % Copolyester-Stapelfasern auf Polyäthylenterephthalat-Sulphoisophthalbasis (TESIL 31)

20 % Copolyester-Stapelfasern auf Polyäthylenterephthalat-Isophthalbasis (VELANA S)

Das Garn wird nach einem abgekürzten Baumwollspinnverfahren ausgesponnen. Die Wahl dieses ungewöhnlich niedrigen Prozentsatzes an Hochschrumpfasern ist darauf zurückzuführen, daß hier ein Schrumpfvermögen angestrebt wird, das die an die Konstruktion des Gewebes bzw. des Gestrickes gestellten speziellen Anforderungen erfüllt.

Einige physikalisch-mechanische Eigenschaften dieses kombinierten Texturgarnes sind den Abbildungen 10 bis 12 zu entnehmen. Abbildung 13 stellt hingegen die Struktur eines solchen kombinierten Texturgarnes — roh und nach dem Ausschrumpfen — dar.

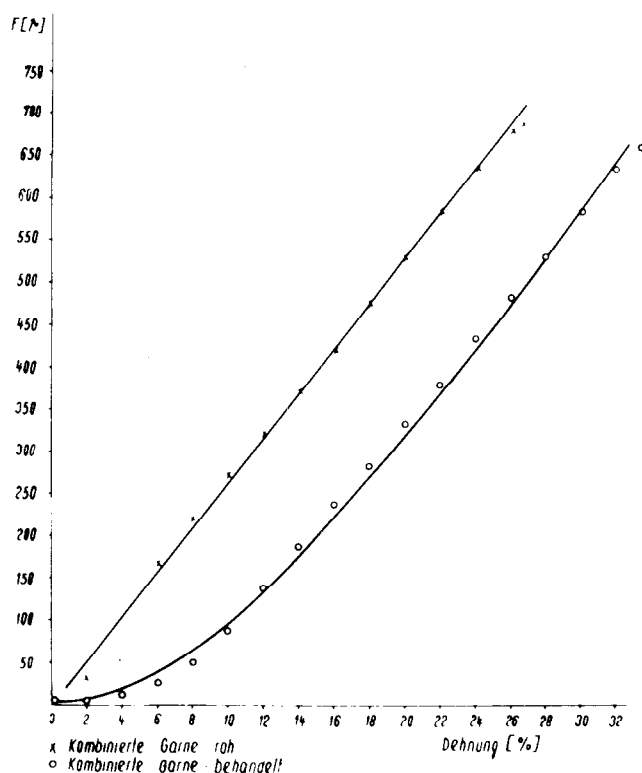


Abb. 10: Kraft-Dehnungsdiagramm eines „kombinierten Texturgarnes“

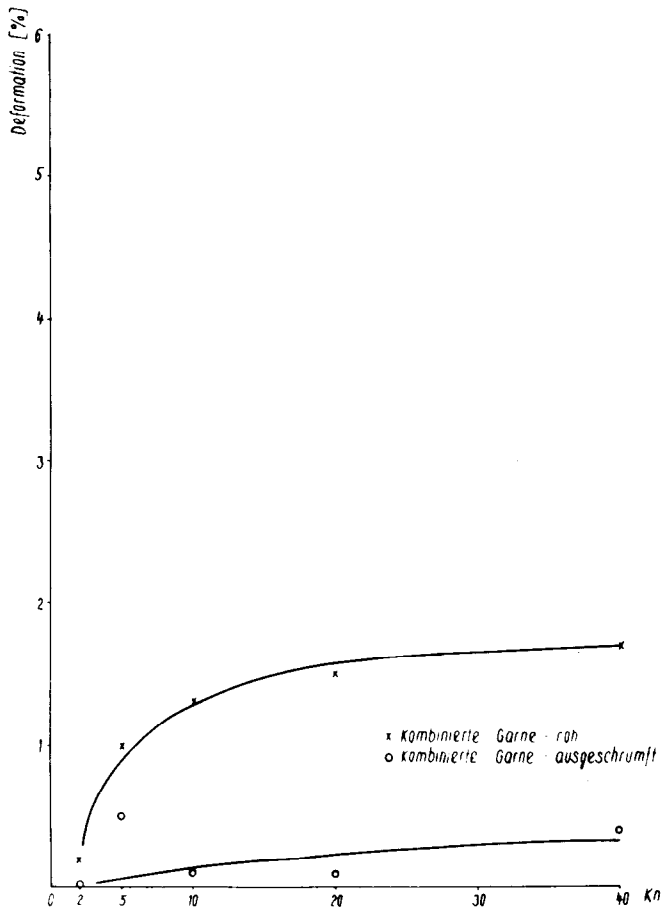


Abb. 11: Bleibende Deformation (in %) eines „kombinierten Texturgarnes“, roh und ausgeschrumpt, in Abhängigkeit von der Kurvenanzahl (Kn).
Bei 5%iger Dehnung, zyklisch auf dem INSTRON-Prüfgerät beansprucht.

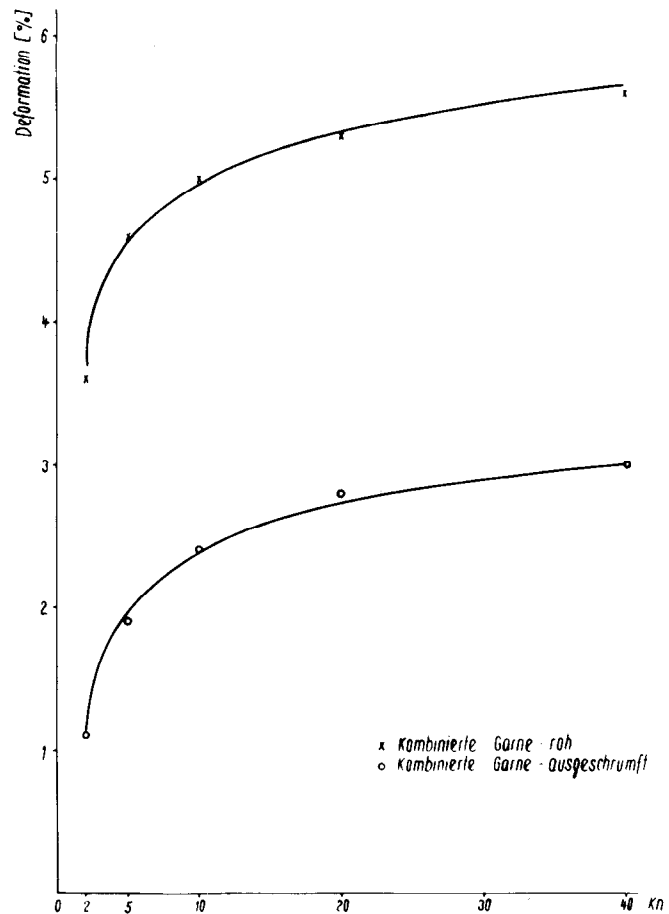


Abb. 12: Bleibende Deformation (in %) eines „kombinierten Texturgarnes“, roh und ausgeschrumpt, in Abhängigkeit von der Kurvenanzahl (Kn).
Bei 10%iger Dehnung, zyklisch auf dem INSTRON-Prüfgerät beansprucht.

Aus dem soeben beschriebenen Garn wurde ein für das Bedrucken bestimmtes Gewebe konstruiert und dieses auch mit Erfolg unter Betriebsbedingungen geprüft. Das Garn ist auch für die Herstellung spezieller Maschenwarenarten geeignet.

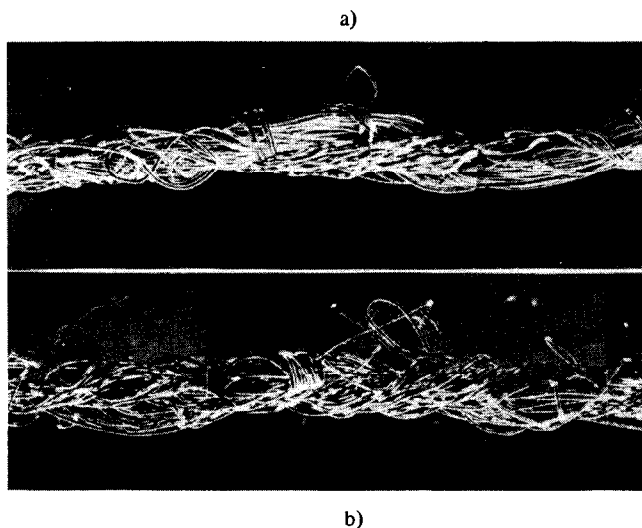


Abb. 13: Struktur eines „kombinierten Texturgarnes“
a) im rohen Zustand
b) nach dem Ausschrumpfen

Für die aus dem oben erwähnten Garn erzeugten Gewebe ist eine bestimmte textile Oberflächenstruktur kennzeichnend. Diese Artikel kommen Kaschmirgeweben aus feinen Wollgarnen nahe, sind geschmeidig und weisen eine hohe Knitterfestigkeit auf. Sie gewährleisten darüberhinaus Tragekomfort und sind — ähnlich wie alle übrigen Gewebe und Maschenwaren, die Polyester enthalten — pflegeleicht.

Die hohe Knitterfestigkeit des Gewebes ist aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1: Einfluß der Ausrüstung auf die Knitterfestigkeit von Geweben aus kombinierten Texturgarnen (untersucht mittels AKU-Test)

Gewebemuster	roh	ausgerüstet*
Aussehen — verglichen mit den Etalons:		
sofort	3	8
nach 1 Stunde	3	8
nach 2 Stunden	3	8
nach 24 Stunden	3—4	8

* 8 Stufen nach photographischen Etalons, wobei die Stufe 8 die höchste und die Stufe 1 die niedrigste Knitterfestigkeit kennzeichnet.

Die Werte in Tabelle 1 spiegeln die hohe Bedeutung, die der Thermofixierung und der Veredelung in bezug auf die Qualität des Fertigerzeugnisses zuzumessen ist, wider.

Abbildung 14 stellt die Oberflächenstruktur eines Gewebes im rohen Zustand und ausgerüstet (nach dem Ausschrumpfen) dar.

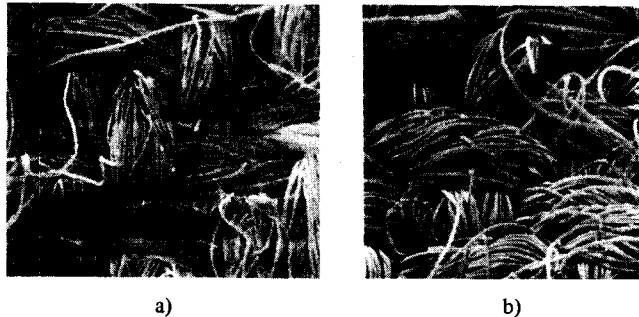


Abb. 14: Oberflächenstruktur eines aus einem „kombinierten Texturgarn“ erzeugten Gewebes
 a) im rohen Zustand
 b) nach dem Ausschrumpfen

Die ökonomischen Aspekte der Verarbeitung kombinierter Texturgarne sind folgende:

- Gewebe und Maschenwaren daraus vereinen in sich die positiven Eigenschaften sowie den Charakter von aus texturierten Syntheseendlosfäden und Stapelfasergarnen erzeugten Textilien.
- Der texturierte Polyesterendlosfaden steigert die Reißfestigkeit des kombinierten Garns, was in einer wesentlich geringeren Fadenbruchzahl in Weberei und Strickerei zum Ausdruck kommt und damit zur Steigerung der Arbeitsproduktivität beiträgt.
- Das Stapelfasergarn aus Copolyesterfasern wird nach einem abgekürzten Baumwollspinnverfahren ökonomisch vorteilhaft ausgesponnen, wobei auch die Möglichkeit der Anwendung von nach dem Offen-End-Spinnverfahren hergestellten Garnen besteht.

Eine weitere interessante Kombination stellt ein aus einem Syntheseendlosfaden (üblicherweise aus einem texturierten Faden) hergestelltes Core-Garn dar, das auf einer Feinspinnmaschine mit einem Gemisch hochschrumpfbare und ausgeschrumpfter Synthesestapelfasern umspinnen wird.

E. Das Formen von Textilien zwecks Herstellung formgerechter Bekleidungsartikel

Die Entwicklung von synthetischen Textilmaterialien, die über spezielle Eigenschaften, vor allem über Thermoplastizität und Schrumpfvormögen, verfügen, ermöglichen die Erzeugung von Bekleidungsartikeln nach einem neuen Herstellungsverfahren: durch „Formen“.

Die Herstellung von formgerechten Textilien durch Formen erscheint höchst attraktiv, mag sie auch keine Neuheit sein. (Es kann in diesem Zusammenhang auf das Formen von nahtlosen Damenstrümpfen und Damenfeinstrumpfhosen hingewiesen werden.) Es erhebt sich dabei die Frage, weshalb einige Erzeuger von Textilartikeln in jüngster Zeit gerade am Formen zwecks Herstellung formgerechter Bekleidungsartikel

erhöhtes Interesse zeigen. Dies ist vor allem auf die Bemühungen um eine Rationalisierung des Fertigungsprozesses zurückzuführen. Darüberhinaus kann durch Formen auch der Gebrauchswert des Endproduktes gesteigert werden.

Die hohe Leistungsfähigkeit der modernen Textilmaschinen, ganz besonders aber der Strick- und Wirkmaschinen, verursacht nämlich, daß sich der Widerspruch zwischen der Fertigung von Meterware einerseits und der Fertigung von Bekleidungsartikeln in der Konfektionsindustrie andererseits ständig vertieft. So erfordert zum Beispiel die Konfektionierung eines Jersey-Damenkleides oder einer Jersey-Herrenhose eine 10- bis 20mal längere Arbeitszeit als die Herstellung der für sie benötigten Meterware. Auch in naher Zukunft sind durch Vervollkommnung von Organisation und Technologie der Konfektionierung keine so großen Veränderungen zu erwarten, daß sie die entscheidenden Parameter des Herstellungsprozesses beeinflussen würden. Ich denke dabei insbesondere an eine Verkürzung der Arbeitszeit in den Konfektionsbetrieben.

Auch von seiten der Modeschöpfer ist keineswegs zu erwarten, daß sie eine solche Mode einführen beziehungsweise daß die Frauen eine Mode in der Art indischer Saris akzeptieren würden, das heißt eine solche, die bloß viele Meter an Textilien ohne Konfektionierung benötigte. Und so kann vorausgesagt werden, daß sich diese sogenannte „ökonomische Schere“ (d. h. der Unterschied zwischen den Arbeitszeiten beim Stricken bzw. Wirken und jenen für das Konfektionieren) auch weiterhin „öffnen“ wird, da mit einer weiteren Leistungssteigerung der Strick- und Wirkmaschinen ebenso wie mit einer der Webmaschinen gerechnet werden muß.

Welche Lösung sehen nun wir, die wir uns mit der dies alles betreffenden Forschung befassen?

Wir sehen die Lösung in der Beseitigung der Schere selbst, das heißt in einer Einschränkung des Zuschneidens der textilen Flächengebilde. Dies führt zu einer Ersparnis an Nähten ohne irgendwelche negative Beeinflussung des Gebrauchswertes des Fertigproduktes. Im Gegenteil — unter Umständen weisen nahtlose Artikel sogar einen höheren Gebrauchswert auf als konventionell konfektionierte Erzeugnisse.

Was die physikalisch-mechanischen Merkmale einer Maschenware im allgemeinen anbelangt, so unterscheiden sich diese sehr wesentlich von denen eines Gewebes. Trotzdem wird der überwiegende Anteil von gestrickten bzw. gewirkten Oberbekleidungs- und Wäscheartikeln auf ähnliche Weise erzeugt wie jene aus Geweben. Auf diesem Wege wird jedoch von einigen spezifischen Merkmalen für aus synthetischen Materialien erzeugte Maschenwaren kein Gebrauch gemacht. Es ist bekannt, daß Synthesefasern thermofixiert bzw. daß die aus ihnen erzeugten Artikel auf entsprechenden Formen plastifiziert werden können.

Das Formen von Polyamid-Damenstrümpfen inspirierte unsere Forscher zur Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung „geformter Hosen“. Mit den Forschungsarbeiten wurde im Jahre 1971 begonnen, und es wurde die Problematik der Formgestaltung durch thermische Behandlung sowie das Formen der Hosen aus einem einzigen Stück auf einer zweiseitigen Form gelöst. Es handelt sich dabei um sogenannte „Einstück-Hosen“ aus texturierter Poly-

esterseide. Gegenwärtig befassen wir uns mit der Erzeugung zweiteiliger Hosen, wobei jedes Hosenbein separat auf einer einfachen Form geformt wird. Dieses Verfahren wurde unter der Bezeichnung „DUOPART“ bekannt⁶⁴.

In Abbildung 15 wird die Herstellung von Hosen nach dem DUOPART-Verfahren schematisch dargestellt.

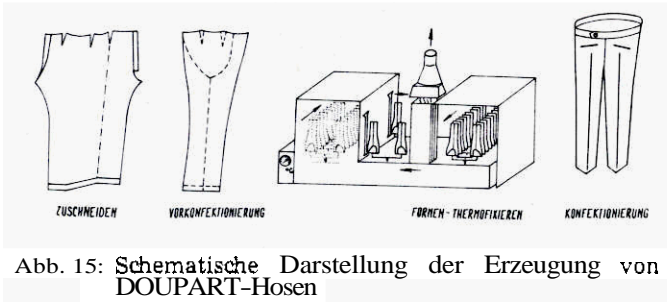


Abb. 15: Schematische Darstellung der Erzeugung von DUOPART-Hosen

Prinzip des DUOPART-Verfahrens

Material:

Dehnungsarme texturierte Polyester- oder Polyamidseide, eventuell in Kombination mit gesponnenen synthetischen Stapelfasergarnen mit einem geringeren Prozentsatz an Naturfasern.

Maschenware:

Es wird eine auf einer Großrundstrickmaschine, auf einer Raschelmaschine bzw. auf einem Kettenwirkautomaten hergestellte Ware verwendet, die in voller Breite auf einem Fixierrahmen bei 130 °C mit Heißluft vorfixiert wird.

Formen:

Die einzelnen Beinteile werden dem Schnitt gemäß durch Ausführung der Schrittnaht und Ausschneiden des entsprechenden Ausschnittes im hinteren Hosenteil vorbereitet und anschließend auf einer speziellen Maschine (z. B. auf der TRICOSET-Maschine) auf entsprechende Metallformen aufgezogen und mittels Heißluft bei einer Temperatur zwischen 155 und 160 °C 3 bis 5 Minuten lang (gewichts- und materialabhängig) fixiert.

Das Formen erfolgt kontinuierlich.

Der Arbeitsvorgang des Formens von Hosen ist in Abbildung 16 dargestellt.

Konfektionieren:

Die zu Paaren sortierten Beinteile werden durch Zusammennähen der beiden Teile, durch Aufnahmen des Hosenbundes sowie Ausführen des Hosenschlitzes, des Einschleges und der Taschen fertigkonfektioniert. Die Falten sind permanent und brauchen auch nach wiederholtem Waschen nicht gebügelt zu werden.

Kennzeichnende Merkmale:

Für die soeben beschriebenen Hosen ist ein vereinfachtes Verfahren der Konfektionierung kennzeichnend, das darauf beruht, daß die Seitennähte wegfallen, wodurch ebenfalls Material eingespart wird, was in einem höheren ökonomischen Nutzeffekt zum Ausdruck kommt.

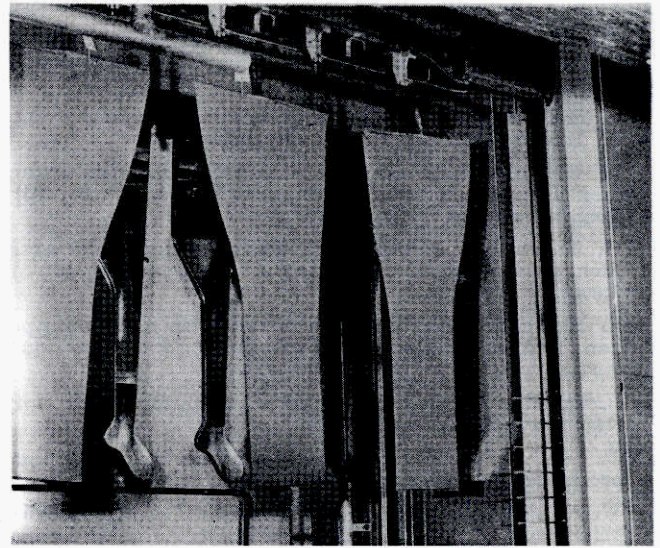


Abb. 16: Formen von Hosen auf einer Thermofixieranlage

Anwendungsbereich:

Hosen für Reisen, für den Beruf, für die Freizeit (in Kombination mit einer Jacke, einem Pullover oder einem Blouson bzw. einem Sportsakko).

Gleichzeitig mit der Entwicklung von sogenannten DUOPART-Hosen wurde auch die Möglichkeit einer Erzeugung zweiteiliger Hosen aus Schlauchware, das sogenannte DUONIT-Verfahren, untersucht. Letzteres kommt der Herstellung von nahtlosen Damenstrümpfen nahe. Es gibt Anzeichen dafür, daß dieses Verfahren kontinuierlich vom Stricken bis zum Verpacken des Fertigartikels entwickelt werden kann.

Für das DUOPART-Verfahren sind folgende ökonomische Vorteile von Bedeutung:

- Weniger Aufwand beim Zuschneiden.
- Weniger Aufwand beim Nähen.
- Das Thermofixieren des Materials sowie das Bügeln der Hosen wird durch einen einzigen Arbeitsgang — das Formen — ersetzt.
- Einsparung von Textilmaterial.

Unter Umständen können auch Gewebe, die entsprechende Synthesefasern enthalten, auf eine gewünschte Form gebracht werden. Ähnliche Möglichkeiten bestehen auch bei textilen Verbundstoffen.

F. Zusammenfassung

Die im Vortrag erwähnten drei Verfahren sind nur Beispiele, herausgegriffen aus einer Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten der schrumpfbaren Synthesefasern zur Herstellung von textilen Flächengebilden.

Das TEXO-VELA-Verfahren sowie das Schrumpfen von „kombinierten Texturgarnen“ wurde bereits betriebsmäßig gepriift und in die Praxis eingeführt. Weitere Typen derartiger Garne sind in Entwicklung.

Die Erzeugung von zweiteilig geformten DUOPART-Hosen wird derzeit unter Betriebsbedingungen untersucht und die Aufnahme der Produktion vorbereitet. Die nach diesem Verfahren hergestellten Artikel sind vorwiegend für die Freizeitkleidung jüngerer Verbraucher bestimmt.

Literatur:

- 1) P. A. Koch: „Bikomponentenfasern“; Chemiefasern 4 (1970)
- 2) Brand, Backer: „Mechanical principles of natural crimp of fiber“; Text. Res. J. 1, 39—49 (1962)
- 3) M. D. Rejn, V. P. Krapotkin, Ajzenstejn: „Erzeugung und Verarbeitung von Bikomponentenfasern“; Textil. Promischlennost 7, 30—33 (1970)
- 4) H. Cherdron: „Aufbau und Eigenschaften polymerer Mehrphasensysteme“; Lenzinger Berichte 30, 44—51 (1970)
- 5) E. Heim: „Filamentmischgarne — eine neue Gruppe von Endlosfasern“; Lenzinger Berichte 32, 129—133 (1971)
- 6) „Courtelle — High-bulk Yarns“; Courtaulds Techn. Bul. (1963); 6/2 (1966)
- 7) J. Edmé: „Les fils high-bulk en acryliques — leur propriétés“; L'Industrie textile, 1020, 126 (1973)
- 8) W. Albrecht, P. E. Knappe: „Über die Einsatzmöglichkeiten von Diolen-Hochschruppfasern“; Chemiefasern 1, 3—12 (1969)
- 9) P. E. Knappe: „Aufbau und Eigenschaften von Handstrickgarne aus Polyester und Polyester-mischungen“; Text. Ind. 11, 848—852 (1970)
- 10) F. Jakob: „Polyesterfasern der zweiten Generation“; Lenzinger Berichte 32, 56—64 (1971)
- 11) Pamm u. a.: „Ein neues Garnkonzept — Acrylfasern in Weberei und Strickerei“; Lenzinger Berichte 32, 90—94 (1971)
- 12) W. Müller: „Europäischer Trend in der Entwicklung von Oberbekleidungsstoffen“; Chemiefasern 10, 885—891 (1971)
- 13) B. Piller u. a.: „Bulked Yarns. Production, Processing and Applications“; The Textile Trade Press, Manchester, SNTL Publishers of Technical Literature, Prague 1973
- 14) P. Hempel: „Zur Bestimmung der Bauscheigenschaften von PVY-F-Hochbauschfäden. Formeln — Faserstoffe — Fertigware“; Informationen 2, 20—29 (1973)
- 15) F. P. 1 408 942 (Rhovyl)
- 16) F. P. 1 407 319 (British Nylon Spinners)
- 17) Brit. P. 1 131 026 (Artos)
- 18) F. P. 2 121 768
- 19) CS-P. 134 240 (Pohl, Skála - Wollforschungsinstitut)
- 20) Brit. P. 1 080 222 (ICI)
F. P. 1 596 515
DOS 1 760 917 (Montecatini)
- 21) F. P. 1 391 352 (Farbwerke Hoechst AG)
- 22) F. P. 1 221 751 (Société Rhovyl)
- 23) US-P. 2 738 566 (Carter Co.)
- 24) F. P. 1 183 433 (Heberlein AG)
- 25) US-P. 2 757 437
- 26) US-P. 2 635 648 (US Rubber Co.)
- 27) Sowj. P. 239 492 (W. Bogdanowitsch, M. Golota)
- 28) US-P. 2 705 880 (Borg Co.)
- 29) Brit. P. 145 840 (Waters)
- 30) DOS 1 069 560 (Demagny)
- 31) Brit. P. 1 184 555 (Courtaulds Ltd.)
- 32) DDR-P. 29 822 (H. Zschunke, S. Ploch)
- 33) US-P. 3 327 501 (Crompton and Knowles)
- 34) CS-P. 151 163, analog F. P. 2 011 835 und CN-P. 917 890
- 35) F. P. 912 471 (Société Rhodiacta)
- 36) F. P. 908 367 (Société Rhodiacta)
- 37) US-P. 3 017 847 (Collins and Aikman)
- 38) US-P. 2 627 644 (US Rubber Co.)
- 39) US-P. 2 977 664 (Collins and Aikman)
- 40) F. P. 1 327 157 (Du Pont)
- 41) US-P. 2 071 165 (US Rubber Co.)
- 42) US-P. 2 713 193
- 43) US-P. 2 524 895 (Celanese)
- 44) F. P. 1 347 496
- 45) B. Reichstädter: „Technologie der Herstellung und Verarbeitung von Bauschgarnen aus PES-Fasern“; Festvortrag — Wissenschaftlicher Kongreß „800 Jahre Leipziger Messe“ 1965
- 46) J. Timm; Chemiefasern 7, 498 (1967)
- 47) B. Piller, B. Koudelka, O. Strnad: „Neues Sortiment von Nähwirkstoffen in der CSSR“; Textil. Promischlennost 3 (1972)
- 48) B. Piller, Z. Kochta: „Bindungskombinationen und die Arbeitsweise der ARACHNE-Nähwirkmaschine“; Mel-liand Textilber. 6, 653—658 (1972)
- 49) A. S. Tschegolja: „Einige Probleme der Modifizierung synthetischer Fasern“; Lenzinger Berichte 36, 194—196 (1973)
- 50) H. Berg: „Chemische oder physikalische Modifikationen von Chemiefasern?“; Lenzinger Berichte 36, 36—47 (1973)
- 51) F. P. 1 376 378 (Takaharu Iwami)
- 52) F. P. 1 486 618 (Celanese Ltd.)
- 53) F. P. 1 407 319 (British Nylon Spinners Ltd.)
- 54) CS-P. 127 687 (J. Krška)
- 55) US-P. 2 401 830 (Kahil)
- 56) F. P. 1 233 326 (Gridel)
- 57) B. Piller; Dissertation 1969
- 58) CS-P. 155 336 (Wirkereiforschungsinstitut), analog US-P. 3 795 569, F. P. 2 131 182, DOS 2 127 049, BRD-Gebrauchsmuster 71.226.33 (1970)
- 59) J. Suchánek: „Bauschigkeit von Garnen aus Copolyesterfasern“; Informativni přehled VUP 1/2, 13—37 (1972)
- 60) A. Sládeček: „Ausrüstung von nach der Technologie TEXO-VELA erzeugten gemusterten Maschenwaren“; Wirkereiforschungsinstitut (1972)
- 61) B. Piller: „The effect of synthetic yarn shrinkage on the geometric change of ARACHNE-stitch-bonded fabrics and double knits“; Text. Sci. Res. XIV. (1973)
- 62) CS-P. 117 159 (V. Lacko, P. Hrivnák u. a.; Forschungsinstitut für Chemiefasern)
- 63) V. Sevcíková: „Probleme der Verarbeitung und Anwendung von PES-Hochschruppfasern“; Chemiefaserkonferenz České Budějovice, ČSSR (1974)
- 64) CS-P. 150 704 (K. Bartos, V. Bezemek), analog US-P. 3 763 499, DOS 2 050 143, 7 112 722 und 7 122 723, F. P. 2 066 737, Brit. P. 1 322 578

Diskussion

Köb: Meine Damen und Herren, der Vortrag von Herrn Piller war sicher in zwei Richtungen interessant: Erstens sehen wir hier, wie ein Forschungsinstitut sich mit Aufgaben befaßt, die in unserem Bereich entweder den Entwicklungsinstituten der Chemiefaserhersteller oder aber den einzelnen Firmen überlassen sind. Zweitens — hier arbeitet ein Institut an Problemen, die später von einer nachgeschalteten Industrie übernommen werden können. Im einzelnen sind drei große Gruppen besprochen worden:

1. die Herstellung von Waren mit Reliefmuster aus verschiedenen schrumpfenden Komponenten,
2. die Herstellung von Zwirnen in Kombination,
3. die Möglichkeit der Formung von Textilien, die über das hinausgehen, was wir kennen, zum Beispiel Strümpfe und Strumpfhosen.

Darf ich Sie bitten, diese Reihenfolge einigermaßen einzuhalten und mit der Diskussion zu beginnen.

Bobeth: Herr Piller, ich muß erstmals darauf hinweisen, daß ich im nächsten Vortrag eine Variante bringe, wie man Reliefwaren herstellen kann. Ergänzend eine Frage: Wie wählen Sie die Materialien für das Schrumpfen aus? Möglicherweise legen Sie Wert auf Schrumpfkraft oder auf Schrumpfgröße? Haben Sie dafür Vorschriften? Haben Sie einen Kompromiß bezüglich dieser Eigenschaften? Wie ist die Reproduzierbarkeit solcher Waren und die Haltbarkeit des Reliefs?

Piller: Unsere Möglichkeiten sind beschränkt. Wir haben VELANA-Schrumpfgarne. Diese haben eine 25-%-Schrumpfung. Schrumpfkraft und Schrumpfgröße habe ich unter bestimmten Bedingungen anhand der Diagramme 3 und 4 gezeigt. Auch mit Polyacrylfasern haben wir Proben gemacht, aber erzeugt haben wir zur Zeit nur Ware aus VELANA-Schrumpfgarnen.

Im Betrieb arbeiten wir nur mit einem Garntyp. Wir brauchen gleichmäßige Garne, weil diese Garne unten sind und den Fond, das heißt den Grund, der Strickware bilden. Darum ist es besser, Garne nach dem Baumwollspinnverfahren, die ich im zweiten Teil meines Vortrags erwähnt habe, zu verwenden. Diese sind gleichmäßiger als die nach dem Kammgarnverfahren hergestellten Garne.

Kopp: Zum ersten, über die von Ihnen vorgestellte Technologie würden mich folgende Fragen interessieren: Erstens — wie groß ist die Flächengewichtszunahme des

Gestricktes oder des Gewirkes durch die eintretende Verdichtung? Zweitens — gibt es Erscheinungen von Verhärtungen in solchen Gebilden, zum Beispiel beim Einsatz von PC, was immerhin denkbar wäre? Drittens — ist die Schrumpfung des Flächegebildes beherrschbar, kontrollierbar und definierbar?

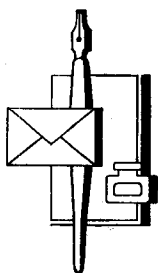
Piller: Zur ersten Frage: Die Flächengewichtszunahme beträgt ungefähr 15 % und hängt von der Schrumpfgröße ab. Zur zweiten Frage: PC-Fasern haben wir nicht geprüft, sie weisen eine zu große Schrumpfung auf, nämlich 40 %. Zur dritten Frage: Die Schrumpfung der Garne und der Flächegebilde ist kontrollierbar, und wir haben keine Schwierigkeiten.

Brückel: Zu Ihrem Themenkreis 3: Herr Dr. Piller, Sie haben zwei interessante Verfahren zur Konfektion skizziert: das eine ist das DUOPART-Verfahren, es gilt für Meterware, das andere, das DUONIT-Verfahren, das geht halbregulär.

Glauben Sie, daß die futuristische Entwicklung in der Konfektion die Fully-fashioned-Ware ohne Schittverlust oder eine Rationalisierung unter Rückgewinnung des Schnittverlustes im Recycling-Verfahren bevorzugen wird?

Piller: Zur Zeit ist bei uns eine Rundstrickmaschine mittleren Durchmessers in Entwicklung und in halbtechnischem Maßstab in Bau. Das heißt, im Falle des DUONIT-Verfahrens bleiben wir also bei der Schlauchware.

moderne bürotechnik



robert streit

WIEN · AMSTETTEN · LINZ

Alle Büromaschinen
Sämtlichen Bürobedarf
Schreibwaren
Moderne Büromöbel und Registraturen
Papier und Schulartikel
Spezial-Reparaturwerkstätte

Neuere Ergebnisse bei der strahlentechnischen Modifizierung textiler Materialien

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Bobeth
 Dr.-Ing. Adolf Heger
 Dr.-Ing. Helmar Päßler
 Institut für Technologie der Fasern, Dresden
 Akademie der Wissenschaften der DDR

Mit Hilfe energiereicher Strahlen können bekanntlich an Polymeren Vernetzungs-, Pfropfpolymerisations- und Abbaureaktionen eingeleitet werden, wodurch bemerkenswerte Eigenschaftsveränderungen erzielbar sind. Die zielgerichtete technologische Nutzung solcher strahleninitiiertener Vernetzungs- und Pfropfpolymerisationsreaktionen wird im Vortrag anhand von Beispielen erläutert.

So ist es bei richtiger Dosierung von Elektronenstrahlen und Beachtung weiterer Parameter möglich, beispielsweise an Polyolefinfolien einen bilateralen Effekt über der Foliendicke zu erzeugen. Im Falle der Spaltung solcher Folien werden Fasern erhalten, die nach einer Thermoschrumpfbehandlung eine permanente Kräuselung aufweisen.

Bei der strahlenchemisch initiierten Pfropfpolymerisation monomerer Substanzen auf Faserstoffe ist häufig die Zugänglichkeit der Faserstoffe für die zu pfropfenden Substanzen ein wesentliches Kriterium für die Nutzanwendung derartiger Verfahren. Im Falle von Polyacrylnitrilfaserstoffen nach dem Naßspinnverfahren wird ein Weg aufgezeigt, wie man diese „modifizierungsfreundlicher“ herstellen kann und welche Auswirkungen auf die Eigenschaften damit verbunden sind.

Im allgemeinen beziehen sich strahlenchemisch initiierte Pfropfreaktionen — insbesondere an synthetischen Faserstoffen — auf die Verbesserung von Hydrophilie, Antistatik, Anschmutzverhalten, Farbaufnahme und von speziellen Eigenschaften, wobei für den Technologen die Reproduzierbarkeit und das gleichmäßige Verhalten hinsichtlich der Eigenschaften in Länge und Breite der Warenbahn von besonderer Bedeutung sind. Durch spezielle Verfahrensvarianten (z. B. durch lokale Bestrahlung der Warenbahn) können jedoch auch partielle Effekte erzielt werden, die nicht nur spezifisch für eine strahlenchemische Modifizierung sind, sondern auch das Schrumpfverhalten der Faserstoffe einbeziehen. Man erhält, wie im Vortrag näher gezeigt wird, Struktur- und Farbmusterungseffekte an der Warenbahn, die interessante Aspekte für die Veredlung textiler Flächengebilde eröffnen.

Im Laborversuch sind strahlentechnische Modifizierungen relativ gut beherrschbar. Die Übertragung der strahlentechnischen Verfahren in praxisgerechte Größenordnungen ist jedoch zweifellos aufwendig und nur dann gerechtfertigt, wenn die ökonomischen Aspekte dies sinnvoll erscheinen lassen, worauf zum Schluß des Vortrages eingegangen wird.

As is well known, cross-linking, graft-polymerization, and decomposition reactions in polymers can be initiated with the aid of high-energy rays, resulting in a noticeable modification of their properties. The lecture exemplifies the technical utilization of such radiation-initiated cross-linking and graft-polymerization reactions.

Provided that the dosage of electron beams has been properly chosen and some other parameters taken into consideration, it is possible, e. g. in polyolefines, to obtain a bicomponent effect through the film thickness. When splitting up such films to fibres and treating the latter by thermoshrinkage, these fibres will show a permanent wrinkling.

The radiation-chemically initiated graft polymerization of monomeric substances to fibrous material often requires the affinity of the fibrous material to the substances to

be grafted as a decisive criterion for the industrial application of such methods. For polyacrylonitrilic fibrous material produced by a wet-spinning process a way is shown how an increased tendency for being modified can be imparted to it and how its behaviour will be influenced.

In general, radiation-chemically initiated graft reactions — particularly in case of synthetic fibres — aim at the improvement of hydrophilic, antistatic, dirt-repellent, dye-absorptive and other special properties; and for the process-planning engineer reproducibility and uniformity in behaviour in longitudinal and cross directions of the piece are of particular importance. Through variations in processing (e. g. lokal radiation of the piece in longitudinal direction) also partial effects are obtainable which are not only a specific feature owing to radiation-chemical modification but also involve the shrinkage properties of the fibres. As will be discussed more in detail in the lecture, structural and dyeing effects can be obtained in the piece which open up interesting aspects for the finishing of textile fabrics.

Laboratory tests performed regarding the radiation-technical modification are relatively well governed. The transfer of the radiation-technical processes to practical application, however, doubtless will become expensive and will be justified only if economic aspects will recommend to do so. This problem will be discussed at the end of the lecture.

Zur „Verarbeitung von Chemiespinnfasern und -filamenten sowie daraus erzeugter Flächengebilde“ — wie der Arbeitstitel dieser Chemiefasertagung lautet — gehört natürlich auch die Veredlung dieser Produkte. Von den zahlreichen Veredlungstechnologien möchte ich hier eine in der Welt bisher noch wenig praktizierte herausgreifen, und zwar die *Modifizierung textiler Materialien mit Hilfe energiereicher Strahlen*.

Es ist zwar auf früheren Dornbirner Chemiefasertagungen schon mehrfach über das Für und Wider der strahleninitiierten Pfropfung von synthetischen Faserstoffen berichtet worden, jedoch handelte es sich dabei um Laborversuche, die Aspekte einer konkreten industriellen Nutzung kaum enthielten. Da es inzwischen die für industrielle Anwendung erforderlichen leistungsfähigen Elektronenbeschleuniger in zunehmendem Maße zu kaufen gibt, erschien es uns gerechtfertigt, sich insbesondere aus technologischer Sicht mit den zahlreichen Anwendungsvarianten näher zu beschäftigen.

1. Grundsätzliches

Bevor ich auf Anwendungsbeispiele eingehe, gestatten Sie mir einige grundsätzliche Betrachtungen. Während sich die Strahlenchemie bekanntlich mit chemischen Veränderungen in gasförmigen, flüssigen und festen organischen oder anorganischen Substanzen unter dem Einfluß energiereicher Strahlen befaßt, beschäftigt sich die Strahlentechnik mit Fragen der technischen Nutzung der Primärreaktionen.

Beim Einwirken energiereicher Strahlen auf die in Frage kommenden Substanzen werden Hüllenelektronen aus den Atomen bzw. Molekülen herausgeschlagen oder diese zu höheren Energiezuständen angeregt. Das führt zur Lösung chemischer Bindungen und hat die Bildung geladener und neutraler Molekülbruchstücke zur Folge, die als Radikale vielseitige sekundäre chemische Reaktionen eingehen. Auf diesen Vor-

gängen läßt sich eine Veredlungs- bzw. Strahlentechnik aufbauen, die in unserem Falle der gezielten Eigenschaftsmodifizierung hochpolymerer Substanzen, insbesondere von Textilmaterialien, dient.

Grundsätzlich lassen sich folgende vier Nutzungsmöglichkeiten unterscheiden¹⁾:

1. Polymerisation,
2. Vernetzung,
3. Pfropfcopolymerisation,
4. Abbau.

Abbildung 1 enthält Anwendungsbeispiele und zugehörige Gesetzmäßigkeiten.

Wenn ich nun auf einige unserer Arbeiten zu sprechen komme, die zum Teil in Forschungscooperation mit in- und ausländischen Institutionen durchgeführt wurden, so handelt es sich vor allem um die Anwendungsgruppen Vernetzung und Pfropfcopolymerisation.

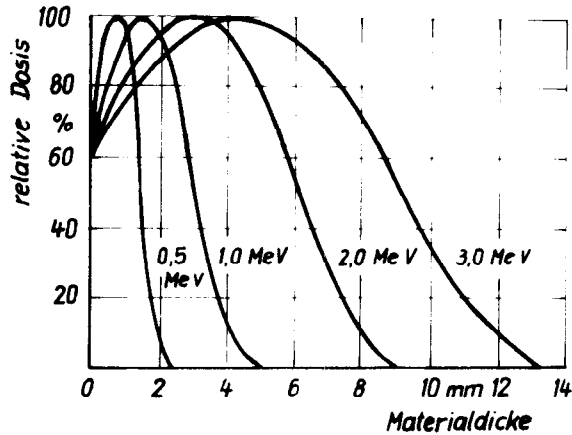


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Elektronenenergie und Eindringtiefe der Elektronen in Substanzschichten

Intensität steuern, also partiell und unterschiedlich intensiv wirksam werden lassen. Unter Nutzung der speziellen Eigenschaften der zu bestrahlenden Materialien, der aufzupropfenden Substanzen, der Hilfsmittel, der Verfahrensweise und der spezifischen Elektronenstrahlennutzung ergibt sich ein sehr komplexes Verfahrensfeld, das bei weitem noch nicht durchforscht ist. Abgesehen von der chemischen Durchdringung der auftretenden Reaktionen möchten wir ganz besonders die vorerst noch zu schwach entwickelten ingenieurtechnischen Aspekte unterstreichen, von denen es weitgehend abhängig sein wird, die möglichen Verfahren industriewirksam zu gestalten.

a) Gezielte Vernetzungsreaktionen

Bekanntlich gewinnt die Folientechnologie zur Erzeugung von Folienflachfäden und Spaltfasern gegenwärtig sehr an Bedeutung. Da diese Produkte aber glatt, wachsartig und strukturlos sind, ist ihr Einsatz begrenzt. Deshalb werden Kräusel- und Texturierungseffekte (z. B. über Bikomponentenfolien) angestrebt. Hier läßt sich auch mit strahlenchemischen Methoden an den normalen Folien eine permanente Kräuselung für die Spaltfasern vorbereiten, indem man im Sinne der Bikomponentenfolien einen Strukturgradienten in normale Folien einbringt. Hierbei wird die Energie der Elektronenstrahlen der Foliendicke so angepaßt, daß die Reichweite der Elektronen etwa der halben Foliendicke entspricht. Damit treten strahleninitiierte Vernetzungen nur in der dem Beschleuniger zugewandten Folienseite auf. Werden die später gesplitteten Fasern beispielsweise einem Thermoschrumpf ausgesetzt, dann tritt infolge der nun vorliegenden bilateralen Struktur eine permanente Kräuselung ein³⁾.

In Abbildung 3 sind Spaltfasern aus unbestrahlter und aus einseitig bestrahlter Polypropylenfolie, die einer Heißluft-Schrumpf-Behandlung bei 135°C ausgesetzt worden sind, dargestellt, wobei Probe b 10 Mrd* und Probe c 25 Mrd Strahlendosis absorbierten.

* Mrd = Einheit der absorbierten Strahlenenergie (Dosis)
 $1 \text{ Mrd} = \frac{1 \text{ kWh}}{360 \text{ kg}}$, das heißt, eine Absorption von 1 kWh in 360 kg bestrahlten Gutes entspricht einer Dosis von 1 Mrd.

Nutzungsmöglichkeit	Grundlegende Gesetzmäßigkeiten	Anwendungsbeispiele
a) Polymerisation	<p>Bildung angeregter Moleküle a) durch direkte Anregung $M \xrightarrow{h\nu} M^*$</p> <p>b) über Ladungsneutralisation $M \xrightarrow{H^+} M^+ + e^-$ $M \xrightarrow{R^+} M^+ + R^-$</p> <p>Radikalbildung $M \xrightarrow{H^*} M^* + H$ $M \xrightarrow{R_1} M^* + R_2$</p> <p>Initiierung einer Polymerisation: $R_{1,2} + CH_2 = CH - R$ $R_{1,2} - CH_2 - \dot{C}H - R$</p>	<p>Polymerisation ungesättigter (monomerer) Substanzen, beispielsweise von Vinylmonomeren</p> <p>Bemerkenswert ist, daß die strahlenchemisch initiierte Polymerisation auch bei extrem tiefen Temperaturen abläuft, wodurch eine Polymerisation im festen Zustand ermöglicht wird</p>
b) Vernetzung	<p>Bildung selbständiger Radikale: $H - H \xrightarrow{h\nu} \dot{H} + \dot{H}$ $C - C \xrightarrow{h\nu} \dot{C} - \dot{C}$</p> <p>Vernetzung durch Wechselwirkung selbständiger Radikale: $\dot{H} + H - H \rightarrow H - \dot{H} - H$ $\dot{C} - C - \dot{C} \rightarrow C - C - C$</p> <p>Vernetzung durch Wechselwirkung selbständiger Radikale: $\dot{H} + H - H \rightarrow H - \dot{H} - H$ $\dot{C} - C - \dot{C} \rightarrow C - C - C$</p>	<p>Vernetzung von Polyäthylen zwecks Verbesserung der thermischen Beständigkeit</p> <p>Herstellung von Schrumpfkäufen (Schrumpfpfaffen, Schrumpfpuffen)</p>
c) Pfropfcopolymerisation	<p>Bildung eines Makroradikals: $A - A - A - A \xrightarrow{h\nu} \dot{A} - A - A - A$</p> <p>Initiierung einer Pfropfcopolymerisation: $A - A - A - A + n \cdot B$ (Makroradikal) (Monomeres) $\rightarrow A - A - A - A - B_n$ (Pfropfprodukt)</p>	<p>Gezielte Eigenschaftsmodifizierung hochpolymerer Substanzen (z. B. Textilmaterialien) durch Aufpropfen monomerer Substanzen</p> <p>Es wurden beispielsweise folgende Eigenschaften verändert: Hydrophobie elektrostatische Aufladung Anfärbarkeit bakterienstatische Eigenschaften Verfallungsbeständigkeit Anstrichverträglichkeit</p>
d) Abbau	<p>Bruch eines Makromoleküls $A - A - A - A \xrightarrow{h\nu} \dot{A} - A + A - \dot{A}$</p>	<p>Bisher sind noch keine attraktiven Nutzungsmöglichkeiten für den strahlenchemisch initiierten Abbau hochmolekularer Substanzen bekannt, sie sind jedoch in Zukunft nicht ganz auszuschließen</p>

¹⁾ In der Übersicht gibt ein geschwungener Pfeil (→) an, daß die Reaktion unter dem Einfluß energiereicher Strahlen abläuft. Ein gerader Pfeil (→) deutet darauf hin, daß diese Reaktion ohne weiteren Einfluß energiereicher Strahlen stattfindet.

Abb. 1: Übersicht über die Nutzungsmöglichkeiten für die bei strahlenchemischen Prozessen ablaufenden Primärreaktionen

2. Beispiele zur strahlentechnischen Modifizierung

Unsere technologisch orientierten Grundlagenuntersuchungen zeigten sehr bald, daß durch gezielten Einsatz energiereicher Strahlung auch solche Effekte erzielbar sind, die nicht nur für die bei strahlenchemischen Prozessen ablaufenden Reaktionen spezifisch sind. Die mittels Elektronenbeschleuniger erzeugten energiereichen Elektronenstrahlen lassen sich nämlich technisch recht vielfältig „handhaben“. Beispielsweise kann man mit der Beschleunigungsspannung im Elektronenbeschleuniger die Endgeschwindigkeit der Elektronen und damit deren Eindringtiefe in hochpolymere Substanzen gezielt festlegen und damit zusätzliche Effekte erreichen (Abb. 2)²⁾. Man kann aber auch auf technisch verschiedenartige Weise die Einwirkung von Elektronenstrahlen auf Flächengebilde hinsichtlich

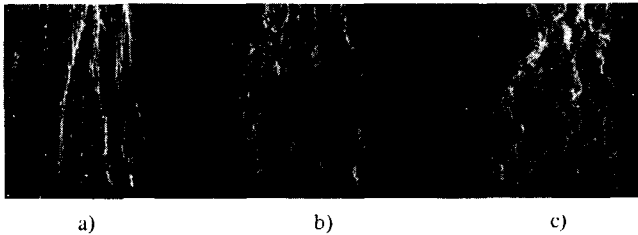


Abb. 3: Spaltfasern aus Polypropylenfolie
 a) unbestrahlte Folie
 b) einseitig bestrahlte Folie (10 Mrd)
 c) einseitig bestrahlte Folie (25 Mrd)

Die Spaltfasern wurden mittels Heißluft bei 135 °C geschrumpft.

Um in der beschriebenen Weise die Folien bestrahlen zu können, ist eine genaue Kenntnis der Elektronenstrahlreichweite in Abhängigkeit von deren Energie erforderlich, wozu — wie Abbildung 4 zeigt — Diagramme veröffentlicht wurden⁴. Für Folien aus Polyolefinen mit Dicken von etwa 30 bis 50 µm ($S \cdot \rho = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^2$) wird bei Einseitenbestrahlung eine Energie von etwa 30 keV benötigt.

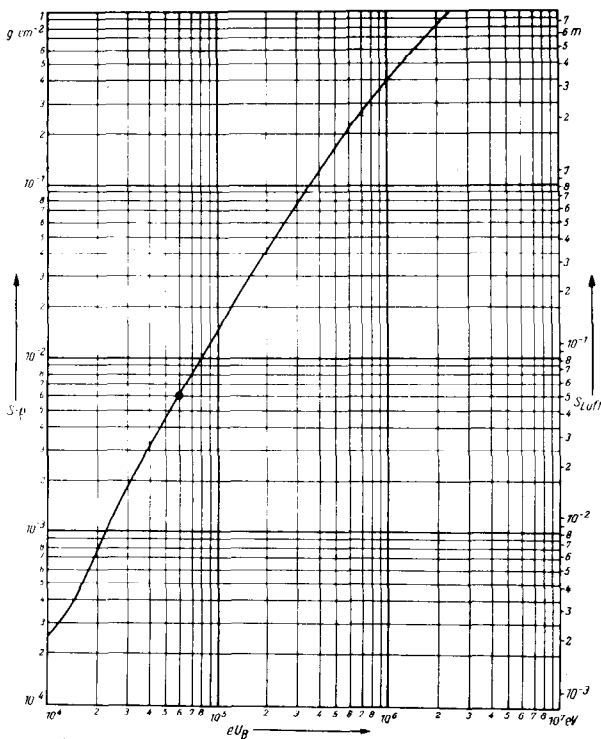


Abb. 4: Praktische Reichweite S von Elektronenstrahlen in Substanzen der Dichte ρ als Funktion der Strahlenenergie eU_B ⁴

Bei den in Abbildung 3 gezeigten Proben (Foliendicke 30 µm) betrug die maximale Reichweite der verwendeten Elektronenstrahlung (Energie: 30 keV) 20 µm, wobei die Folienbestrahlung im Vakuum erfolgte. Um die optimale Bestrahlungsdosis ermitteln zu können, bei der der größte Schrumpfunterchied zwischen bestrahlter und unbestrahlter Seite auftritt, wurden Bestrahlungsversuche zwischen 10 und 50 Mrd durchgeführt.

Abbildung 5 zeigt für einige ausgesuchte Bestrahlungsdosen den Zusammenhang zwischen Schrumpfung und Schrumpftemperatur. Unter Berücksichtigung — auch

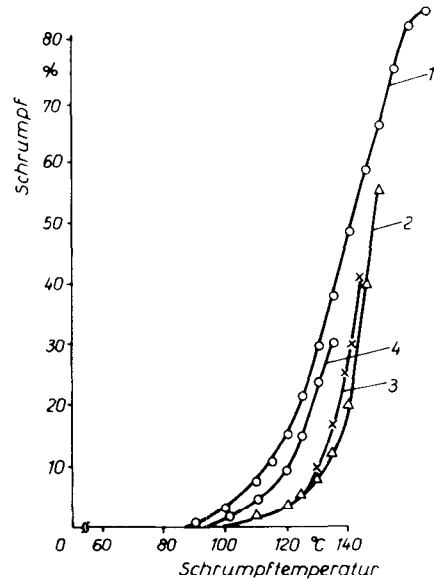


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Schrumpfung und Schrumpftemperatur
 Kurve 1: unbestrahltes Material
 Kurve 2: 10 Mrd
 Kurve 3: 25 Mrd
 Kurve 4: 50 Mrd

wirtschaftlicher — Gesichtspunkte wurden als günstigste Temperatur 135 °C und als optimale Bestrahlungsdosis eine solche zwischen 10 und 25 Mrd ausgewählt. Der Reckgrad der hier verwendeten Folie betrug 1 : 8. Bei einer Dosis von 10 Mrd wurden 25,9 % und bei 25 Mrd 23,9 % Schrumpfdifferenz erzielt, wobei der Schrumpfung durch eine 30 Sekunden dauernde Heißluft-einwirkung (135 °C) ausgelöst wurde.

Zur Charakterisierung des Kräuselungseffektes wurden die Entkräuselung δ_K und die Kräuselungsbeständigkeit B_K ermittelt:

$$\delta_K = \frac{\Delta L_K}{L_0} \cdot 100 [\%]$$

ΔL_K = Längenänderung nach dem Entkräuseln

L_0 = Ausgangslänge (vor der Entkräuselung)

$$B_K = \frac{\delta_{K2}}{\delta_{K1}} \cdot 100 [\%]$$

δ_{K2} = Entkräuselung vor Lasteinwirkung

δ_{K1} = Entkräuselung vor Lasteinwirkung F_B (nach TGL 142-2014).

Die erhaltenen Meßwerte der Kräuselung bei 10 und bei 25 Mrd ließen erkennen, daß sich die derart gekräuselten Fasern durch gute bis sehr gute Kräuselungsbeständigkeit auszeichnen.

b) Pfropfcopolymerisation — Partialmodifizierung

Die strahlenchemisch initiierte Pfropfcopolymerisation stellt eine besonders attraktive Methode bei der Nutzung energiereicher Strahlen zur Veredlung polymerer Substanzen dar, worüber bereits sehr viel berichtet worden ist. Bei richtiger Wahl der anzupfropfenden Substanz (z. B. Acrylsäure, Acrylamid) und der sonstigen Pfropf- und Nachbehandlungsbedingungen ist es möglich, beispielsweise die Synthetics hinsichtlich unzureichender Eigenschaften, wie elektro-

statischer Aufladung, Feuchteaufnahme, Anfärbung u. a., zu verbessern. Ich möchte hierauf nicht näher eingehen und es mit zwei Kurven aus unseren Arbeiten bewenden lassen.

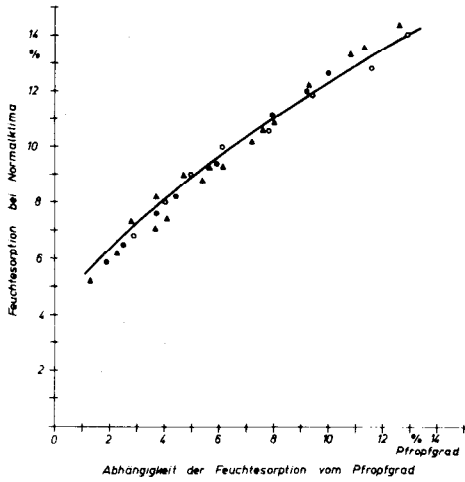


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Feuchtesorption bei Normalklima von mit Acrylsäure gepfropftem und mit Na versalztem Polyamid 6 und Pfropfgrad

Abbildung 6 zeigt, wie bei Polyamidgewirken die Feuchtesorption mit steigendem Pfropfgrad (anschließend Na-Versalzung der aufgepfropften Acrylsäure) zunimmt. Abbildung 7 läßt erkennen, wie mit steigendem Pfropfgrad der spezifische Widerstand und damit auch die Neigung zur elektrostatischen Aufladung abnimmt.

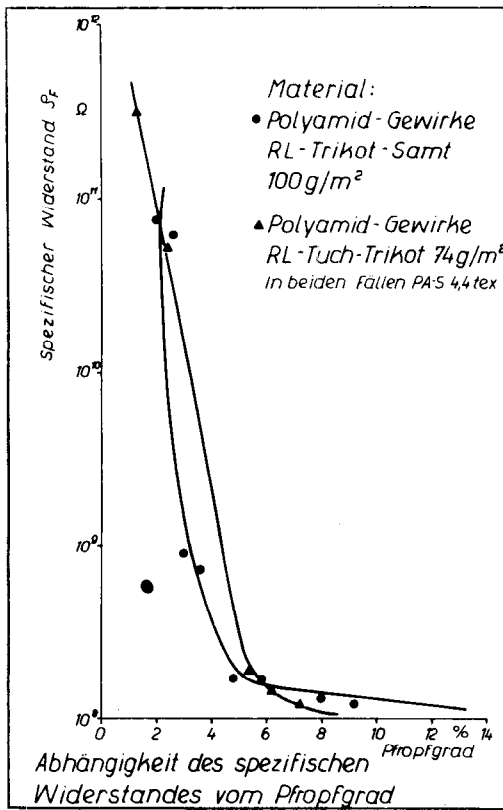


Abb. 7: Zusammenhang zwischen spezifischem elektrischem Substanzwiderstand bei Normalklima von mit Acrylsäure gepfropftem und mit Na versalztem Polyamid 6 und Pfropfgrad

Aus technologischer Sicht ist noch zu bemerken, daß sich zwei Verfahrensvarianten für die strahlenchemisch initiierte Pfropfcopolymerisation entwickelt haben, nämlich die *Vorbestrahlungsmethode* und die *Simultanmethode* (Abb. 8).

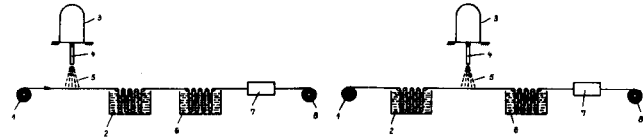


Abb. 8: Schematische Darstellung der strahlenchemisch initiierten Pfropfcopolymerisation von Textilmaterialien

- links: Vorbestrahlungsmethode
- rechts: Simultanmethode
- 1 Ausgangsmaterial
- 2 monomere Substanz in der flüssigen Phase
- 3 Elektronenbeschleuniger
- 4 Ausfächersystem des Elektronenbeschleunigers (Scanner)
- 5 Elektronenstrahlen
- 6 Spülvorrichtung zum Entfernen der nicht umgesetzten monomeren Substanz
- 7 Trockner
- 8 strahlenchemisch veredeltes Textilmaterial

Bei ersterer wird die polymere Substanz zunächst mit energiereichen Strahlen bestrahlt, wodurch sich freie Radikale bilden. Anschließend ist das Polymere mit einer monomeren Substanz (in der gasförmigen oder in der flüssigen Phase) zu kontaktieren, wobei die freien Radikale eine Pfropfcopolymerisation der monomeren Substanz auslösen. Bei der Simultanmethode läßt man das Monomere zunächst in die polymere Substanz eindringen und bestrahlt dann beide Substanzen gemeinsam.

Es ist von Fall zu Fall zu entscheiden, welcher Methode der Vorzug zu geben ist, wobei Probleme des Verfahrensablaufes bezüglich der Wirkung auf die Textilien ebenso berücksichtigt werden müssen wie wirtschaftliche Fragen. Hier sind zweifellos noch mancherlei Forschungsarbeiten erforderlich.

Wie ich schon andeutete, lassen sich die Strahleneffekte (Radikalbildung) durch Intensitätsvariationen am Elektronenstrahl auf den Flächengebilden lokalisieren. Es handelt sich also um eine gezielte Partialmodifizierung der Flächengebilde, die technologisch auf verschiedenartige Weise erreichbar ist^{5,6}. Bringt man zwischen den Scanner des Elektronenbeschleunigers und die Warenbahn (Abb. 9) mit Durchbrüchen versehene Metallfolie ein, so wird die textile Warenbahn von den Elektronenstrahlen nur durch die Durch-

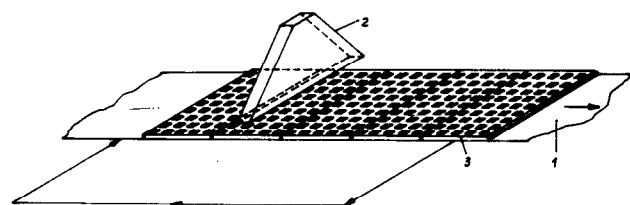


Abb. 9: Lokale Bestrahlung von Flächengebilden durch Verwendung einer mit Durchbrüchen versehenen Metallfolie

- 1 textiles Flächengebilde
- 2 Scanner eines Elektronenbeschleunigers
- 3 Abdeckschablone

brüche (Muster) erreicht, **sodaß** es nur an diesen Stellen zu einer Radikalbildung kommen kann. Die Dicke der Schablone muß dabei gleich oder **größer** als die Reichweite der verwendeten Elektronenstrahlung sein; im allgemeinen genügt dabei bereits eine Schablonendicke von etwa 1 mm.

Bei der anschließenden Kontaktierung der partiell bestrahlten Warenbahn mit einer monomeren Substanz wird **diese** mustergemäß lokal aufgepfropft. Zusätzlich können beim Pfropfprozeß die technologischen Bedingungen noch **so** gewählt werden, daß gleichzeitig mit dem Pfropfen auch ein Schrumpfen des textilen Flächengebildes auftritt. Da das Pfropfen bei einer Partialbestrahlung aber nur auf Teilbereiche lokalisiert stattfindet, tritt auch der Schrumpf nur lokal auf, was zu einer räumlichen Verwerfung (Strukturierung) des textilen Flächengebildes führt. Einfluß auf den Struktureffekt hat dabei neben der Gestaltung der Abdeckschablone auch die Konstruktion (d. h. die Faden- bzw. Faseranordnung) des textilen Flächengebildes.

Mit der Pfropfung **lassen sich bei** Auswahl geeigneter Monomere auch die **Hydrophilie** oder die **Hydrophobie** beeinflussen. **Darüberhinaus** erhält man auch **noch** färberische Effekte, da die gepfropften Stellen anders anfarben können als die ungepfropften. Die Palette reicht hierbei (je nach der aufgepfropften monomeren Substanz bzw. dem ausgewählten Farbstoff) von Unifarben über Ton-in-Ton-Farben bis zu Zweifarbeneffekten.

Diese beiden Aufnahmen demonstrieren die Variationsbreite der erreichten Struktur- und Farbmusterungseffekte. Bei der Partialmodifizierung kommt zweckmäßigerweise die Vorbestrahlungsmethode zur Anwendung, das heißt, das Material wird zunächst bestrahlt und anschließend mit der monomeren Substanz in Kontakt gebracht.

Das Verfahren ist hinsichtlich der **monomeren Substanz** (insbesondere Vinylverbindungen in wäßriger Lösung, wie Acrylsäure und Acrylamid), **Dosis** (Größenordnungsmäßig einiie Mrd), Pfropfdauer, Temperatur der Pfropflosung und dergleichen in weiten Grenzen variierbar.

Durch gezielte Untersuchungen zur Radikalbildungs- und -zerfallskinetik mittels der Elektronenspinresonanz-Spektroskopie (ESR), insbesondere im Hinblick auf die **Temperaturempfindlichkeit** freier Radikale im bestrahlten Textilgut, konnte eine weitere Verfahrensvariante zur Erzielung der oben beschriebenen Effekte entwickelt werden. Es wurde gefunden, daß die durch die Bestrahlung gebildeten Radikale durch einen **Temperaturschock** unwirksam gemacht werden können. Sie sind bei **einem** anschließenden Kontaktieren mit einer monomeren Substanz nicht mehr in der Lage, eine Pfropfcopolymerisation auszulösen. Wird dieser **Temperaturschock** lokal auf das vorher homogen bestrahlte Flächengebilde begrenzt, **so** wird im Prinzip der gleiche Effekt erreicht — allerdings im Sinne eines **Negativs** — wie bei der lokalen Bestrahlung. **Am** zweckmäßigsten kann der örtliche **Temperaturschock** mit einer profilierten beheizten Metallwalze erzielt werden (Abb. 12).

Mit dieser von uns als „**Partialmodifizierung**“ bezeichneten Variante der strahlenchemischen Pfropfcopolymerisation textiler Materialien konnten bereits recht interessante Aspekte der Strahlentechnik ausgearbeitet werden.

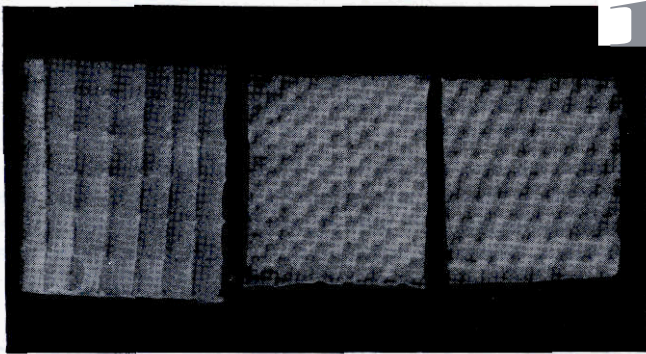


Abb. 10: Strukturierte Flachkettengewirke aus Polyamidseide, die partiell mit Acrylamid aus 20%iger wäßriger Lösung gepfropft wurden

Abbildung 10 zeigt strukturierte Flachkettengewirke verschiedener Legungen, die **immer** mit der gleichen Abdeckschablone bestrahlt worden sind. Ein Beispiel für die Kombination des Struktureffektes mit Farbmusterungseffekten enthält Abbildung 11.

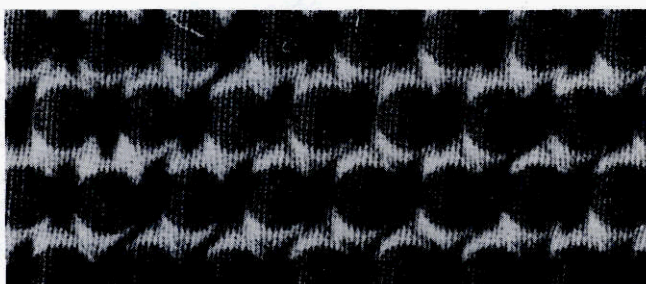


Abb. 11: Strukturiertes Flachkettengewirke mit **zusätzlicher** partieller Anfärbung

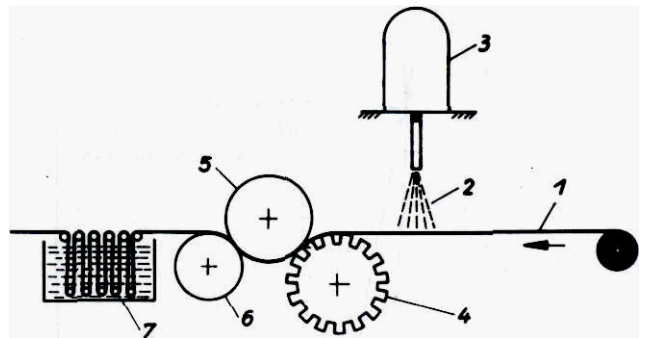


Abb. 1a: Lokale Radikalbildung bei textilen Flächengebilden durch **homogene Bestrahlung** und anschließende lokale **Radikalzerstörung** mittels einer profilierten beheizten Walze

- 1 Ausgangsmaterial
- 2 Elektronenstrahlen
- 3 Elektronenbeschleuniger
- 4 profilierte, beheizte Metallwalze zur lokalen Radikalzerstörung
- 5 Andrückwalze
- 6 Abzugswalze
- 7 monomere Substanz in der flüssigen Phase

c) Die Pfropfcopolymerisation bei „**modifizierungsfreundlich**“ gestalteten Polyacrylnitrilfaserstoffen

Hat man es bei den Faserstoffen mit sehr kompakten Strukturen zu tun, dann kann eine strahlenchemisch

initiierte Pflropfcopolymerisation infolge erschwerter Zugänglichkeit für die zu pflropfende Komponente eine negative Beeinflussung erfahren, da die Pflropfdauer für ein kontinuierlich arbeitendes Verfahren zu groß und damit das Verfahren unökonomisch wird. Das gilt beispielsweise für naß ersponnene Polyacrylnitrilfasern, an denen während des Herstellungsprozesses bekanntlich ein „Strukturkollaps“ eintritt, der in Verbindung mit einer Mantelbildung das Endprodukt schwer zugänglich macht. Während die naß ersponnenen Polyacrylnitrilfasern nach dem Verstrecken laut Messungen von J. Flath eine poröse Gelstruktur mit einer inneren Oberfläche von etwa 135 m²/g (Argonsorption, nach BET ausgewertet) aufweisen, liegt nach dem Trocknungsprozeß eine innere Oberfläche von nur noch ca. 1 m²/g vor.

Es war deshalb das Ziel spezieller Untersuchungen⁸, ein Verfahren zu erarbeiten, das möglichst weitgehend die poröse Gelstruktur beizubehalten gestattet, um eine strahlenchemisch initiierte Pflropfung monomerer Substanzen zu begünstigen. Eine mehr oder weniger „gelporöse“ Faser läßt sich dadurch erzeugen, daß man nach dem Verstrecken die Gelfeuchtigkeit ganz oder teilweise durch eine niedrig siedende, die Gelstruktur erhaltende Substanz (z. B. halogenierte Kohlenwasserstoffe) verdrängt und anschließend diese Substanz bei niederen Temperaturen verdunstet.

Es ist aber auch möglich, die Gelfeuchtigkeit aus einem Polyacrylnitrilkabel in einer mehrstufigen Behandlung mit einer mit Wasser mischbaren Substanz (z. B. Methanol) zu verdrängen, indem man von Austauschstufe zu Austauschstufe die Konzentration der mit Wasser mischbaren Substanz erhöht. Sodann wird die Austauschsubstanz von einer mit dieser nicht mischbaren niedrigsiedenden Substanz (z. B. n-Pentan) aus

Tabelle 1: Vergleich einiger Eigenschaften von klassisch hergestellten Polyacrylnitrilfasern und solchen, bei denen die poröse „Gelstruktur“ beibehalten wurde.

Eigenschaft	klassisch hergestellte Fasern	„ausgetauschte“ Fasern (porös)
Reißkraft in p/tex	36,0	38,7
Doppelbiegung bis zum Bruch (bei einer Belastung von 25 % der Reißkraft)	5080	8500
Wasserdampfsorption bei Normalklima in %	1,2	3,3
Innere Oberfläche in m ² /g (Wasserdampfsorption nach BET ausgewertet)	21,3	56,9
Jödsorption in mg Jod je g Faser	174	268
Anfärbbarkeit (Schwefel-, Entwicklungs-, Nachchromierungs-, Oxidations-, Direktfarbstoffe)	nicht oder nur schwer möglich (Pastelltöne)	tiefe Anfärbung
Einlagerung von Substanzen (beispielsweise zur Flammfestausrüstung)	unmöglich	bis 15% Massezunahme möglich

der Faser verdrängt. Abschließend wird die niedrigsiedende Substanz bei der erforderlichen Temperatur verdampft. Diese „Austauschfasern“ sind so porös, daß sie bereits ohne weitere Nachbehandlung eine Reihe vorteilhafter Eigenschaften aufweisen, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind.

Natürlich lassen sich an diesen „Austauschfasern“ strahlenchemisch initiierte Pflropfcopolymerisationen wesentlich vorteilhafter durchführen. Außerdem wurde festgestellt, daß sich die normalen von den „ausgetauschten“ Polyacrylnitrilfasern hinsichtlich ihrer Elektronenspinresonanz-Signale unterscheiden. Abbildung 13 zeigt links das ESR-Signal einer kompakten Polyacrylnitrilfaser und rechts das einer „Austauschfaser“. Das rechts wiedergegebene Signal zeigt einen anderen Radikaltyp, nämlich ein Peroxidradikal, das in Verbindung mit der vergrößerten inneren Oberfläche der Polyacrylnitrilfasern zu einer sehr rasch und ergiebig verlaufenden Pflropfcopolymerisation mit monomeren Substanzen führt. Beispielsweise erreicht man mittels der Vorbestrahlungsmethode bei einer Dosis von 5 · 10⁶ rd und einer Pflropfdauer von 1 min mit Acrylsäure einen Pflropfgrad von 16 %.

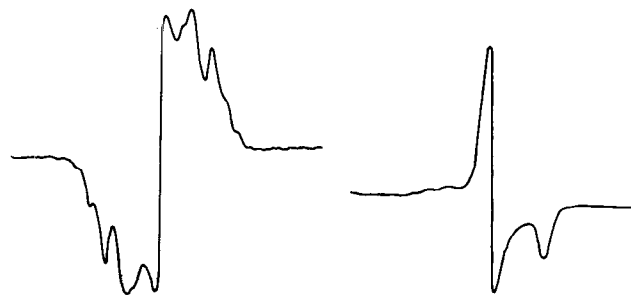


Abb. 13: ESR-Signale
links: ESR-Signal eines normal hergestellten PAN-Faserstoffes
rechts: ESR-Signal eines „ausgetauschten“ PAN-Faserstoffes

Bildet man nach dem Pflropfprozeß noch das Na-Salz der Acrylsäure, so erhält man Polyacrylnitrilfasern, die die in Tabelle 2 zusammengestellten Eigenschaften aufweisen.

Die strahlenchemisch gebildeten Peroxide sind über lange Zeiträume beständig. Dadurch ist es möglich, bestrahlte Polyacrylnitrilfasern zu einer anderen Zeit und an einem anderen Ort mit gleichem Effekt zu veredeln.

Tabelle 2: Vergleiche einiger Eigenschaften von klassisch hergestellten Polyacrylnitrilfasern und ausgetauschten, gepflropften Fasern (16% Acrylsäure, Na-Salz).

Eigenschaft	klassisch hergestellte Faser	gepflropfte ausgetauschte Faser
Reißkraft in p/tex	36,0	33,8
Doppelbiegungen bis zum Bruch (Belastung: 4 p)	5080	6400
Wasserdampfsorption bei Normalklima in %	1,2	12,0
Leitfähigkeit (Ω · cm)	12,5 · 10 ¹²	< 5 · 10 ⁶

Mit diesen Darlegungen sollte der Nachweis erbracht werden, daß es grundsätzlich möglich ist, durch gezielte Vorbehandlungen Faserstoffe modifizierungsfreundlich zu gestalten. Sicher ist dabei im Hinblick auf eine großtechnische Nutzung sowohl die ökonomische Gestaltung des Vorbehandlungsprozesses als auch die des eigentlichen Modifizierungsprozesses, verbunden mit den erreichten Effekten, maßgebend.

3. Betrachtungen zur industriellen Realisierbarkeit und Ökonomie strahlentechnischer Verfahren

Die industrielle Nutzung strahlentechnischer Verfahren erfordert geeignete Bestrahlungsanlagen. In Betracht kommen Anlagen, die die durchdringenden Quantenstrahlen (γ -Strahlen) zum Beispiel auf Basis ^{60}Co aussenden und solche, die Elektronen beschleunigen (Elektronenbeschleuniger). Die Reichweite von Elektronenstrahlen in polymeren Substanzen ist zwar auf wenige Millimeter beschränkt, was jedoch für Textilmaterialien völlig ausreicht.

Für die Verwendung von Elektronenbeschleunigern sprechen die hohe Dosisleistung und die dadurch geringe Bestrahlungsdauer, die gute Dosisinhomogenität, der gegenüber ^{60}Co -Anlagen geringere Strahlenschutz-aufwand, die technisch bessere Anpassungsfähigkeit an die geometrischen Abmessungen der zu bestrahlenden Warenbahn (Scanner haben heute schon 2,50 m Breite) sowie die relativ geringen Bestrahlungskosten. Damit sind kontinuierliche Veredelungsprozesse mit industriell üblichen Warenlaufgeschwindigkeiten möglich. Auf dem Weltmarkt gibt es bereits eine Reihe geeigneter Elektronenbeschleuniger, mit denen sich Bestrahlungsprozesse relativ einfach realisieren lassen.

Wesentlich problematischer gestalten sich aber solche Verfahren, bei denen nach der erwähnten Vorbestrahlung- bzw. Simultanmethode strahlenchemisch initiierte Pfcopolymerisationen durchgeführt werden sollen. Hier fehlt vielfach noch die technologische Erfahrung beim Umgang mit zum Teil neuartigen Substanzen sowie deren Einwirkung auf die Umwelt. Hinzu kommt eine gewisse Zurückhaltung der Industrie, die einerseits das Risiko einer vorerst völlig neuen Technik scheut, andererseits aber auch mit der hohen Produktivität einer solchen Anlage fertig werden muß. Eine in den USA angestellte Analyse⁹ ließ erkennen, daß man dort in einigen Betrieben vor allem die zellulosefaserstoffe auf diese Weise veredelte und erst in zweiter Linie sich den Synthetics widmete, wobei bezüglich des Interesses derzeit eine rückläufige Tendenz zu registrieren ist.

Zweifellos sind solche Anlagen nur für große Betriebe gerechtfertigt, oder man richtet sich zentrale Bestrahlungstechnika ein, die hinreichend flexibel und universal sein müssen.

Ob man auf diese Weise an den Synthetics die Hydrophilie, das antistatische und das Anschmutzverhalten, das Farbaufnahmevermögen sowie weitere spezielle Eigenschaften besser als mit den klassischen Verfahren beeinflussen kann, läßt sich heute noch nicht hinreichend sicher voraussagen. Das ist auch eine Frage der Wirtschaftsbereiche, der Bereitstellung bzw. Auf-findung geeigneter Rohstoffe, der Ökonomie und sicher noch zahlreicher weiterer Faktoren. Die Technologen müssen darüberhinaus noch eindeutig klären, ob die Reproduzierbarkeit und in manchen Fällen auch die

Quer- und Längsgleichmäßigkeit von Effekten hinreichend gewährleistet ist.

Zweifellos ist die Strahlentechnik nur eine von vielen Alternativen. Wir sind jedoch der Meinung, daß durch gezielte Nutzung der Möglichkeiten der Strahlentechnik diese sich durch Prozeßstufenvereinfachungen bzw. -einsparungen in dieser oder jener Form einen festen Platz auch auf dem Gebiet der Textilveredelung sichern wird. Immerhin muß man bedenken, daß durch den Einsatz leistungsstarker Elektronenbeschleuniger die Bestrahlungskosten extrem gesenkt werden können. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen¹:

Für strahlenchemische Prozesse ist größenordnungsmäßig eine absorbierte Strahlendosis von 1 Mrd bis 10 Mrd (je nach Effekt) erforderlich. Eine Strahlenergie von 1 kWh kostet bei leistungsfähigen Elektronenbeschleunigern von beispielsweise 30 kW etwa 15 Mark. Rechnet man dies mit dem bekannten Energieäquivalent

$$1 \text{ Mrd} = \frac{1 \text{ kWh}}{360 \text{ kg}}$$

in Bestrahlungskosten je kg bestrahlten Materials um, so ergeben sich — unter der Voraussetzung, daß die gesamte zur Verfügung stehende Strahlenleistung im zu bestrahlenden Gut absorbiert wird — Bestrahlungskosten zwischen 0,04 und 0,42 M/kg und zwar bei Dosen zwischen 1 und 10 Mrd.

Bei textilen Flächengebilden mit einer Flächenmasse von beispielsweise 250 g/m² liegen demnach die Bestrahlungskosten zwischen 0,01 und 0,10 M/m². In verschiedenen Publikationen¹ wurde darauf hingewiesen, daß die Bestrahlungskosten bei der strahlenchemisch initiierten Pfcopolymerisation etwa 10 % der Gesamtveredelungskosten ausmachen. Diese Angaben sind jedoch nur als grober Richtwert anzusehen, da die Gesamtveredelungskosten verfahrensspezifisch sind und von einer Fülle von Faktoren abhängen.

Abschließend möchten die Autoren allen Mitarbeitern des Instituts für Technologie der Fasern in Dresden sowie den in- und ausländischen Kooperationspartnern, die an der Bearbeitung der vielfältigen Probleme mitgewirkt haben, herzlich danken.

Literatur:

- 1) A. Heger: „Nutzungsmöglichkeiten strahlenchemischer Verfahren, insbesondere bei der Herstellung von Faserstoffen und in der Textilveredelung“; *Textiltechnik* 23 (10), 655—656 und 23 (11), 690—694 (1973)
- 2) A. Heger: „Die Strahlenchemie von Faserstoffen und Textilien in technischer und ökonomischer Sicht“; *Textiltechnik* 17 (5), 307—318 (1967)
- 3) A. Heger, H. Päßler und E. Patitz: „Verfahren zum Texturieren von Spaltfasern und daraus hergestellten Produkten“; D. P. 88 986, Anm.: 3. 4. 1970, Ausg.: 5. 4. 1972
- 4) M. von Ardenne: Tabellen zur angewandten Physik. Bd. I; VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1962
- 5) W. Bobeth, A. Heger und H. Päßler: „Verfahren zur permanenten Texturierung oder Strukturierung von Flächengebilden aus hochpolymeren Werkstoffen“; D. P. 81 839, Anm.: 1. 8. 1969, Ausg.: 12. 5. 1971; Ö. P. 302 960, Anm.: 9. 6. 1970, Ausg.: 10. 11. 1972

- 6) W. Bobeth, A. Heger, H. Päßler, V. D. Orechov, R. P. Gombzova, E. V. Korabljeva und K. D. Pismannik: „Die Anwendung von Elektronenbeschleunigern für die Modifizierung textiler Materialien“; Vortrag anlässlich des Wissenschaftlichen Kongresses zur Leipziger Herbstmesse 1973; *Faserforsch. u. Textiltechn.* **24** (10), 412–417 (1973)
- 7) W. Bobeth, A. Heger, H. Päßler, E. Patitz, H. Roloff, A. Schwind und E. Zilinski: „Verfahren zur Herstellung texturierter und/oder strukturierter Fäden und Flächengebilde aus hochpolymeren Werkstoffen“; D. P. 86 161, Anm.: 16. 3. 1970, Ausg.: 5. 12. 1971
- 8) W. Bobeth, A. Heger, M. Stephan und B. Ihme: „Verfahren zur Modifizierung von Hochpolymeren, insbesondere von faserförmigen Hochpolymeren, vorzugsweise von naß ersponnenen Polyacrylnitrilfaserstoffen“; D. P. 89 243, Anm.: 30. 4. 1970, Ausg.: 12. 4. 1972
- 9) S. M. Suhezki: „Gloomy outlook for high-energy radiation“; *Text. Ind.* **136**, 84, 86, 87, 89 u. 90 (1972)

Diskussion

Egbers: Sie haben uns einen ausgezeichneten Überblick über die Einsatzbereiche der Strahlentechnik gegeben, dafür sind wir Ihnen dankbar. Sie haben Werte zur Wirtschaftlichkeit angegeben, die sicherlich die besondere Aufmerksamkeit des Auditoriums gefunden haben. Man muß bei diesen Kosten sagen, daß eigentlich von dieser Seite her ein industrieller Einsatz reizen könnte. Dennoch haben — soweit ich informiert bin — in unserem Raum diese Technologien bislang wenig Einsatz gefunden. Aber gerade in den USA habe ich jetzt wieder erfahren können, daß diese Technik dort doch, zumindest von einem Großunternehmen, in beachtlichem Maße industriell genutzt wird. Ich kann mir vorstellen, daß auch hier eine ganze Reihe von Anregungen für eine künftige Nutzung gegeben worden sind.

Skwarski: In unserem Institut befassen wir uns seit einigen Jahren mit dem Pfropfen von verschiedenen Vinylmonomeren auf Chemiefasern, und wir benutzen chemische, thermische und elektrochemische Anregungsmethoden der Pfropfung, aber nie die strahlenchemische. Deswegen ist Ihr Vortrag, Herr Professor, für mich besonders interessant, und ich möchte nach einigen Einzelheiten Fragen stellen. Wie es allgemein bekannt ist, ist einer der wichtigsten Nachteile der Pfropfung die gleichzeitige Entstehung des Homopolymerisats. Meine erste Frage ist: Haben Sie in Ihren Fällen die Entstehung des Homopolymerisats festgestellt? Ferner möchte ich noch fragen: Haben Sie das Molekulargewicht der aufgefropften Ketten von Polyacrylsäure oder anderen Polymeren untersucht und auch die Propfdichte berechnet?

Bobeth: Ich glaube, Ihre Frage richtig verstanden zu haben. Die Sache mit dem Homopolymerisat ist selbstverständlich auch für uns ein Problem. Ich sagte ja vorhin, daß wir zwei Methoden — die Simultan- und die Vorbestrahlungsmethode — anwenden. Die Methodennutzung hängt davon ab, ob die aufzufropfenden Substanzen zur Homopolymerisation neigen oder nicht. Ansonsten ist zur Homopolymerisation noch zu sagen, daß diese vom G-Wert abhängig ist. Möchte man zu einem sinnvollen Resultat kommen, dann soll der G-Wert beim Grundpolymeren möglichst hoch und beim aufzufropfenden Polymeren möglichst klein sein. Wenn es umgekehrt ist, muß bei der Simultanmethode mit einem hohen Polymerisationsanteil gerechnet werden. Betreffend Molekulargewicht kann ich Ihnen jetzt keine Angaben machen.

Krässig: Ich habe zwei Fragen und eine Bemerkung. Die erste Frage: Haben Sie auch die Erfahrung gemacht, daß eigentlich die Vorbestrahlungstechnik gerade bei der Pfropfung weniger Homopolymeres erzeugt als die Simultanbestrahlung?

Die zweite Frage: Wir haben in eigenen Arbeiten gefunden, daß der Elektronenbeschleuniger gegenüber den Isotopenquellen vor allem den Vorteil hat, daß man sehr hohe Intensität in sehr kurzer Zeit aufbringen kann. Das hilft, in Verbindung mit der Vorbestrahlungstechnik, sehr

hohe Radikalbildungskonzentrationen zu erzeugen und dadurch die Homopolymerbildung sehr stark zurückzudrängen. Bemerkenswert möchte ich, daß ja eines der Probleme der strahlenchemischen Modifikation darin liegt, daß man heute eigentlich, außer mit der Vernetzung von Polyäthylen oder mit einigen strahlenchemischen Polymerisationen, die für bestimmte Zwecke Vorteile bieten, kaum technisch anwendbare Prozesse gefunden hat, die nur durch Bestrahlung erzeugbar sind. In dem Moment, in dem man nämlich chemisch das gleiche ohne Bestrahlung machen kann, wird man vor allem die mit der Bestrahlung noch immer verbundene Gefahr umgehen wollen. Wie stehen Sie hierzu?

Bobeth: Ja, wir unterhielten uns schon darüber. Zur Zeit der Isotopeneinführung wollte man auch alles mit den Isotopen durchführen. Dann ist übriggeblieben, was wirklich nur noch mit Isotopeneinsatz zweckmäßig ist. Im Falle der Strahlentechnik möchte ich also auch sagen, man soll selbstverständlich nichts übertreiben. Es gibt aber Konstellationen, wo diese Methode zweifellos technisch nutzbar ist.

Ihre Frage, Herr Dr. Krässig, rührt ja, wie ich gehört habe, daher, daß Sie früher auch auf diesem Gebiet etwas tätig waren. Ich kann hier eigentlich nur bestätigen, daß das, was Sie gesagt haben, tatsächlich zutrifft. An der Stelle, wo Sie früher tätig waren, sind ja auch Patente entstanden, die in dieser Hinsicht auch einige interessante Hinweise enthalten.

Kleber: Herr Professor Bobeth, die strahlenchemische Vernetzung wurde doch bereits 1967 von der Firma Deering-Milliken ausgenutzt, um zum Beispiel eine Soil-release-Ausrüstung auf den Markt zu bringen. Es ist dann wieder sehr ruhig um diese Ausrüstung geworden, und es ergibt sich die konkrete Frage: Ist die Technologie nicht vorhanden und sind die Ansätze zur Bestrahlungschemie irgendwie noch nicht grundlegend erarbeitet, um rationell und wirtschaftlich in Konkurrenz zu bestehenden chemischen Möglichkeiten zu treten? Die Homopolymerisation, die ja als Nebenreaktion von Ihnen angesprochen worden ist, ist doch wohl der ausschlaggebende Grund, warum eine Ausrüstung, zum Beispiel aus Synthesefasern, strahlenchemisch nicht echt zum Tragen gekommen ist. Sie haben hier Bilder gezeigt, daß zum Beispiel Polyamid mit einer Pfropfaufgabe von 5% eine sehr schöne Antistatikausrüstung oder einen Antistatikeffekt zeigt. Vergleicht man das zum Beispiel mit einer Auflage von 0,2% an einer normalen Spinnvivage, fragt man sich doch ganz konkret: Kann man jemals 4,8% mehr Produktauflage rationell in den Griff bekommen? Ich glaube, das ist doch das Entscheidende. Kann man die Nebenreaktionen herabmindern, um ein quantitatives Pfropfen zu erzielen? Ist es möglich, diesen G-Faktor so zu steuern, daß ausschließlich eine Pfropfung an der Faseroberfläche auftritt, denn erst dann würde das Verfahren echt attraktiv im Sinne einer Ausrüstung.

Bobeth: Ich kann hier zum Auflagerungsproblem folgendes sagen: Man kann Fasersubstanz einsparen, indem dünnere Fasern gepfropft werden, und im Falle eines günstigen Preisverhältnisses Monomer/Polymer kann das sogar ein Geschäft sein. Was Deering-Milliken anbelangt, so möchte ich dazu sagen, daß wir nicht informiert sind, was sie eigentlich tun und wie sie das tun. Dazu ist relativ wenig veröffentlicht worden. Ich möchte eigentlich diese Frage an Herrn Egbers weitergeben. Er hat mir erzählt, daß er kürzlich dort gewesen sei. Offensichtlich geht es zur Zeit doch wieder lebendiger zu als zu der Zeit, von der Sie gehört haben.

Egbers: Vielleicht kann ich dann direkt dazu sagen: Deering-Milliken hat meiner Information nach sechs Straßen laufen. Vor etwa vier Wochen hat diese Firma eine riesige Werbekampagne für Strickwaren, Maschenwaren und Rundstrickwaren aus 100% Polyester gestartet. Die Waren haben eine spezielle Ausrüstung, eine strahlentechnische Ausrüstung, bekommen, die eine außerordentlich hohe Feuchtigkeitsaufnahme zur Folge hat. Dieses Produkt wird unter der Bezeichnung „Visa“ und „Supervisa“ vertrieben. Man hat mir alle Tests vorgeführt, die man auch im Fernsehen zeigt. Es ist verblüffend, welche eine eminente Feuchtigkeitsaufnahme — verbunden mit einem Soil-release-Effekt — diese Ausrüstung hat. Das als Ergänzung.

Krässig: In diesem Zusammenhang möchte ich die Frage stellen, ob diese Hydrophilierung von Synthefaserartikeln, -gewirken oder -geweben nicht den Effekt mit sich bringt, daß einige Vorteile, die die Synthefasern auszeichnen, verloren gehen, nämlich die gute Dimensionsstabilität und die guten Easy-care-Eigenschaften? Liegen da Erfahrungen bei Ihnen oder bei Deering-Milliken vor?

Egbers: Bei Deering-Milliken natürlich. Bei uns im Augenblick nicht, aber wir sind bei der Überprüfung.

Krässig: Bei Wirkwaren wird das ja weniger eine Rolle spielen, bei Geweben sicherlich.

Egbers: Bei meinen diesbezüglichen Ausführungen handelt es sich ausschließlich um Wirkwaren.

Krässig: Für welche Anwendungsgebiete oder Artikel sind diese vorgesehen?

Egbers: Für Oberwäsche, Hemden, Blusen etc.

Krässig: Ich fürchte, daß gerade bei Hemden nach mehrfacher Wäsche einige Überraschungen kommen werden.

Bobeth: Herr Dr. Krässig, wenn ich Sie recht verstehe, tut es Ihnen leid, wenn ein Hemd über Nacht nicht trocken ist, daß es also längere Zeit zum Trocknen braucht.

Krässig: Ja, das ist ein möglicher Effekt. Aber ein anderer, der wahrscheinlich erst nach mehreren Wäschen zutage tritt, ist, daß die geschätzte Dimensionsstabilität von

Syntheseartikeln und die Bügelfreiheit partiell verschwindet.

Bobeth: Ja, das möchte ich abstreiten, daß es gebügelt werden muß, wenn es länger zum Trocknen braucht, Baumwollhemden brauchen auch länger.

Krässig: Was unsere Hausfrauen dazu sagen werden?

Bobeth: Es ist keine da.

Egbers: Die amerikanische Hausfrau stört das sowieso nicht, die steckt das in den Tumbler, und dann ist es nur eine Frage, wie man die Zeituhr einstellt. Natürlich ist auch diese Ausrüstung nicht voll waschfest, und sie ist die Kombination von einem echten Finish, einer Avivage, eine Avivierung mit Strahleninduktion. Sie ist also nicht nur eine rein strahlentechnische Angelegenheit.

Schubert: Herr Professor Bobeth, ich habe einmal eine Frage in ganz anderer Richtung: Gibt es schon irgendwelche Versuche, diese Elektronenstrahlen für das Texturieren einzusetzen? Man könnte sich ja beispielsweise vorstellen, daß man eine Fadenschar von 2,50 m Breite bildet und diese dann auf oben genannte Weise texturiert.

Bobeth: Theoretisch müßte das gehen, mir ist aber bekannt, daß man versucht, hier etwas mit Laserstrahlen zu machen. Mit Elektronenstrahlen wäre es auch denkbar, aber es ist wahrscheinlich zu umständlich und zu diffizil, um mit bekannten Verfahren konkurrieren zu können. Mir ist sonst nichts bekannt.

Die Anwendungsmöglichkeiten der Beflockung auf dem Textilgebiet

Dipl.-Ing. Michel Sieroff
Rhône-Poulenc-Textile, Lyon

Nach seinem Aufkommen in Frankreich um 1870 wurde das Beflocken von Textilien lange Zeit als ein Mittel betrachtet, Oberflächen örtlich zu dekorieren. Um 1936 tauchte dann das elektrostatische Flockverfahren auf, dessen tatsächliche Entwicklung jedoch erst um 1950 begann. Erst dank diesem Verfahren, das später mit einem mechanischen Vibrationsvorgang kombiniert wurde, setzte sich die Beflockung als Stoffausrüstungs- und -veredlungsverfahren durch.

Zur Zeit stellt man auf dem Gebiet der Beflockung einen deutlichen Aufschwung fest, der einerseits den Chemiefasern und ihren vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten, andererseits und vor allem aber der Entwicklung der Klebemittel zu verdanken ist. Neue Oberflächenstrukturen, wie Wildlederimitation und Velours, oder textile Bodenbeläge werden geschaffen. Die Beflockung ist nicht mehr ein Ausrüstungsverfahren unter vielen anderen, sondern auf dem Wege, ein industrielles Fertigungsverfahren zu werden. Die beflockten Stoffe können anschließend anderen Ausrüstungsbehandlungen, wie zum Beispiel dem Bedrucken, unterzogen werden.

Es werden heute nicht mehr wie früher nur einige tausend Quadratmeter beflockter Stoffe nach handwerklichen Verfahren gefertigt, sondern Millionen von Quadratmetern industriell hergestellt.

Aus dem Chemiefaserangebot kommen hauptsächlich die Zellulosefasern und die Polyamide zum Einsatz, erstere vor allem auf dem Bekleidungssektor, letztere in den Heimtextilien, den textilen Bodenbelägen und den Schuhwaren.

After its appearance in France at around 1870 the flocking of textiles was for a long time regarded as a method to decorate areas locally. By 1936 the electrostatic flocking process had emerged whose actual development, however, did not set in until 1950. It was only thanks to this process, which was later combined with a mechanic vibration process, that flocking made its way as a finishing process.

At present a considerable rise in the application of flocking is taking place which may be attributed to the chemical fibres and their varied applications on the one hand, and above all to the development in the field of adhesives on the other hand. New surface structures, such as imitation-suede and velours or textile floor coverings are created. Flocking is no longer one finishing process amongst many others but is becoming an industrial manufacturing process. Flocked materials can subsequently undergo any other finishing processes, e. g. printing.

Today not only a few thousand square meters of flocked materials are manufactured as they used to be in handicraft processes, but millions of square meters are produced commercially.

Among the chemical fibres, mainly cellulose fibres and polyamides are used for this process, the former above all in the field of clothing, the latter for domestic textiles, textile floor coverings and shoes.

Definition der Beflockung und geschichtlicher Rückblick

Das Beflockungsverfahren besteht darin, Textilfasern geringer Länge (von 0,5 mm bis zu einigen mm) auf eine Oberfläche aufzubringen, die vorher mit einem

Klebemittel bestrichen worden ist, um diese Fasern festzuhalten. Diese kurzen Textilfasern werden *Flock* genannt.

Die ersten beflockten Tapeten wurden in Frankreich um 1870 von der Firma Leroy auf den Markt gebracht. Die ersten Flocktextilien tauchten dann später mit den „Tontiss“ auf, die zunächst durch das Aufbringen von Faserstaub und später durch das Aufstreuen von kalibrierten, das heißt in bestimmte Längen geschnittenen Flocken erhalten wurden. Um 1938 wurden diese Artikel schon in ziemlich großen Mengen hergestellt. Man wandte hierzu allein das Streu-Sieb-Verfahren an, auf das wir später noch zurückkommen werden. Es standen jedoch noch keine wirklich abriebfesten und vor allem noch keine wirklich waschbeständigen Klebemittel zur Verfügung, was der Entwicklung der Beflockung gewisse Grenzen setzte.

In den Jahren um 1935 bis 1937 wurden dann die ersten Patente zur elektrostatischen Beflockung angemeldet. Aber erst 1948 setzte die Entwicklung dieser Technik wirklich ein. Zu diesem Zeitpunkt standen bereits Generatoren für das elektrische Feld sowie bessere Klebemittel zur Verfügung.

Einige Jahre später (1956—1957) wurde das elektrostatisch-mechanische Verfahren entwickelt, nach dem heute zumeist dann gearbeitet wird, wenn es sich um die Beflockung von Textilien handelt. Bedeutende Fortschritte auf dem Gebiet der Kleber ermöglichten es, für den Flock eine ausgezeichnete Abrieb- und Waschbeständigkeit zu erzielen und dabei dem Textil dennoch seine Geschmeidigkeit zu erhalten. Auch die Entwicklung von Uni-Flock, der über die ganze Oberfläche des Stoffes verteilt ist, wurde dadurch möglich, während man früher nur „Tontiss“-Drucke herstellen konnte.

Heute geht die Tendenz dahin, die Beflockung zu industrialisieren, und zwar auf kontinuierlichen Fertigungsstraßen, die die Behandlung sehr großer Materialmengen bei Geschwindigkeiten von mehreren Metern pro Minute ermöglichen.

Die verschiedenen Beflockungsverfahren

Die Beflockungsverfahren können in zwei Gruppen eingeteilt werden, und zwar

- in mechanische Verfahren und
- in elektrostatische Verfahren.

Hinzu kommt noch das aus diesen beiden Typen kombinierte Verfahren, denn die modernen Beflockungsanlagen sind aus der Verbindung des elektrostatischen Verfahrens mit den mechanischen Prozessen entstanden.

1. Rein mechanische Verfahren

a) Sieben und Vibrieren

Es handelt sich hier um die allerersten Beflockungsverfahren, bei denen man auf die zu beflockende Oberfläche Flock im Überschuß fallen läßt. Das Eindringen des Flocks in das Klebemittel, seine Verteilung und seine Fixierung werden dadurch erleichtert, daß man die zu beflockende Fläche in eine Vibrationsbewegung versetzt (Abb. 1).

Abb. 1 Mechanische Beflockung

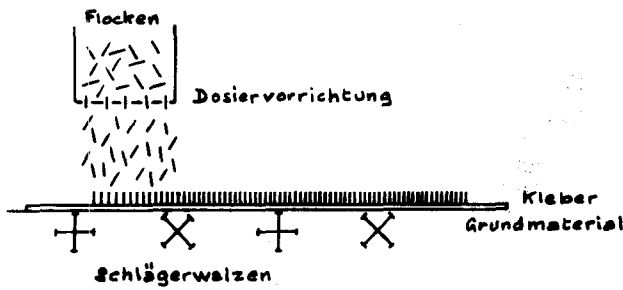


Abb. 1: Mechanische Beflockung

Bei diesem Verfahren, das heute noch und selbst für verhältnismäßig langen Flock (aber mit hohem Titer) angewandt wird, ist es schwer, der beflockten Oberfläche ein „samartiges“ Aussehen zu verleihen.

In den meisten Fällen wird das einfache Sieb-Vibrier-Verfahren nur noch beim „Tontiss“ genannten Flockdruck zur Dekoration von Textilartikeln, beispielsweise von Gardinen oder Brautschleiern, angewandt. Aber selbst bei dieser Anwendung bedient man sich heute der Wirkung des elektrischen Feldes.

b) Aufblasen durch Druckluft (pneumatisches Verfahren)

Dieses Verfahren wird für flache textile Oberflächen praktisch nicht angewandt. Hingegen wird bei der Beflockung von geformten Artikeln und auch bei der Wandbeflockung auf das Aufblaseverfahren zurückgegriffen. Allein auch in diesem Falle darf man nicht damit rechnen, eine Oberfläche mit parallel ausgerichteten Flocken zu erhalten, die Verteilung erfolgt vielmehr in Wirrlage.

Heute gewinnt dieses Verfahren insbesondere für die Wandverkleidung wieder an Bedeutung, und zwar in Verbindung mit dem elektrischen Feld.

2. Elektrostatische Beflockung

a) Theorie

In einem zwischen zwei Elektroden angelegten elektrischen Feld bewegt sich ein negativ geladenes Teilchen in Richtung der positiven Elektrode, und umgekehrt wird ein positiv geladenes Teilchen von der negativen Elektrode angezogen. Ein leitfähiger Flock verhält sich in einem homogenen elektrischen Feld jedoch nicht wie ein punktförmiges Teilchen, sondern wie ein Dipol, der an seinen beiden Enden jeweils eine positive Ladung gegenüber der negativen Elek-

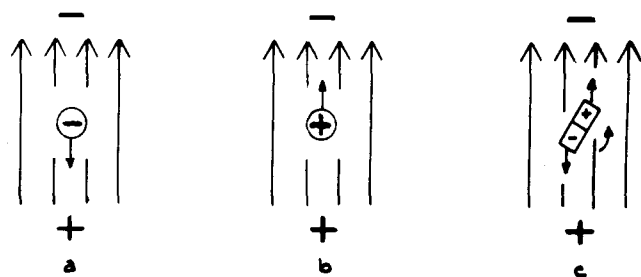


Abb. 2: Kräfte im homogenen Feld¹

trode und eine negative Ladung gegenüber der positiven Elektrode aufnimmt. Der Flock orientiert sich also in Richtung der Feldlinien (Abb. 2).

Wird der Flock außerdem selbst aufgeladen, beispielsweise durch Kontakt mit einer der Elektroden, so kann er unter Beibehaltung seiner Parallellage zur Richtung des elektrischen Feldes die entgegengesetzte Elektrode anfliegen (Abb. 3).

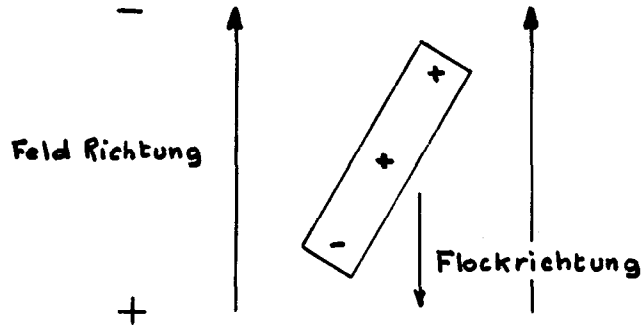


Abb. 3: Positiv geladene Flocken

Beim Auftreffen auf die Elektrode verliert der Flock seine Ladung und nimmt eine dieser Elektrode entsprechende Ladung auf. Theoretisch würde er dann wieder zu seiner Ausgangselektrode zurückkehren, und dieses Hin- und Herfliegen würde ununterbrochen und so lange stattfinden, wie das Feld besteht. In Wirklichkeit gibt es jedoch Kohäsionskräfte, die den Flock an der Elektrode festhalten. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn man die den Flock auffangende Elektrode mit einem Klebemittel versieht. Auf diesem Prinzip basiert die elektrostatische Beflockung.

Wir wollen jetzt untersuchen, wie man einem Flock diese seine Ausrichtung bestimmende Eigenladung verleihen kann. Hierfür kommen zwei Verfahren in Frage:

- die *Influenzaufladung*, das heißt eine Aufladung durch direkten Kontakt mit einer Elektrode, sowie
- die *Ionisationsaufladung* durch Kontakt mit einem elektrisch aufgeladenen Gitter.

Die zweite Lösung wird praktisch immer bei der Beflockung von Textilien angewandt, da die elektrische Isolierung der Bestandteile einer Maschine, die gleichzeitig den Flock verteilen und ihn elektrisch aufladen soll, schwierige Probleme aufwirft.

Die Aufladung durch Ionisation wird in hohem Maße dadurch erleichtert, daß die Beflockung von oben nach unten erfolgt. Der Flock erhält auf diese Weise zunächst eine Eigengeschwindigkeit im freien Fall, ehe er durch das Ionisationsgitter geht.

In all jenen Fällen jedoch, in denen man dem Flock keine Anfangsgeschwindigkeit geben kann oder will, ist man darauf angewiesen, die erstgenannte Lösung anzuwenden, beispielsweise bei der Beflockung von vertikalen Flächen oder von geformten Gegenständen.

Wir wollen nunmehr auf den in einem vertikalen und homogenen elektrischen Feld orientierten Flock zurückkommen. Nach Beršev und Kirilov² fällt der Eigenaufladungspunkt des Flocks nicht mit

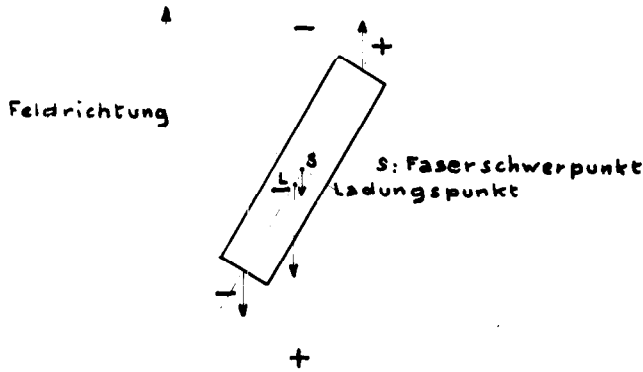


Abb. 4: Kräfte, die auf die Faser wirken

dem Schwerpunkt zusammen, sondern ist unter diesem leicht verschoben. Dies erklärt, warum man bei einem vertikalen Feld immer die Beobachtung macht, daß die Flocken nicht genau vertikal verteilt, sondern stets leicht geneigt sind. Ihr Neigungswinkel soll zwischen $4^{\circ}2'$ und 14° liegen (Abb. 4).

Diese Orientierung der Fasern in einem elektrischen Feld gilt nicht nur für kurze Flocken, sondern in gewissem Maße auch für längere Fasern. Man stellt außerdem fest, daß sie von der Feldstärke abhängt und mit einer gewissen Entkräuselung verbunden ist, die zur Parallelisierung der Fasern beiträgt. Die Fluggeschwindigkeit hängt auch von der relativen Umgebungsfuchte ab³. Es ist bekannt, daß bei der elektrostatischen Beflockung dieser Faktor ebenfalls eine Rolle spielt.

Die Orientierung der langen Fasern hat zu Untersuchungen geführt, deren Gegenstand das Verspinnen von Fasern auf elektrostatischem Wege ist. Wir kommen damit etwas von der Beflockung ab, doch sind die Entwicklungsmöglichkeiten solcher Verfahren in der Zukunft nicht außer acht zu lassen.

Wir haben gesehen, was in einem homogenen, mit Hilfe von zwei flachen Elektroden erhaltenen Feld vor sich geht, und zwar in dem tatsächlich homogenen Teil, wo die Feldlinien parallel liegen und die Feldstärke konstant ist (Abb. 5 c). Es darf nicht vergessen werden, daß die Kraftlinien des Feldes von einer punktförmigen Ladung auch in alle Richtungen gehen können (Abb. 5 a und 5 b). Daher bildet sich zum Bei-

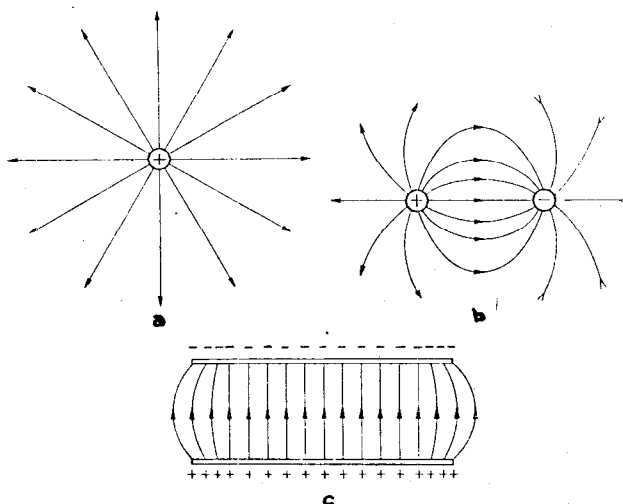


Abb. 5: Feldrichtungen

spiel zwischen einer flachen und einer gekrümmten Elektrode (Abb. 6) ein elektrisches Feld, dessen Kraftlinien nicht unbedingt gerade und parallel sind.

In einem solchen, sogenannten „inhomogenen“ Feld richten sich die Flocken ebenfalls aus, und wenn sie über eine Eigenladung verfügen, fliegen sie die entgegengesetzte Elektrode an, wo sie sich senkrecht oder, wie wir vorhin gesehen haben, unter einem gewissen Winkel aufstellen. Da die Feldstärke zwischen zwei Elektroden (deren Oberfläche nicht als unendlich angenommen wird) jedoch umgekehrt proportional zur Entfernung ist, hat man tatsächlich ein inhomogenes Feld vor sich, und die Flocken fliegen eher dahin, wo die Felddichte am größten, das heißt die Entfernung am geringsten ist. Außerdem kann ein *Spitzeneffekt* hinzukommen.

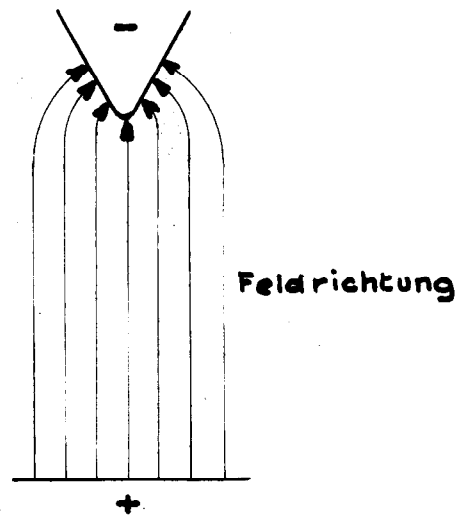


Abb. 6: Inhomogenes Feld

b) Die elektrostatischen Hochspannungsgeneratoren oder Elektrostate

Es gibt zwei Arten von Generatoren für die Erzeugung der hohen Gleichspannungen, die zur Anlegung der elektrischen Felder beim elektrostatischen Flockverfahren verwendet werden, nämlich

- Geräte mit Transformator und Gleichrichter sowie
- Maschinen mit Isolierwalze.

Geräte mit Transformatoren und Gleichrichtern

Diese Apparate werden zur Zeit praktisch ausschließlich bei der elektrostatischen Beflockung verwendet. Es handelt sich hierbei nur um Hochspannungsanlagen mit Gleichrichtern von netzfrequentem Strom. Es sind mehrere Montagen möglich, und zwar nach folgenden Schemata:

- Die einfachste Montage (Abb. 7) besteht darin, einen Hochspannungstransformator mit Gleichrichtern und einem Kondensator zur Gewährleistung einer kontinuierlichen Spannung zu verwenden. Der Nachteil dieses Systems ist, daß man hierzu nur einen großen Transformator einsetzen kann.

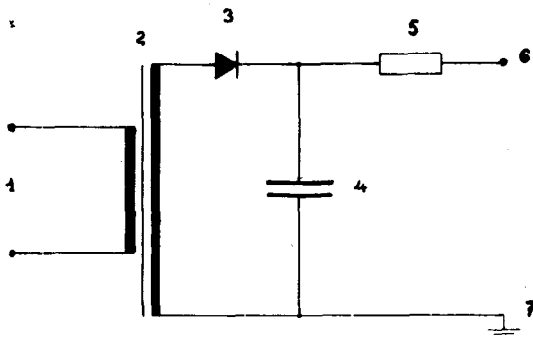


Abb. 7: Hochspannungsgerät mit Transformator und Gleichrichter

- Die zweite Montage, die als Spannungsverdopplung angesehen werden kann, entspricht Abbildung 8. Sie wird entweder in dieser Form verwendet oder in Form einer Kaskadenschaltung, die die Vervielfachung der Spannung um die Anzahl der Gleichrichter + Kondensatoren ermöglicht.
- Die Latour-Verdopplung (Abb. 9) führt zu den bei Verwendung von Transformatoren und von Kondensatoren, die nicht so groß sind, gleichen Ergebnissen. Bei dieser Montage erhält nämlich jeder Kondensator nur die Hälfte der Ausgangsspannung. Wie im vorgenannten Fall besteht bei dieser Montage auch die Möglichkeit zur Vervielfachung, um sehr hohe Spannungen zu erhalten (Abb. 10).

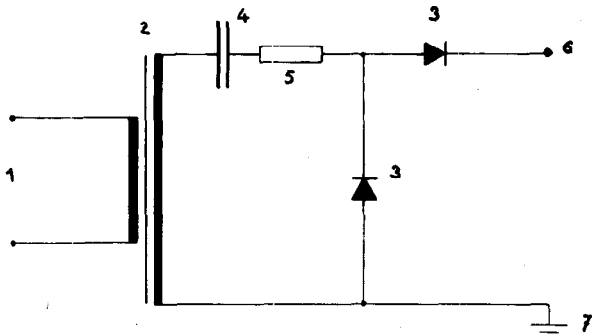


Abb. 8: Spannungsverdopplungsschaltung

- 1 Netzanschluß
- 2 Transformator
- 3 Gleichrichter
- 4 Kondensator
- 5 Schutzwiderstand
- 6 Hochspannungsanschluß
- 7 Erdanschluß

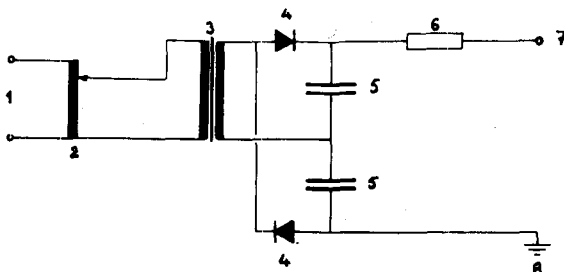


Abb. 9: Latour-Verdopplung

Bei allen diesen Geräten sind die Gleichrichter Selenioden.

Unabhängig vom gewählten Verdopplungssystem können die Geräte mit Transformatoren und Gleichrichtern entweder für eine konstante oder für eine regelbare Spannung vorgesehen werden. Die in der Praxis bei der elektrostatischen Beflockung am häufigsten angewandten Spannungen liegen zwischen 40 und 120 kV.

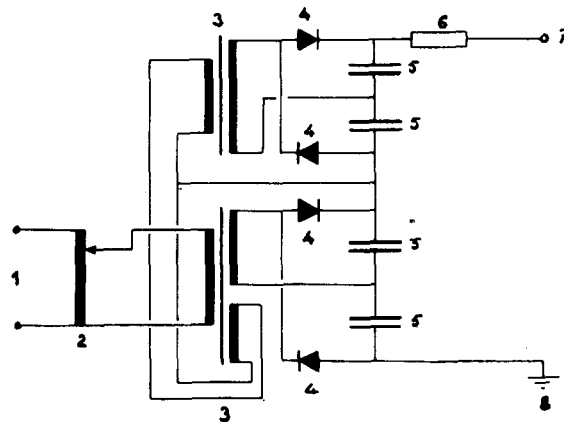


Abb. 10: Latour-Verdopplung für sehr hohe Spannung

- 1 Netzanschluß
- 2 Spannungsvorregelung
- 3 Transformator
- 4 Gleichrichter
- 5 Kondensator
- 6 Schutzwiderstand
- 7 Hochspannungsanschluß
- 8 Erdanschluß

Einem Generator wird sehr oft eine Spannungsbreite von 20 bis 30 kV gegeben. Es gibt aber auch Geräte, die beispielsweise insgesamt bis zu 120 kV geregelt werden können (Latour-System). In Spezialfällen werden auch Generatoren mit bis zu 240 kV verwendet.

Wir haben schon darauf hingewiesen, daß mit sehr geringen Feldstärken gearbeitet wird (z. B. von 0,1 bis 0,3 mA), die im Prinzip und in gewissen Spannungsgrenzen für das Bedienungspersonal ungefährlich sind. Bei über 150 kV besteht jedoch die mit dem Potential selbst zusammenhängende Gefahr.

Maschinen mit Isolierwalzen⁴

Es handelt sich hier um die eigentlichen elektrostatischen Maschinen, bei denen man für die Hochspannung jenen Ausgangsstrom verwendet, der einer Anhäufung von durch ein festes Ionisiersystem entwickelten und durch einen sich in Wasserstoff unter Druck drehenden Isolierrotor transportierten Aufladungen entspricht (Abb. 11). Maschinen dieser Art ermöglichen die Entwicklung von beträchtlichen Spannungen, die weit über 1000 kV liegen können. In der Praxis werden sie für die Textilbeflockung verhältnismäßig wenig eingesetzt; sie haben sich aber schon auf Gebieten wie der elektrostatischen Lackierung oder bei Verfahren wie der Gasentstaubung und der Sortierung einiger Granulatmassen durchgesetzt. Die Vorteile dieser Technik sind im wesentlichen:

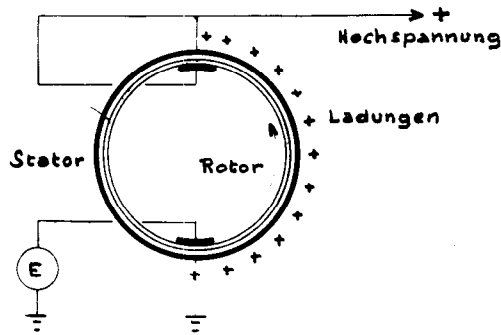


Abb. 11: Elektrostatische Hochspannungsgeneratoren

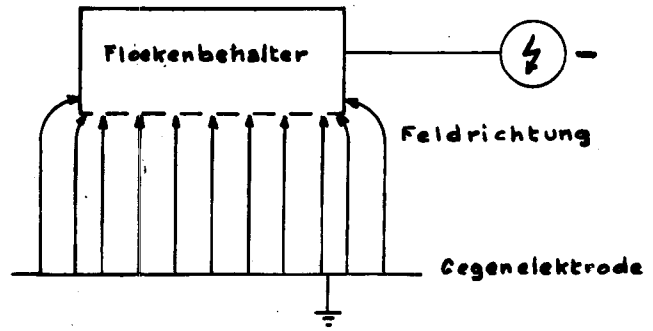


Abb. 13: Aufladung durch Induzenz

- das Fehlen der Siebkondensatoren;
- in keinem Fall Überstrom, selbst nicht bei Kurzschluß;
- Direkterzeugung eines Gleichstroms ohne Restwellengefahr;
- geringer Energieverbrauch zur Erzeugung der Aufladungen.

Diese Maschinen weisen allerdings den Nachteil auf, daß sie bei verhältnismäßig geringen Spannungen — wie im Falle der Beflockung — nur eine geringe Stromstärke abgeben können, die zum Beispiel bei 60 bis 80 kV kaum 0,1 mA übersteigt. Zum Flocken einiger leitfähiger Fasern genügt dies jedoch im allgemeinen nicht.

c) Die Praxis der elektrostatischen Beflockung

Wir wissen nun, wie ein elektrisches Feld geschaffen werden kann, und auch wie sich ein Flock in diesem Feld verhält. Wir wollen jetzt auf die Abbildungen der Beflockungsvorrichtungen zurückkommen.

Influenzaufladung

Wir haben gesehen, daß die Aufladung eines Flocks durch Kontakt mit einer das Feld erzeugenden Elektrode erfolgen kann. Früher wurde die Beflockung von unten nach oben durchgeführt, indem man die zu beflockende, mit Klebstoff bestrichene Fläche über eine Flockmasse hinwegzog, die auf der unteren Elektrode lag. Dies geht aus folgender Abbildung hervor (Abb. 12):

Diese Lösung führt jedoch nicht zu den besten Ergebnissen, wenn eine hohe Flockdichte mit verhältnis-

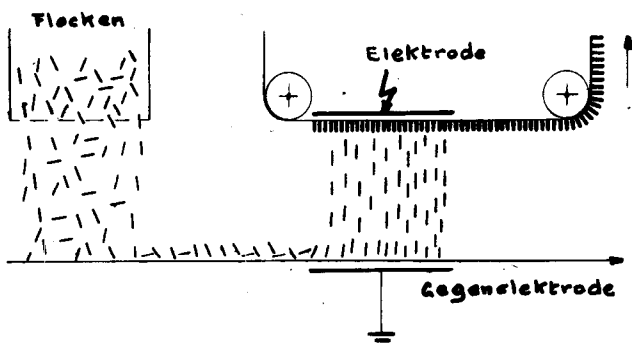


Abb. 12: Elektrostatische Beflockung von unten nach oben

mäßig langen Fasern gewünscht wird. Sie erschwert nämlich die Dosierung des Flocks. Man hat dann die vom Generator kommende Spannung an den Käfig angelegt, der den Flock enthält, und verteilt. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß im Falle der Beflockung von Textilflächen in uni die elektrische Isolierung schwierige Probleme aufwirft, und zwar besonders wegen der zahlreichen sich drehenden Teile (z. B. Bürsten). Dieses Verfahren wird jedoch, wie bereits erwähnt, sehr häufig bei der Beflockung von Gegenständen komplizierter Form und auf dem Textilgebiet (z. B. für das Auftragen von Flock auf eine Wand) herangezogen (Abb. 13).

Will man solche Gegenstände oder Wände mit ganz kurzem Flock besetzen, der der Oberfläche gegenüber nicht besonders orientiert zu werden braucht, so wird die elektrostatische Beflockung mit Influenzaufladung noch mit der Einwirkung von Druckluft kombiniert (Abb. 14).

Ionisationsaufladung

Unter Punkt 2a haben wir schon das Aufladen eines Flocks durch Ionisation im Prinzip beschrieben. Abbildung 15 zeigt das Schema einer solchen Anlage.

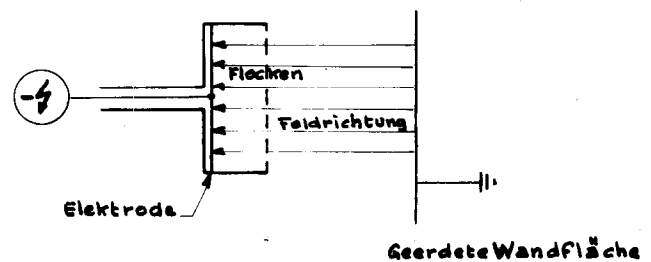


Abb. 14: Handgeräte zur Beflockung

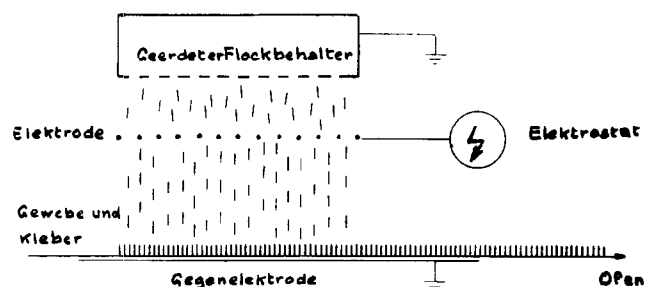


Abb. 15: Beflockung von oben nach unten

Der Flockverteiler sowie die Platte mit der zu beflockenden Fläche sind in diesem Fall geerdet, stehen also auf Nullpotential, und werden als Gegenelektroden betrachtet. Das Gitter oder die Elektrode nimmt die Hochspannung des Generators auf, und es bildet sich ein elektrisches Feld zwischen diesem Gitter und den beiden Gegenelektroden.

Die durch Schwerkraft aus dem Verteiler fallenden Flocken werden beim Verlassen des Siebes durch Influenz aufgeladen und fliegen das Gitter mit der Resultierenden aus zwei Einzelgeschwindigkeiten an. Die eine entspricht der Schwerkraft, die andere der durch die Anziehungskraft des Gitters bewirkten Beschleunigung. Die beschleunigten Flocken fallen dann durch das Gitter, das durch den Generator mit Spannung versorgt wird. Dieses Gitter besteht aus verhältnismäßig weit (mehrere Zentimeter) voneinander entfernten Stäben. Es kann also angenommen werden, daß um diese Stäbe ein elektrisches Feld und eine Ionisationszone gebildet wird, in der es theoretisch ebensoviele Minus- wie Plus-Ionen gibt (Abb. 16).

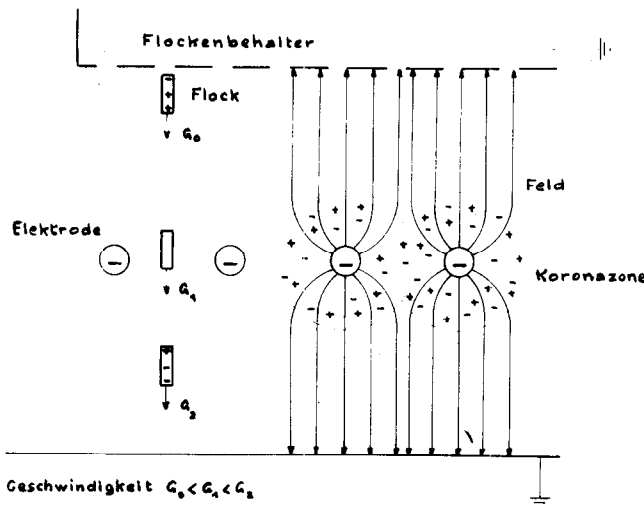


Abb. 16: Flockenbewegung im elektrostatischen Feld

Die in der Nähe des Gitters ankommenden orientierten und aufgeladenen Flocken entladen sich hier wahrscheinlich einerseits durch Berührung mit dem in der Nähe des Gitters liegenden Feld und andererseits in der ionisierten Koronazone, die dazu neigt, elektrisch aufgeladene Teilchen zu entladen. Der Flock geht mit seiner Eigengeschwindigkeit durch die Gitterzone hindurch und lädt sich anschließend wieder auf. Er nimmt die Plus- und Minuspolaritäten in Form des Dipols wieder an. Durch diese Polaritäten wird die Orientierung der Faser im Feld beibehalten, und der Flock erhält darüberhinaus eine neue Eigenladung, die von der unteren Gegenelektrode angezogen wird. Die Fallgeschwindigkeit des Flocks wird dadurch erneut beschleunigt — eine in der Praxis gemachte Feststellung.

Diese Erklärung gilt für den von uns gewählten Fall, das heißt für ein unter Spannung stehendes Gitter zwischen dem Flockverteiler und der zu beflockenden Fläche — eine Vorrichtung, die in den meisten Fällen bei der Textilbeflockung verwendet wird.

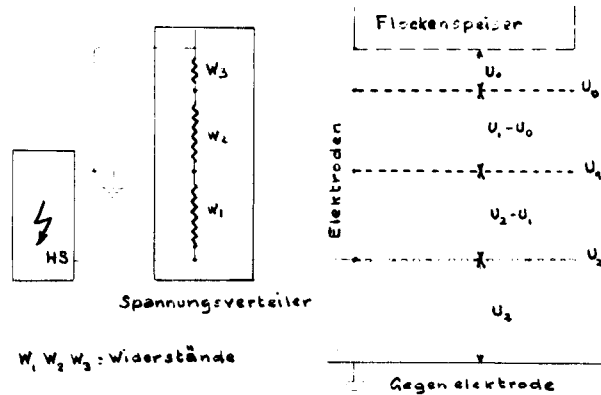


Abb. 17: Beflockung mit fortschreitendem Feld

In diesem Zusammenhang sei noch auf ein interessantes, von diesem Prinzip abgeleitetes System hingewiesen, um die Fallgeschwindigkeit der Flocken und infolgedessen ihre Eindringkraft in den Klebstoff zu erhöhen: die Anwendung eines fortschreitenden Feldes⁵.

Anstelle eines einzigen unter Spannung stehenden Gitters montiert man beispielsweise drei Gitter, die mit fortschreitenden Spannungen versehen werden (Abb. 17):

$$\begin{aligned}
 U_0 &< U_1 < U_2 \\
 U_0 &= 40 \text{ kV} \\
 U_1 &= 60 \text{ kV} \\
 U_2 &= 120 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

Unter diesen Bedingungen werden die beim Durchgang durch das erste Gitter beschleunigten Flocken weiter beschleunigt, indem sie sich beim Durchgang durch die beiden anderen Gitter, die in derselben Polarität wie das erste Gitter versorgt werden, weiter aufladen. Das ständig in die gleiche Richtung gehende Feld wird immer stärker, je näher man der unteren geerdeten Gegenelektrode kommt. Es handelt sich hier nicht um eine theoretische Betrachtung, sondern durchaus um Tatsachen. In einem solchen System sieht man die Flocken auf Grund ihrer hohen Niederschlagsgeschwindigkeit praktisch nicht fallen.

Die Stromversorgung der verschiedenen Gitter erfolgt von einem einzigen Generator aus über einen Spannungsverteiler. Daraus ergibt sich jedoch die Notwendigkeit, daß die Flocken leitfähig sein müssen.

Bis jetzt haben wir noch wenig von der entweder bei der Influenz- oder bei der Ionisationsaufladung angelegten Polarität gesprochen. In den meisten Fällen liefern die Generatoren eine negative Spannung (—); es gibt jedoch auch zahlreiche Flockgeräte mit positiver Polarität (+). Grundsätzlich ist die Sprühentladungsfahr zwischen den geerdeten Teilen mit Nullspannung und der unter Spannung stehenden Elektrode dann größer, wenn man an dieser Elektrode eine positive Spannung (+) anlegt.

In den USA werden auch elektrische Wechselfelder angewandt. Die Gefahr dabei ist, daß mit verhältnismäßig hohen Stromstärken gearbeitet wird, die mehrere mA erreichen können und für den Menschen gefährlich sind. Außerdem ist nicht ganz klar, worin der Vorteil eines solchen Wechselfeldes liegen soll.

Die Herstellung des Flocks

Ein Flock besteht aus Textilfasern geringer Länge, vor allem aus solchen von 0,5 bis 1 mm, die manchmal bis zu 15 mm lang sein können. Diese Fasern müssen völlig gerade sein, um in der zu beflockenden Oberfläche verankert werden zu können.

Wie wir vorhin gesehen haben, sollten diese Fasern besondere Eigenschaften aufweisen, um sich für das Beflocken zu eignen. Sie sollten

- trenn- und rieselfähig sein, das heißt nicht dazu neigen, aneinander zu haften oder zu kleben, und daher bei den Arbeitsgängen der Beflockung getrennt bleiben. Weiters sollten sie
- leitfähig sein, vor allem beim elektrostatischen Verfahren.

Zur Herstellung des Flocks müssen vom Rohmaterialkabel ausgehend mehrere Arbeitsgänge vorgenommen werden: Schneiden, Färben und Präparieren.

1. Das Schneiden des Flocks

Es sind hier zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem, ob es sich um kalibrierten oder *Schnittflock* oder um nichtkalibrierten oder *Mahlflock* handelt. Wir wollen hier allein vom Schneiden des kalibrierten Flocks sprechen.

Es wird von Kabeln mit parallelen und ungekräuselten Fasern ausgegangen, deren Gesamttiter zwischen 9 und 60 ktex liegt. Das Schneiden wird auf Flockschneidemaschinen durchgeführt, deren Speisungskapazität bis zu 1500 ktex (1500 g/m) betragen kann. Es besteht natürlich ein Zusammenhang zwischen den materialbedingten Faktoren, wie

- Einzelfasertiter,
- Natur der Faser (einschließlich Mattierung),
- Schnittlänge und -genauigkeit,
- und den maschinenbedingten Faktoren, wie
- Schneidgeschwindigkeit und
- Speisungskapazität, sowie
- der Wahl der Messerschneiden.

Bei schmelzbaren Fasern, beispielsweise bei Polyamiden, kommt der richtigen Wahl der Messerschneiden große Bedeutung zu. Es ist oft zweckmäßig, die Kabel zu befeuchten, um das Verschmelzen der Einzelfasern oder teilweise geschmolzene Flockenspitzen zu vermeiden. Für derart temperaturempfindliche Fasern sind noch andere Lösungen vorgeschlagen worden, wie zum Beispiel die Abkühlung des Kabels durch flüssigen Stickstoff oder ähnliche Mittel. In der Industrie scheint sich diese Lösung jedoch nicht durchzusetzen.

Bei kalibriertem Flock werden Schnittlängen mit hoher Präzision verlangt. Bei Schnittlängen zwischen 0,5 und 3 mm zum Beispiel müssen mindestens 90 % der Fasern die Nennlänge $\pm 0,05$ mm aufweisen. Die restlichen 10 % bilden zum größten Teil einen etwas kürzeren Flock. Die langen Flocken müssen durch Sieben entfernt werden — aber dieser Arbeitsgang stellt nur eine ungenügende Hilfsmaßnahme dar, und ein guter Schnitt ist auf jeden Fall besser.

In den meisten Fällen wird der Flock aus rohweißen Fasern hergestellt; es kommt jedoch auch vor, daß spinn- oder kabelgefärbtes Material geschnitten wird.

2. Das Färben

Der Flock wird entweder gefärbt oder gebleicht, wobei das Bleichen besonders beim Viskoseflock zur Anwendung kommt. Man färbt ihn in einer Schutzhülle aus feinem Tuch im Färbekorb. Das Färben wird wie bei den entsprechenden Fasern unter Berücksichtigung der gewünschten Echtheiten durchgeführt.

3. Das Präparieren

Es handelt sich hierbei um einen besonders wichtigen Vorgang im Herstellungsprozeß des Flocks, da von dieser Behandlung die Eignung zur Beflockung abhängt. Will man nur das Siebverfahren anwenden, ist die Hinzufügung eines nichtklebenden Weichmachers manchmal ausreichend. Bei der elektrostatischen Beflockung hingegen müssen die Flocken nicht nur stark individualisiert, sondern auch vollkommen leitfähig sein, um sich im elektrischen Feld zu orientieren und später keine Tendenz zum Zusammenballen zu zeigen.

Die Präparation wird nach dem Färben aufgebracht. Es gibt zahlreiche Rezepturen, aber die Anzahl der geeigneten Mittel ist verhältnismäßig beschränkt. Bei dieser Behandlung spielen verschiedene Faktoren mit, von denen die wichtigsten folgende sind:

- der Fasertyp,
- der Titer und die Länge des Flocks,
- das Präparationsmittel,
- die Konzentration dieses Mittels auf dem Flock,
- die Wahl eines Wasserrückhaltemittels und dessen Konzentration,
- die Durchführung der Leitfähigkeitsbehandlung,
- das Trocknungsverfahren und die Trocknungstemperatur für den leitfähig gemachten Flock und schließlich auch noch
- die nach dem Trocknen auf dem Flock verbleibende Feuchtigkeit.

Da der Flock einen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen muß, der den spezifischen Behandlungen nach dem Färben entspricht, müssen die Lagerungsbedingungen darauf abgestimmt sein, dem Flock vor allem seine Feuchtigkeit zu erhalten. Eine übermäßige Verringerung dieser Feuchtigkeit würde die Leitfähigkeit der Flocken und infolgedessen ihre Eignung für eine einwandfreie elektrostatische Beflockung herabsetzen.

Die Beflockungsträger

Bei einem beflockten Artikel muß der Flock auf einen Träger geklebt werden. Im Falle der Anwendung der Beflockung für die Herstellung von Textilien einschließlich Bodenbeläge muß dieser Träger gewisse textile Eigenschaften besitzen. Es handelt sich daher immer um einen Stoff, und zwar entweder um

- einen gewebten Stoff,
- einen gewirkten Stoff oder um
- einen Vliesstoff.

Sieht man von einigen dekorativen Effekten ab, die durch den sogenannten „Flockdruck“ erhalten werden, so soll der Träger als wichtigste Eigenschaften folgende Merkmale aufweisen:

- eine ebene Oberfläche ohne die geringsten Fabrikationsfehler, wie zum Beispiel Knoten, um zu einer völlig gleichmäßig beflockten Fläche zu führen;
- Verträglichkeit mit den in Frage kommenden Klebstoffen im Zusammenhang mit den Pflegebedingungen des beflockten Artikels. Bei der Fertigstellung des Trägerstoffes müssen daher Hilfsmittel vermieden werden, die sich mit dem Klebstoff nicht vertragen oder Haftfähigkeit und Haftung des Klebers herabsetzen könnten (in einem solchen Fall müßte man eben Hilfsmittel mit günstigerer Wirkung einsetzen).
- Als weitere Eigenschaften können vom Träger auch Reißfestigkeit und Elastizität verlangt werden; dies hängt im wesentlichen vom Einsatzgebiet des beflockten Artikels ab. Ein Flocksamt für Möbelbezugsstoffe zum Beispiel muß genügend Elastizität aufweisen, um sich gewissen runden Formen anpassen zu können.
- In einigen Fällen muß der Träger auch Dimensionsstabilität besitzen, damit der beflockte Artikel gereinigt werden kann, zum Beispiel bei Kleidungsstücken mit Wildledereffekt. Diese Stabilität soll auch bei den thermischen Behandlungen zum Trocknen, Vernetzen, Gelieren oder Polymerisieren des Klebstoffes wirksam sein.

Es versteht sich, daß der Träger zum Auftragen einer Klebstoffschicht geeignet sein und daher auch eine gewisse minimale Struktur haben muß.

Die Klebstoffe

Bei den Flockklebern können wir folgende drei Hauptgruppen unterscheiden:

- Lösungsmittelkleber,
- Dispersionskleber und
- lösungsmittelfreie Kleber.

1. Lösungsmittelkleber

Obwohl die Verwendung dieser Kleber keine besonderen Schwierigkeiten bereitet und zur Beseitigung des Lösungsmittels im allgemeinen nur wenig Energie erforderlich ist, stellt dieser Kleber für die Fixierung der Flocken nicht immer die beste Lösung dar. In zahlreichen Fällen muß das Lösungsmittel nämlich wiedergewonnen werden können, und zwar einerseits, um nicht zur Luftverschmutzung beizutragen, und andererseits aus Preisgründen.

Im Falle der elektrostatischen Beflockung muß auch an die Brand- und Explosionsgefahr mit einigen leichten Lösungsmitteln gedacht werden. Daher sollen Lösungsmittelkleber nur in unumgänglichen Fällen verwendet werden und stets unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßnahmen. Ihr Einsatz ist bei der Beflockung von Textilien sehr beschränkt.

Die wichtigsten Lösungsmittelkleber bestehen aus Polyurethanen und einigen synthetischen Latices.

2. Dispersionskleber

Dieser Klebstoff wird besonders gern bei der elektrostatischen Beflockung eingesetzt und führt oft zu guten textilen Eigenschaften, da dem Träger seine ursprüngliche Weichheit erhalten bleibt. Der Aus-

gangsstoff ist ein Acrylpolymeres. Bei der Beflockung von anderen Substraten als Textilien werden auch PVA-Dispersionen verwendet.

3. Lösungsmittelfreie Kleber

Bei dieser Klebergruppe ist einerseits zwischen den Pasten auf Grundlage von PVC und andererseits den Kunstharzen auf Polyurethan- oder auf Epoxidbasis zu unterscheiden. Der Kleber wird daher in Abhängigkeit von dem zu beflockenden Artikel, der Weichheit, der Haftung und der Art des Flocks gewählt. Von den Flockklebern werden außerdem folgende Grundeigenschaften verlangt⁶:

- gute Haftung am Trägermaterial und Verträglichkeit mit diesem,
- gute Haftung zum Flock,
- problemlose Verwendung und Gebrauchstüchtigkeit,
- niedrige Oberflächenspannung,
- genügend lange offene Zeit,
- geeignete Viskosität für Auftrag und Beflockung (ohne rasche Entwicklung),
- eine gewisse Leitfähigkeit bei der elektrostatischen Beflockung und ein minimales „Tak“, um die Flocken festzuhalten, sowie
- gute Pflegebeständigkeit des beflockten Artikels.

Die Klebermenge hängt vom Artikeltyp und der gewünschten Flockhaftung ab. Außer für Teppiche und langflorige Artikel wird im allgemeinen angenommen, daß die Klebfilmschicht etwa 1/10 der Flocklänge (d. h. 0,1 mm bei einem Flock von 1 mm) betragen soll. Ein trockener Klebfilm von 0,1 mm stellt etwa 100 g/m² Kleber dar⁷.

Der Flock und seine Einsatzmöglichkeiten auf dem Textilgebiet

Anfangs wurde die Beflockung zur Herstellung von dekorativen Mustern verwendet. Später bemühte man sich, samt- oder wildlederähnliche Oberflächen zu erhalten. Heute wird die Beflockung für diese Zwecke natürlich auch noch verwendet, aber das Aufkommen von verhältnismäßig langem Flock sowie die Abriebfestigkeit der Synthesefasern tragen zu einer beträchtlichen Erweiterung der Möglichkeiten bei. Außerdem hat man festgestellt, daß beflockte Flächen zur Verbesserung der Akustik von Räumen herangezogen werden können; damit hat die Beflockung in das Gebiet der Teppiche und der Wandverkleidungen Eingang gefunden.

Obwohl grundsätzlich jede beliebige Chemiefaser als Flock verwendet werden kann, wählt man für die Beflockung doch nur eine beschränkte Anzahl von Fasern.

Nichtkalibrierter Flock (Mahlflock)

Dieser Flock wird vor allem für die Herstellung von Schwedisch- oder Wildledereffekten verwendet. Hierfür kommen drei Fasertypen in Frage: Baumwolle, regenerierte Zellulosefasern und Polyamide.

Kalibrierter Flock (Schnittflock)

Es handelt sich hier um das eigentliche Entwicklungsgebiet der Beflockung. Zur Zeit bestehen in West-

europa Absatzmöglichkeiten für 4000 bis 5000 Tonnen pro Jahr; davon entfallen über 50 % auf Frankreich. Für den Markt kommen praktisch nur zwei Fasertypen in Frage:

Viskose (regenerierte Zellulose) und Polyamid 6.6 bzw. 6.

1. Der Viskoseflock

Der Viskoseflock stellt zur Zeit mehr als 50 % des Gesamtflockverbrauches dar, und wenn man allein den „Tontiss“-Sektor betrachtet, so dürfte er hier fast 100 % betragen.

Warum wird nun gerade die Viskosefaser in so hohem Maße eingesetzt? Die Antwort auf diese Frage ist leicht zu finden:

- Die Viskosefaser war zu dem Zeitpunkt, als der Bedarf an Flock auftrat, bereits auf dem Markt vorhanden.
- Die Viskosefaser ist leicht zu färben und zu bleichen.
- Sie eignet sich besonders gut für die Beflockung und auch für das elektrostatische Flockverfahren.

Als weitere Vorteile können noch das einwandfreie Aussehen und der ausgezeichnete Griff der mit Viskose beflockten Artikel angeführt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, Flock mit sehr feinem Einzeltiter herzustellen, da Fasern von 0,55 dtex auf dem Markt leicht zu beziehen sind. Die Reinigungs- und vor allem die Waschbeständigkeit des Viskoseflocks bereitet dagegen lange Zeit Schwierigkeiten. Auch seine Abriebfestigkeit ist nicht besonders gut.

Heute geht die Tendenz dahin, nicht mehr gewöhnliche Viskosefasern, sondern verbesserte Typen (z. B. Hochmodulregeneratfasern) zu verwenden, und zwar auf Grund deren geringerer Wasserempfindlichkeit, die zu einer besseren Beständigkeit des Flocks in den Haftmitteln des nassen Mediums führt.

Die wichtigsten zur Zeit verfügbaren Viskoseflocks stellen schon eine bedeutende Auswahl dar:

0,55 dtex — Schnitt:	0,2 — 0,5 mm,
0,90 dtex — Schnitt:	0,3 — 0,5 mm,
1,70 dtex — Schnitt:	etwa 0,3 — 0,5 mm,
3,30 dtex — Schnitt:	0,5 — 1,0 mm,
5,60 dtex — Schnitt:	0,5 — 1,5 mm,
8,9 dtex — Schnitt:	1,0 — 3,0 mm,
17,0 dtex — Schnitt:	1,5 — 4,0 mm,
28,0 dtex — Schnitt:	1,5 — 5,0 mm,
40,0 dtex — Schnitt:	< 10,0 mm,
44,0 dtex — Schnitt:	< 10,0 mm,
56,0 dtex — Schnitt:	< 10 — 12,0 mm.

Die für Viskoseflock am häufigsten eingesetzten Titer sind: 0,55, 1,7 und 3,3 dtex. Diese Titer liegen in verschiedenen glänzenden, matten oder hochmatten Qualitäten vor.

Sieht man von den dekorativen Zwecken, wie beispielsweise der Beflockung von Gegenständen (Schachteln, Spielzeug usw.); ab und betrachtet nur die Herstellung von textilen Oberflächen, so geht die Entwicklung des Viskoseflocks vor allem in folgende Richtungen: Wildlederimitation, Möbelvelours und Dessinbeflockung; letztere für Gardinen und Vorhänge, aber auch für Kleidung (T-Shirts).

2. Der Polyamidflock

Während es verhältnismäßig leicht ist, Viskoseflock herzustellen, war die Einführung der Polyamide 6.6 und 6 auf diesem Einsatzgebiet mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Die Gebrauchseigenschaften dieser Materialien, ihre ausgezeichnete Verankerung in den Klebmitteln sowie ihre Naßreinigungsbeständigkeit haben jedoch zur Überwindung dieser Schwierigkeiten beigetragen.

Wie andere Synthesefasern sind die Polyamide verhältnismäßig schwer zu schneiden, sodaß die Flockhersteller gezwungen sind, Naßschneidvorrichtungen zu entwerfen und Messer aus Spezialstahl vorzusehen. Bei der elektrostatischen Beflockung mit einem Polyamid ist eine ganz bestimmte Vorbehandlung sowie eine Klimatisierung bei optimalem Feuchtigkeitsgehalt notwendig.

Auf Grund der zuvor genannten Vorteile, zu denen noch eine bessere Färbbarkeit im Vergleich mit der anderer synthetischer Fasern sowie eine hohe Steifheit des Flocks — selbst wenn es sich um lange Flocken handelt — hinzukommt, sind die Polyamide bereits auf dem Wege, das wichtigste Beflockungsmaterial überhaupt zu werden.

Wie im Falle der Viskose liegt auch der Polyamidflock in verschiedenen Titern vor, von denen die wichtigsten folgende sind:

1,7 dtex — Schnitt:	etwa 0,5 mm,
3,3 dtex — Schnitt:	0,5 — 1,0 mm,
6,7 dtex — Schnitt:	0,5 — 1,5 mm,
17,0 dtex — Schnitt:	2,0 — 4,5 mm,
22,0 dtex — Schnitt:	2,0 — 5,0 mm,
44,0 dtex — Schnitt:	12,0 — 15,0 mm,

Diese Titer gibt es glänzend, matt, hochmatt und sogar schwarz spinngefärbt.

Betrachtet man nur die rein textilen Einsatzmöglichkeiten dieses Flocks, so teilen sich diese in vier Gruppen, und zwar in Flockgarne für samtartige Gewebe, für Möbelvelours, für Teppiche und für Schuhwaren (Samt- oder Seehundfellimitation).

Das Aufbringen von Polyamidflock auf eine Wand, wodurch diese eine wie kurzfloriger Samt aussehende Verkleidung erhält, kann als textiles Einsatzgebiet betrachtet werden. Auch die Direktbeflockung von Möbelstücken (z. B. von Sitzen aus synthetischem Schaumstoff) kann als textiler Einsatz angesehen werden, da sie an die Stelle eines textilen Artikels tritt.

Auf allen diesen Einsatzgebieten sind sowohl bei Viskose- wie auch bei Polyamidflock einige Regeln zu beachten:

- Durch die Wahl des Einzelfasertiters kann ein bestimmter Griff oder Effekt erhalten werden.
- Ein mehr oder weniger weicher Griff wird auch durch die Länge des Flocks bei einem gegebenen Titer bestimmt.
- Will man eine maximale Abriebfestigkeit erhalten, so gibt es bei einem gegebenen Titer und Material eine optimale Flocklänge⁸.
- Für einen gegebenen Titer besteht eine mathematische Beziehung⁹ zwischen der Flocklänge und der Flockdichte pro Oberflächeneinheit, und zwar nach der Gleichung

$$Y = \frac{a}{x},$$

wobei Y die Dichte pro Oberflächeneinheit, x die Flocklänge und a den von den gewählten Einheiten abhängigen Parameter darstellt.

3. Andere Flockmaterialien

Es sei zunächst einmal auf die wichtige Rolle hingewiesen, die der *Triacetatflock* von 1960 bis 1965 gespielt hat. Denn man kann behaupten, daß diese Faser die heutige Entwicklung der beflockten Oberflächen erst richtig eingeleitet hat. Mit der Triacetatfaser wurden praktisch die besten Seehundfellimitationen (vom Effekt her gesehen) hergestellt, und zwar durch das Aufbringen von drei verschiedenen Flocklängen mit ebenfalls verschiedenen Titern auf die gleiche Oberfläche: 50 dtex bis 10 mm, 20 dtex bis etwa 4 mm und 5 dtex bis 2 mm.

Durch die Möglichkeit, den Triacetatflock mit grobem Einzelfasertiter in dauerhafter Weise umzulegen und zu polieren, erhielt man sehr schöne Imitationen. Leider war auf Grund der geringen Abriebfestigkeit der Triacetatfaser eine Weiterentwicklung dieser Artikel nicht möglich, und das Triacetat wurde durch die Polyamide und in geringerem Maße durch die Viskose ersetzt.

Es bestehen wahrscheinlich Entwicklungsmöglichkeiten für den *Acrylflock*, doch stellt man bei diesem Material zur Zeit keine nennenswerten Fortschritte fest.

Was den *Polyesterflock* betrifft, so findet seine Entwicklung derzeit nicht auf dem Textilgebiet, sondern auf dem ganz speziellen Sektor der Fensterführungsprofile für Automobile statt.

4. Einige Einsatzmöglichkeiten der Beflockung

Wildleder- oder Schwedischleder-Imitationen

Es handelt sich hier um das typische Einsatzgebiet des Viskoseflocks, und zwar zur Herstellung eines im wesentlichen für den Bekleidungssektor bestimmten Artikels. Es wird Flock von 1,7 dtex bzw. 0,55 dtex und sehr geringer Länge verwendet. Die Qualität des Artikels hängt vor allem von der Auswahl und der Polymerisation des Klebstoffs ab, der ein weicher Acrykleber ist.

Eine Variante dieses Artikels ist der *"crush velvet"*, dem man bewußt ein knitteriges Aussehen verleiht. Für diese Wildlederimitation wird noch ein großer Teil Viskoseflock verwendet; dieser Sektor ist jedoch bei einer Senkung der Qualität gegen Entwertung besonders empfindlich. Bis heute hat man hier die Viskose noch nicht durch Polyamide ersetzen können, da mit den letzteren die Ware nicht so „natürlich“ aussieht.

Möbelvelours

Auf diesem Gebiet wird ein wenig Viskoseflock, vor allem aber Polyamidflock, in 1,7 dtex und auch 3,3 dtex eingesetzt. Die Probleme sind die gleichen wie bei der Wildlederimitation für den Bekleidungssektor, es wird jedoch eine höhere Abriebfestigkeit verlangt. Daher zieht man auf diesem Gebiet die Polyamidfasern der Viskosefaser vor. Durch die Behandlung des beflockten Stoffes mit gewissen Har-

zen kann einem Artikel daraus ein „lederartiges“ Aussehen verliehen werden.

Flockgarne

Es handelt sich hier um eine Entwicklung, die zur Zeit vor allem auf Polyamidgarnen basiert. Ein Flockgarn besteht aus einer Viskose- bzw. einer Polyamidseele (Endlosgarn), einem Klebemittel und Flock von etwa 1 mm Länge, der gleichmäßig rund um den Faden verteilt ist.

Die Einsatzmöglichkeiten dieser Garne sind besonders interessant. Flockgarne können nämlich zur Herstellung von Samtstoffen mit Mustern verwendet werden, die nach dem herkömmlichen Verfahren nicht zu verwirklichen sind. Außerdem ist die Verankerung des Flors ausgezeichnet und wesentlich besser als beim üblichen Samtherstellungsverfahren.

Teppiche

Die Probleme, die vor sieben oder acht Jahren bei der Herstellung von beflockten Polyamidteppichen auftauchten, konnten inzwischen weitgehend gelöst werden. Die Produktion dieser Artikel dürfte in Europa derzeit ungefähr 2 bis 2,5 M. m² betragen. Auf diesem Gebiet wird vor allem das Polyamid 6.6 als Flock von 17 oder 22 dtex und 2 mm Schnittlänge eingesetzt.

Ein beflockter Teppich besteht im allgemeinen aus drei Bestandteilen: dem Flock, einem möglichst glasfaserarmierten Vliesstoffträger zur Wahrung der Dimensionsstabilität und einer Schaumstoffunterschicht aus PVC. Der Beflockungsklebstoff ist aus PVC mit Zusatzstoffen, um die Haftung des Flocks zu erhöhen.

Wandverkleidungen

Wir haben vorhin schon darauf hingewiesen, daß es sich hierbei eigentlich nicht um ein ausgesprochen textiles Einsatzgebiet handelt.

Es kann hier nach zwei Methoden vorgegangen werden:

- Verwendung von beflocktem Papier mit Viskose- und vor allem mit Polyamidflock,
- Direktaufbringen von Polyamidflock von 17 oder 22 dtex und 2 mm Schnittlänge, und zwar nur nach dem elektrostatischen Verfahren, bei dem der Flock parallel ausgerichtet wird und einen samtartigen Effekt ergibt.

Bei der Flock-Wandverkleidung kann man beispielsweise durch die Wahl des Haftmittels sogar eine gewisse Nichtbrennbarkeit erzielen.

Schuhwaren

Wir haben schon von der Seehundfellimitation aus Triacetat gesprochen, das inzwischen durch Polyamide und selbst durch Viskose ersetzt worden ist. Darüber hinaus wird kurzer und feiner Flock aus letzteren Materialien für Wildlederimitationen verwendet. Die Schwierigkeit hierbei liegt im wesentlichen beim Klebemittel, das dem Artikel einerseits eine gewisse Durchlässigkeit — vor allem gegen Wasserdampf — gewährleistet, ihn aber andererseits auch gegen Benetzung durch von außen kommendes Wasser schützen soll.

Die vorhandenen Anlagen

Eine Beflockungsanlage für Textilien besteht aus einer gewissen Anzahl von Einzelaggregaten, entsprechend den verschiedenen aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen, und zwar aus

- einer Stoffzuführung,
- einer Vorrichtung zur Ausbreitung des Klebers auf der zu beflockenden Unterlage,
- einem oder mehreren Flockaggregaten mit einer Flockzuführungsvorrichtung sowie eventuell Geräten zur Erzeugung des elektrischen Feldes, einer Vibriervorrichtung unter der zu beflockenden Fläche und einer Vorrichtung zur Beseitigung des überschüssigen Flocks,
- einem Trockner zum Trocknen, Polymerisieren, Vernetzen oder Gelieren des Klebstoffs,
- einer Vorrichtung mit Drehbürsten und Absaugung zur abschließenden Reinigung des beflockten Artikels nach dem Abkühlen und
- einer Vorrichtung zum Aufwickeln des beflockten Artikels.

Wir wollen jetzt einige dieser Aggregate näher betrachten, zumindest diejenigen, die speziell bei der Beflockung zum Einsatz kommen.

1. Vorrichtung zur Ausbreitung des Klebers

In den meisten Fällen handelt es sich um Maschinen mit Rakeln oder mit Walzen. Der Anwendung anderer Verfahren steht jedoch nichts entgegen; so wird häufig zum Beispiel das Aufsprühen bei der Beflockung von geformten Artikeln angewandt.

Im Absatz über die Klebstoffe haben wir von den aufzutragenden Klebstoffmengen gesprochen, die Vorrichtung wird also je nach Menge, Viskosität und Typ des Klebers gewählt.

2. Flockaggregate

Im Falle der Beflockung nach dem einfachen Aufstreu- und Vibrationsverfahren besteht das Flockaggregat nur aus einem Flockdosiergerät und einer Schlägerwellenvorrichtung.

Bei der elektrostatischen Beflockung ist es jedoch nicht von Vorteil, Flock im Überschuß aufzubringen. Man braucht daher eine Flockdosiervorrichtung, die für eine völlig gleichmäßige Auftragung sorgt, vor allem dann, wenn Stoffe über die gesamte Oberfläche beflockt werden müssen. Dieses Dosiergerät besteht im wesentlichen aus einem Sieb und aus einem Bürstensystem, das die Flocken zum Durchgang durch das Sieb zwingt. Die Feinheit des Siebes hängt vom Titer und von der Länge der Flocken ab. Die Dosiervorrichtung muß also besonders genau geregelt sein, um eine gleichmäßige Bedeckung des zu beflockenden Artikels zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Teil des Beflockungsaggregates sind sämtliche Geräte zur Erzeugung des elektrischen Feldes. Es handelt sich hierbei um einen statischen Hochspannungsgenerator mit einer Spannung von 40 bis 120 kV mit geringer Intensität (etwa 0,1—0,3 mA) und um ein Elektrodengitter, auf das diese Hochspannung gedrückt wird. Das Gitter muß natürlich gegen die anderen Teile des Flockaggregates völlig isoliert

sein. Es besteht im allgemeinen aus rostfreien Stahlstäben, deren Abstand durch Versuche je nach dem gewünschten Feld bestimmt wird.

Hinsichtlich des Abstandes zwischen dem Elektrodengitter, den „Null“-Spannungen des geerdeten Verteilers und der zu beflockenden geerdeten Oberfläche gilt folgende allgemeine Regel:

Das Spannungsgefälle soll unter 5 kV/cm liegen, um jegliche Sprühentladungsgefahr zwischen der Elektrode und dem Nullpotential und umgekehrt zu vermeiden.

In einigen Fällen und besonders, wenn mit grobtitrierten Fasern und hoher Flordichte gearbeitet wird, ist eine Anlage mit mehreren nacheinandergeschalteten Flockaggregaten vorzuziehen, um eine Beflockung mit hoher Gleichmäßigkeit zu erhalten. In diesem Falle wird die Feldstärke im zweiten Aggregat geringfügig erhöht.

Nach Beršev, Sezina und Smirnov¹⁰ hängt die Flockdichte einer gegebenen Faser von ihrer Länge ab. Ein gewisser Wert kann (oder dürfte) daher nicht überschritten werden. Es sei darauf hingewiesen, daß bei der Beflockung mit Fasern unterschiedlicher Länge, zum Beispiel zur Herstellung von Seehundfellimitationen für Schuhwaren, unbedingt mehrere Aggregate notwendig sind. Das erste Aggregat flockt den groben und langen Flor, das letzte Aggregat den kürzesten und feinsten.

Bei der Anwendung eines elektrischen Feldes zur Beflockung über die ganze Stoffbreite ist es äußerst zu bringen, in dem das Feld homogen ist, das heißt dort, wo die Kraftlinien gleicher Dichte parallel liegen.

Hinsichtlich des elektrostatischen Teiles des Flockaggregates, das heißt zur Schlägerwellenvorrichtung und zur Absaugung der überschüssigen Flocken, ist in diesem Zusammenhang wenig zu sagen. Wichtig ist nur, daß das Feld bei der Beseitigung des Flocküberschusses nicht durch nachteilige Luftströme gestört wird.

3. Die Trockner

Auf die Aufgaben der Trockner im Zusammenhang mit den verschiedenen zum Einsatz kommenden Klebearten ist bereits hingewiesen worden. Das gleiche gilt für die Temperatur. Die Länge des Trockners hängt im wesentlichen von der Beflockungsgeschwindigkeit, das heißt von der zu „härtenden“ Klebstoffmenge, ab. Es sei darauf hingewiesen, daß die Beflockungsgeschwindigkeit in ziemlich weiten Grenzen schwankt und von 3 bis 4 m/min bis 12 bis 15 m/min gehen kann und daß oft die langsamsten Herstellungsprozesse (z. B. bei Teppichen) die größten Klebermengen erfordern (z. B. 400 g/m² PVC).

4. Tragbare Beflockungsgeräte

Während man bei der kontinuierlichen Stoffbeflockung manchmal auf Anlagen arbeitet, deren Länge ein Mehrfaches von 10 m beträgt, können zu anderen Anwendungszwecken kleine tragbare Maschinen verwendet werden. Dies ist der Fall bei der direkten Wandbeflockung, für die man ein den Flock enthaltendes Handgerät einsetzt, das unmittelbar mit einem Generator verbunden ist. Die Flocken werden durch

Induktion aufgeladen, was bei kontinuierlichem Betrieb wegen der mit der elektrischen Isolierung verbundenen Probleme oft schwierig ist.

Ein elektrisches Feld kann so direkt zwischen dem Gerät und beispielsweise der Wand geschaffen werden, und der Flock kann senkrecht auf die Oberfläche auftreten. Ein solches Verfahren ist in diesem Falle weitaus vorteilhafter als die Kombination Pneumatik — Elektrostatik, denn Flocken, die durch einen Luftstrom in alle möglichen Richtungen gebracht werden, können durch ein elektrisches Feld nie wieder völlig aufgerichtet werden. Bedauerlich ist zur Zeit nur, daß die vorgenannten Geräte noch nicht mit einer kontinuierlichen Flockzuführung versehen sind, doch dürften die damit verbundenen Probleme auf die Dauer nicht unüberwindlich sein.

5. Das Bedrucken der beflockten Artikel

Es werden heute schon große Mengen beflockter Textilien bedruckt, beispielsweise bei der Teppichherstellung. Es handelt sich dabei zumeist um das Aufdrucken von Mustern auf einen schon vor der Anwendung gefärbten Flock. Das Bedrucken wird am allgemeinen mit Walzen vorgenommen, es können aber auch andere Verfahren hierzu angewandt werden.

Ferner ist es auch möglich, daß sich die Beflockung mit rohweißem Flock weiterentwickelt und daß die Farbgebung durch Druckverfahren, einschließlich Thermoumdruck, erfolgt. Ein solches Vorgehen hätte zumindest bei großen Textilflächen den Vorteil, die Anzahl der Flockfärbungen in verschiedenen Farbtönen zu reduzieren.

Bei den Behandlungen, die auf einem beflockten Textil durchgeführt werden können, sei unter anderem auf das Umlegen des Flors sowie auf die Gaufrier-Verfahren hingewiesen. So wird der Velourscharakter bei Möbelstoffen mit Hilfe von Polyamidflock dann bedeutend verbessert, wenn man einen Teil des Flors mit geheizten Walzen niederdrückt. Diese Behandlung gibt dem Artikel das Aussehen und die Musterung von Websamt.

In bezug auf die Flockanlagen möchte ich noch darauf hinweisen, daß es in Europa auf diesem Gebiet eine Reihe von Maschinenherstellern gibt, sodaß man sich die einem bestimmten Bedarf entsprechende Ausrüstung ohne größere Schwierigkeiten beschaffen kann. Der Erfolg der Beflockung hängt jedoch oft mehr vom "Know-how" bzw. vom „technischen Können“ als von einem bestimmten Verfahren ab. Es gibt in Europa Beflocker, die durch den Einsatz hochentwickelter Maschinen sowie durch fortschrittliche Arbeitsbedingungen die Stoffbeflockung in uni schon vom Handwerklichen her auf den großtechnischen Stand bringen konnten.

Die Zukunft der Beflockung

Heute könnten der Beflockung schon unendlich viele Möglichkeiten offen stehen. Vom technischen Standpunkt aus sind die Verfahren sehr weit entwickelt. Die erheblich verbesserten Klebemittel genügen fast allen Anforderungen. Und doch setzten sich die Beflockungsverfahren bisher noch nicht in dem Maße durch, wie man dies von ihnen erwartet hätte. Der Grund dafür liegt vielleicht darin, daß einige große

Fehlschläge, die sicher bloß auf die unrichtige Anwendung des Verfahrens oder auf die Verkennung gewisser Probleme zurückzuführen sind, zahlreiche Fabrikanten entmutigt haben. Ein anderer wichtiger Grund ist vielleicht auch die Herstellung von Kleidungsstücken aus Stoffen, deren Beflockung nicht beständig genug ist. Dies alles sollte jedoch die Erzeuger beflockter Artikel nicht abschrecken. Im Hinblick auf die beflockten Materialien sind sicherlich noch große Fortschritte zu machen, sodaß sich auch ihre Einsatzmöglichkeiten erweitern werden.

Ein großer Aufschwung ist auf dem Gebiet der Heimausstattung zu erwarten. Hierbei handelt es sich eigentlich nicht mehr um eine echte textile Anwendung, sondern um die Verwendung eines Textils zu dem Zweck, einer Oberfläche zusammen mit anderen Vorteilen, wie zum Beispiel besserer Akustik, ein textiles Aussehen zu geben.

Es wird viel davon gesprochen, für die Wandverkleidung Teppiche zu verwenden. Der Flock kann dieser Tendenz durchaus entsprechen, und zwar entweder in Form von beflockten Artikeln oder einfach durch Direktauftrag.

Abgesehen von der Beflockung ist es schließlich auch möglich, die Orientierung chemischer oder nichtchemischer Fasern in einem elektrischen Feld zur Herstellung von Garnen auszunutzen. Die Arbeiten auf diesem Gebiet sind schon ziemlich weit fortgeschritten, und wahrscheinlich hat die Anwendung des elektrostatischen Verfahrens bei der Beflockung die Forscher dazu angeregt, diesen Weg einzuschlagen. So hat die Beflockung vielleicht neuen textilen Verfahren das Tor geöffnet, die auf der Orientierung kurzer oder langer, gekräuselter oder nichtgekräuselter Fasern in einem elektrischen Feld basieren. Die statische Elektrizität, die so oft ein Nachteil der Textilien ist oder — genauer gesagt — beim Tragen der Textilien stört, kann auf diese Weise dienstbar gemacht und zum Nutzen der Industrie wie des Verbrauchers verwendet werden.

Literatur:

- 1) „Beflockung“; Bayer, Sonderheft Nr. 2
- 2) Beršev und Kirilov: „Orientierung der Fasern in einem elektrostatischen Feld“; Faserforsch. Textiltechn. 23 (3), 97—103 (1972)
- 3) Lünenschloß, Tschelyschew und Heß: „Das Verhalten von Fasern im elektrostatischen Feld“; Text.-Prax. Int. 28 (4), 190—193 (1973)
- 4) Felici: „Die elektrostatischen Generatoren“; L'électrotechnique, Heft 590, 1957 und 1958
R. Morel (Sames): „Elektrostatik“; Ingenieurs et Techniciens Nr. 147 u. 148, Okt. u. Nov. 1961
- 5) R. Remy: „Elektrostate und Flockaggregate“
- 6) G. P. Bauer (Kollodin): „Beflockung als maßgeblicher Zweig in der Oberflächenveredlung“; Werkstoffe, Heft 9/72
- 7) G. P. Bauer (Kollodin): „Die Praxis der elektrostatischen Beflockungstechnik“; Seminar Rosenheim vom 27. bis 29. 5. 1974
- 8) P. Lion (Nouvelle Société le Flockage); Konferenz in Atlanta (USA), 1969 AATCC
- 9) Beršev, Sezina und Smirnov: „Analysis of the pile density of materials with electrostatically applied pile“; Techn. of Textile Industry 1970, Nr. 1
- 10) siehe 9)

DISKUSSION

Albrecht: Herzlichen Dank, Herr Sieroff, für Ihr meiner Meinung nach ganz ausgezeichnetes Referat. Sie haben uns einen wunderbaren Überblick über die Flockerei und auch über die Notwendigkeiten, die dabei zu beachten sind, gegeben. Ich kann mir aber trotzdem vorstellen, daß noch eine Reihe von Fragen offen sind. Zum Beispiel eine Frage, die Sie zum Schluß selbst angeschnitten haben: Weshalb hat sich eigentlich ein solches Verfahren nicht stärker durchgesetzt?

Kurth: Ich habe zwei Fragen:

Bei bestimmten Tuchen ist es erforderlich, eine gewisse Porosität bzw. die Atmungsaktivität zu steuern. Ist es möglich, dies bei der Beflockung zu tun?

Ist es ferner möglich, mit den gleichen Dosiergeräten Flockfasern in einer Stärke von 17 dtex aufwärts gleichmäßig aufzubringen, oder braucht man für grobe Fasern andere Dosierungssteuerungsgeräte als für feine Fasern?

Sieroff: Ja, zuerst die erste Frage: Die Porosität kommt nicht vom Flock, sondern vom Kleber. Es gibt einen Klebstoff, mit dem man die Porosität erhalten kann, nämlich das Polyurethan. Aber das ist ein spezielles Polyurethan.

Dann die zweite Frage: Für die Dosierung von 17-dtex-Fasern darf man normalerweise nicht mit nur einem Aggregat arbeiten. Zum Zwecke einer guten Dosierung von 17-dtex-Fasern arbeitet man überhaupt mit zwei oder drei Aggregaten nacheinander. In diesem Fall kann man mit ungefähr 10% Genauigkeit regeln.

Albrecht: Ich glaube, die Frage läuft auch noch darauf hinaus, ob man mit diesen Aggregaten nur 17-dtex-Fasern und gröber oder im Ausnahmefall auch feinere Fasern flocken kann.

Sieroff: Man kann mit diesen Aggregaten verschiedene Titer flocken, das hängt nur von den Sieben ab. Es gibt verschiedene Siebe.

Albrecht: Also mit anderen Worten, Sie können wahrscheinlich mit einem Aggregat die verschiedenen Titer ohne weiteres flocken?

Sieroff: Ja, mit verschiedenen Sieben.

Daimler: Sie haben ein Beispiel gegeben, es war dieses Seehundfell, bei dem — glaube ich — drei verschiedene Schnittlängen und dann auch noch unterschiedliche Titer zum Einsatz kamen. Können Sie, bitte, sagen, wie man das macht? Wird vorher gemischt, oder werden die verschiedenen Faserarten nacheinander aufgebracht?

Sieroff: Nein, es wird nicht gemischt. Ich habe gesagt, es wird mit drei Aggregaten nacheinander geflockt. Erst das Aggregat mit grobem Titer und langen Fasern, das heißt 50 dtex/10 mm oder mehr, dann 20 dtex/4 mm und dann 5 dtex/ungefähr 2 mm.

Kleber: Der Ausfall einer Beflockung steht und fällt mit der Präparation. Nun ist es aber möglich, kationisch und anionisch zu präparieren. Wie sind Ihre Erfahrungen, wo sind die Stärken? Ist kationisch zu bevorzugen, oder anionisch? — Denn auf der einen Seite wollen Sie ja in den Möbelbezugsstoffsektor gehen! Wenn Sie jetzt kationisch präparieren, haben Sie die Faser zwar leitfähig, aber Sie haben doch bestimmt große Probleme danach, zum Beispiel einen Möbelbezugsstoff noch hydrophob oder oliophob, also schmutzabweisend, auszurüsten. Kann man dem über die Präparation begegnen, oder muß man unbedingt leitfähig, das heißt kationisch, präparieren?

Sieroff: Es sind verschiedene Rezepturen vorhanden. Gemeint ist meistens kationisch, nicht anionisch; aber es gibt dafür keine Regeln. Es kann auch anionisch sein, aber nur, wenn der Flock leitfähig ist. Es gibt nur einen Nachteil beim kationischen Präparieren, nämlich den, daß der kationische Flock sehr oft ein bißchen klebrig sein kann. Es gibt zwar recht viele Rezepturen, nur um die Rieselfähigkeit beizubehalten, aber nicht so viele Produkte. Ich kenne kationische und anionische Produkte, die besseren aber sind die kationischen.

Für Möbelbezugsstoff besteht die Möglichkeit einer Nachbehandlung. Normalerweise aber werden Produkte benutzt, die durch ihre Leitfähigkeit die Entwicklung statischer Elektrizität verhindern.

Albrecht: Und was ist unter Umständen bei der Ausrüstung gegen Fettanschmutzung gerade bei Polyamid zu beachten?

Sieroff: Das kann ich jetzt nicht beantworten.

Merkle: Ich möchte gerne mit zwei Fragen an die bereits von Herrn Dr. Albrecht angezogene Thematik, warum sich das Beflockungsverfahren so wenig verbreitet hat, anschließen.

Die erste Frage: Wie sehen Sie das konkurrierende Verfahren von fibrillierten Polyolefinoberflächen, das unter dem Begriff „Texpilling“ bekannt ist, in Konkurrenz zu beflockten Artikeln?

Die zweite Frage: Wie sehen Sie die Entwicklung im Bodenbelagsbereich Teppiche, speziell für Polyamid 66?

Sieroff: Zu Ihrer ersten Frage habe ich keine Antwort. Fibrillierte Fasern, Splitfasern, sind eine Konkurrenz für die Beflockung.

Merkle: Ich möchte dazu noch eine Information zu meiner ersten Frage geben: Ich meine damit eine Herstellungsweise, die auf einer Fibrillation von Polyolefinfilm bzw. -folien beruht, nicht auf der Splitfasertechnologie. Diese Folie wird durch beheizte Kalandrierwalzen hindurchgeführt, wobei beim Abziehen dieser beheizten Walzen Fibrillen aus der Polyolefinoberfläche herausgezogen werden, und diese ergeben dann einen ähnlichen Charakter wie diese samtartigen Beflockungsartikel. Es waren vor allem Dinge zum Einsatz für Tapeten, für Wandbeläge und zum anderen für die Verpackung. Also dieses Produkt steht damit in echter Konkurrenz zu den ursprünglichen Einsatzgebieten der Beflockungsartikel.

Sieroff: Ja, natürlich, aber das gibt eine andere Fläche.

Merkle: Kennen Sie die Artikel, Herr Sieroff?

Sieroff: Nein, diese Artikel kenne ich nicht.

Merkle: Ich kann vielleicht zu diesen Artikeln auch ein Wort sagen, sie sind doch wenigstens von der Entwicklung her bekannt. Vom Flächengebildeausfall würde ich sagen, daß das, was mir bis jetzt unter die Finger gekommen ist, sich doch deutlich von einer beflockten Fläche unterscheidet. Ich würde das — in Erinnerung an den gestrigen Nachmittag — als ein unterschiedliches Texturierverfahren ansehen. Es ergeben sich zwei deutlich verschiedene Ausfälle.

Die zweite Frage betrifft den Fußbodenbelag, und zwar die Wettbewerbssituation, sagen wir zwischen Tuften auf der einen Seite, Webwaren auf der anderen Seite und beflocktem Fußbodenbelag.

Sieroff: Die beflockten Teppiche sind keine Konkurrenz zum Tuften. Sie liegen zwischen Nadelfilzteppichen und Veloursteppichen und haben ein besonderes Gebiet, nämlich die Verwendung für stark strapazierten Boden.

Albrecht: Ich glaube, man sollte hier noch ergänzen, daß in Frankreich meines Erachtens eine der größten Entwicklungen dieser Art Fußbodenbeläge dadurch eingeleitet worden ist, daß man „bedruckt“ hat.

Sieroff: Ja.

Albrecht: Ich würde also diese Kombination Flock und Druck bei der Herstellung von textilen Flächengebilden als eine wirklich ganz gewaltige und aufmerksam zu beobachtende Entwicklungsrichtung ansehen. In diesem Zusammenhang erinnere ich mich auch der Gedanken von Herrn Prof. Herzog, der doch darauf hingewiesen hat, und zwar schon mehrfach, daß eigentlich die beste Ausnutzung des Flormaterials, die man sich im Prinzip denken kann, im „beflockten Teppich“ liegt. Man sollte die schlechten Erfahrungen, die man in Westeuropa bisher damit gesammelt hat, und ihre Ursachen überdenken. Ich glaube, darauf läuft vieles hinaus.

Sieroff: Ich habe Muster mit, und Sie können diese Teppichmuster bewundern.

Topf: Die Struktur der Flockoberflächen ist relativ immer einheitlich oder aber nur dadurch zu variieren, daß man beispielsweise verschiedene Flocklängen oder Titer verwendet. Es wäre denkbar, beispielsweise auch gekräuselte Fasern zu verwenden, die aber eingangs fast immer gerade sein müssen oder glatt. Liegt das Problem, daß gekräuselte Fasern nicht verwendet werden können,

bloß darin, daß sie nicht zu trennen sind, oder wie ist das zu sehen?

Sieroff: Ja, ich beantworte zuerst die Frage der Struktur. Man kann normalerweise nicht mischen. Wenn man eine Struktur mit verschiedenem Flock will, muß man genauso wie beim Druck mit einem speziellen Siebverfahren arbeiten. Beim Flocken genauso wie beim Druck. Es gibt keine andere Möglichkeit. Also eines nach dem anderen. Ich habe Muster, die können Sie nachher sehen.

Über die zweite Frage: Normalerweise verwendet man keine gekräuselten Fasern zum Beflocken. Ich habe nur deshalb von gekräuselten Fasern gesprochen, weil sie eine Möglichkeit zum Verspinnen geben. Es gibt noch eine Spinnmethode in den USA, die ein elektrisches Feld benützt. Diese Arbeiten sind jedoch meiner Meinung nach noch nicht abgeschlossen. Die Parallellage der Fasern bildet sich genauso wie beim Kardieren. Die parallelisierten gekräuselten Fasern verdehnen sich nur, die Kräuselung aber bleibt.

Albrecht: Herr Sieroff, können Sie sich ein Verfahren denken, bei dem ich am Anfang rein mechanisch eine gekräuselte Faser aufflocke und dann hinterher im elektrostatischen Feld zusätzlich noch etwas an glatten Fasern hineinschieße?

Sieroff: Nein.

Steurer: Bitte, könnten Sie noch etwas zur Wirtschaftlichkeit der Verfahren sagen? Die Abzugsgeschwindigkeit bei der Beflockung einer Straße ist doch relativ niedrig. Sind diese Beflockungsverfahren dadurch im Vergleich zu den anderen Verfahren konkurrenzfähig?

Albrecht: Die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu anderen Verfahren, wegen der doch relativ langsamen Abzugsgeschwindigkeit von 3, 4, 5 m/min?

Sieroff: Man spricht von 3, 4, 5 m/min bei Teppichen. Ich aber habe von 15 m/min für beflockte Ware gesprochen. Ich kenne aber auch Maschinen, die bis zu 30 m/min laufen, doch diese habe ich nicht erwähnt.

Albrecht: Die Wirtschaftlichkeit läßt sich berechnen und ist gar nicht so schlecht; sie muß aber von Artikel zu Artikel genau durchgerechnet werden, weil ja auch die Flockpreise zu berücksichtigen sind. Herr Sieroff hat ausgeführt, daß zum Beispiel zwischen Länge und Titer eine absolute Relation besteht. Man muß sich sehr genau überlegen, ob man nun 0,5 mm nimmt, oder ob man 1 mm wählt, und wieviel Gramm Flock pro Quadratmeter man tatsächlich aufbringt. Das sind also echte Fragen.

Seiler: Ich habe eine Ergänzung zu der Kräuselung der Fasern. Kräuselfasern scheitern beim Schneiden des Flocks. Wenn Sie in einem Kabel querliegende gekräuselte Fasern haben, dann liegen sie zum Teil auch beim Schneiden quer, wodurch Überlängen entstehen. Aus diesem Grund müssen die Fasern in gestrecktem Zustand geschnitten werden. Denn wenn Sie beflocken — und es sind Überlängen vorhanden —, dann entstehen sogenannte „Krater“.

Sieroff: Ja, ich habe immer gesagt: ungekräuselte Fasern!

Albrecht: Im Moment sind aber noch zwei Stichworte gefallen. Sie haben kein Wort über „Kraterbildung“ und über „Überlängen“ usw. in Ihrer Ausführung gebracht.

Sieroff: Nein, das steht nicht im Manuskript.

Dohrn: Ich habe zwei Fragen. Die erste geht wahrscheinlich in diese Richtung: Sie haben nichts zur Faser- bzw. zur Flockqualität gesagt, ich meine also Gleichmäßigkeit, Schnittendenbildung und ähnliches.

Und die zweite Frage geht in die Richtung, die Herr Dr. Albrecht bereits angeschnitten hat: Sehen Sie Möglichkeiten zur Anwendung des Transferdruckes zur Musterrung für beflockte Ware?

Sieroff: Zu Ihrer ersten Frage. Es fehlt an Zeit, um darüber zu sprechen. In zwei oder drei Stunden hätte

man auch nicht genug Zeit, um Kurzfasern erfassen zu können.

Albrecht: Wir können aber darauf hinweisen, daß die Anforderungen an den Flock relativ hoch sind.

Sieroff: Ja, dies ist auch in meinem Text enthalten, allerdings hätte das weitaus mehr Zeit in Anspruch genommen.

Albrecht: Ich glaube, daß die Qualität des Kurzschnittes der Flockfasern auch mit ein Grund der gebremsten Entwicklung des Flockverfahrens ist; diese muß sehr hoch sein.

Sieroff: Ja, Qualität, Präparation...

Albrecht: Die zweite Frage, betreffend die Anwendung des Transferdruckes auf Flock, wäre auch noch zu beantworten.

Sieroff: Vor einem Jahr oder vor zwei Jahren begannen wir Teppiche transfer zu bedrucken. In diesem Fall gibt es eine Forderung: Man muß viel Farbstoff verwenden. Die normalen Transferpapiere können aber nicht genug Farbstoff aufnehmen, man muß daher ein spezielles Transferpapier benutzen.

Albrecht: Auch auf kurzem Flock?

Sieroff: Auch auf kurzem Flock, das ist gleich. Um eine gute Penetration zu erreichen, muß man nicht nur die Oberfläche, sondern die totale Länge des Flocks bedrucken.

Albrecht: Also, Sie denken im Moment — sagen wir einmal — an die Seehundfellimitation, das würde da noch Schwierigkeiten bereiten. Aber Tissues zu beflocken, das machte sicher keine Schwierigkeiten.

Sieroff: Die Tissues sind nicht bedruckt, die sind beflockt.

Albrecht: Beflockt, das also ist dann der Unterschied.

Anonym: Inwieweit sehen Sie eine Möglichkeit zum Einsatz von Polyolefinen, speziell von Polypropylenfasern?

Sieroff: Das betrifft allein die Präparation. Es gibt Möglichkeiten für verschiedene Fasern, aber die Präparation und auch das Schneiden sind ein Problem.

Anonym: Ja, ist es nicht auch ein Problem des Klebers?

Sieroff: Oh nein, es gibt Kleber, die sind bis zu einer Temperatur von 100, ja 120° wirksam. Der Kleber bereitet also keine besonderen Schwierigkeiten. Ein größeres Problem ist das Schneiden, damit nichts zusammenschmilzt. Aus dem Text können Sie über schmelzbare Fasern und andere Probleme, wie die Präparation, lesen, um zu einer guten elektrostatischen Beflockung zu kommen.

Albrecht: Darf ich Sie bitten, die letzte Frage zu stellen?

Anonym: Gibt es elastische Kleber, um elastische Grundgewebe zu beflocken? Und die zweite Frage: Lassen sich wasserabstoßend imprägnierte Gewebe beflocken?

Sieroff: Das hängt nur vom Klebstoff ab. Es gibt Klebstoffe, die polymer sind — außer sie sind aus Acryl. Also — eine Elastizität von 20%, das geht, aber die wichtigste Frage ist die Beflockung.

Anonym: Lassen sich Gewebe mit einer größeren Elastizität — sagen wir mit einer solchen von 40, 50% — nicht beflocken?

Albrecht: Beflocken schon, aber es bleibt dann von der Elastizität nichts mehr übrig.

Sieroff: Das hängt nur vom Klebstoff ab.

Albrecht: Und die zweite Frage, ob sich wasserabstoßend imprägnierte Gewebe, beispielsweise mit Silikon imprägnierte Gewebe, noch beflocken lassen.

Sieroff: Mit Silikon? Dann kann man keinen Klebstoff verwenden.

Albrecht: Herr Sieroff hat uns eine Übersicht gegeben, die uns anregt, über dieses Thema nachzudenken — und das gerade im Zusammenhang mit der Herstellung von texturierten Flächen bzw. Garnen, die in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen werden.

Der Einfluß des Rohstoffs Fasern und seiner Eigenschaften auf Herstellung und Verwendbarkeit von Vliesstoffen

Dr.-Ing. Wilhelm Lauppe
C. Freudenberg, Viledonwerk, Weinheim-Bergstraße

Die Faser ist der wichtigste Baustein für den Vliesstoff. Es wäre jedoch falsch, die Bindemittelkomponente zu vernachlässigen. Der Vliesstoffanteil an der Textilindustrie ist mit ca. 3% noch gering, hat aber eine jährliche Zuwachsrate von 10%.

Vliesstoffe haben eine weitaus höhere Porosität als die üblichen Textilien, was auf ihren besonderen Aufbau zurückzuführen ist.

Die derzeitige Rangfolge der Verwendung der Fasertypen wird angeführt von den Zellulosefasern, wobei Rayon weit vor Baumwolle rangiert, gefolgt von Polyester- und Polyamidfasern. Acrylfasern werden in relativ geringem Maße verwendet. Es werden die Fasereigenschaften in bezug auf ihre Verwendung in Vliesstoffen diskutiert.

Die Vliesstoffindustrie initiierte die Entwicklung einer besonderen Faserreihe: der Bindefasern. Es wurden ultrafeine Fasern entwickelt, die bei der Herstellung von Syntheseleder Verwendung finden; sie zeigen eine erstaunliche Ähnlichkeit im Bauprinzip mit den Fasern in Naturleder.

The fiber is the most important element for the construction of non-wovens. However, it would be wrong to neglect the bonding component.

Non-wovens form still a small part of the textile industry, i. e. about 3% with an annual growth rate of 10%.

Non-wovens have a void space far superior to conventional textiles as a consequence of their special construction.

The order of current usage of types of fibers is led by cellulosic fibers where rayon ranges far above cotton. They are followed by polyester and polyamide fibres. Acrylics are relatively small in application. Fiber properties are discussed in relation to their use in non-wovens.

The non-woven industry initiated the development of a special class of fibers: the bonding fibers. In this respect ultrafine gauge fibers were developed for the production of leather replacements; they show a surprising feature same as found in genuine leather.

Einleitung

Der Vliesstoff im allgemeinen war hier in Dornbirn schon mehrfach Gegenstand von Vorträgen^{5,6,7}. Herstellung und Bedeutung können deshalb als hinreichend bekannt vorausgesetzt werden.

Die Faser als Grundsubstanz des Vliesstoffes

Wichtigster Aufbaustoff, gewissermaßen die Grundsubstanz des Vliesstoffes, ist die Faser; sie bildet das Baugerüst des textilen Gebildes Vliesstoff. Es wäre jedoch zu einseitig, die faserverbindende Komponente, nämlich das Bindemittel, in seiner Bedeutung zu unterschätzen. Die Auswahl und die Anwendung der Bindemittel erfordert einen gewissen Einblick in die Chemie und die Physik von Kunststoffdispersionen. Manches Unternehmen ist daran gescheitert, daß dieser Komplex nicht genügend einkalkuliert war.

Der Anteil des Vliesstoffes im gesamten textilen Rahmen

Bevor wir auf das engere Thema der Faser eingehen, ist es vielleicht interessant, den Anteil des Vliesstoffes im Rahmen der gesamten Textilwelt zu untersuchen. Die Auffindung des wirklichen Standortes bewahrt vor Übertreibung oder Unterschätzung.

Der Vliesstoff spielt im Gesamtbereich der Textilwelt noch eine relativ bescheidene Rolle. Als Maßstab für seine Bedeutung kann man vielleicht den Faserverbrauch in Prozenten zum Gesamtfaserverbrauch der Textilindustrie nehmen.

Faserart	1969		1971	
	Gesamtverbrauch der Textilindustrie ¹⁾	Anteil des Vliesstoffes ²⁾	Gesamtverbrauch der Textilindustrie ¹⁾	Anteil des Vliesstoffes ²⁾
Zellwolle	731.000	58.000	677.700	72.500
Baumwolle	1.788.000	22.500	1.784.300	31.100
Polyester		6.750		16.200
Polypropylen		6.750		9.000
Nylon	1.561.000	4.500	2.050.800	5.900
Akryl		7.650		7.200
andere	369.000		309.500	
Gesamtverbrauch	4.448.000 100%	106.650 2,4%	4.822.300 100%	141.900 2,9%

Abb. 1: Der Anteil des Vliesstoffes im Gesamtfaserverbrauch für Textilien in den USA

Abbildung 1 enthält die Verbrauchszahlen für die USA. Es war nicht möglich, Weltzahlen mit genügender Verlässlichkeit zu erhalten; die amerikanischen Zahlen sind erstens ziemlich genau, zweitens umfassen sie gleichzeitig einen gewichtigen Anteil an der Textilweltwirtschaft.

Die Tabelle enthält den amerikanischen Verbrauch für die Jahre 1969 und 1971. Im ersten Vergleichsjahr, nämlich 1969, lag der Anteil der Vliesstoffindustrie auf 2,4% des textilen Gesamtfaserverbrauchs. Drei Jahre später war der Anteil auf 2,9% angestiegen, sodaß sich eine relative Zunahme von ca. 0,2% am Anteil der Textilindustrie ergibt.

Es soll noch nachgeholt werden, daß sich die Zahlen der wichtigsten Quellen auf Vliesstoff beziehen, welcher bis ca. 200 g/m² wiegt. Schwere synthetische Filze und Nadelvliessteppichböden sind also nicht eingeschlossen. Nach dem Herstellungsverfahren enthalten die Zahlen alle Typen nach dem Trocken-, Naß- und Spinnvliesverfahren. Bei Naßvliesstoffen ist der eventuelle Zellstoffanteil nicht berücksichtigt.

Abbildung 2 zeigt die Vorausschätzung des Faserverbrauchs im Vliesstoffsektor für die Jahre 1974, 1976 und 1979.

Die Werte von 1976 sind zwei Jahre älter und fallen deshalb etwas aus dem Rahmen der neuesten Schätzungen. Immerhin wird der Faserverbrauch danach von 175.000 t in sechs Jahren auf 300.000 t ansteigen. Dies entspricht einem voraussichtlichen absoluten Wachstum der Vliesstoffindustrie von jährlich 10%^{4,8}, bei einem gegenwärtigen Anteilzuwachs von 0,2% an der gesamten Textilindustrie.

Die Einzelfaser als Baustein und das Porenvolumen

Nun zurück zu unserem engeren Thema und eine maß-

Faserart	Geschätzter Verbrauch der Vliesstoff-Industrie		
	1974 ¹⁾	1976 ²⁾	1979 ³⁾
Zellwolle	94.500	110.000	135.000
Baumwolle	22.800	20.000	22.500
Polyester	20.250	30.000	67.500
Polypropylen	18.000	15.000	45.000
Nylon	11.250		22.500
Akryl	8.100	18.000	
andere			9.000
Gesamtverbrauch	174.900	183.000	301.500

Abb. 2: Geschätzter Faserverbrauch der Vliesstoffindustrie in den USA

gebliche Abgrenzung gegen konventionelle Textilien, die sich aus der besonderen Konstruktion der Vliesstoffe ergibt. Wir haben bereits gebort, daß die individuelle Faser das Gerüst im Vliesstoff bildet. Im Gewebe oder Gewirke ist es dagegen der Faden, der die Funktion des Bauelementes übernimmt. Wir werden auf die im Vliesstoff innewohnende Steifigkeit als weiterer Abgrenzung gegen konventionelle Textilien später noch zu sprechen kommen.

Im Faden sind die Spinnfasern oder Filamente durch den Verdichtungsvorgang des Spinnens, Zwirnens usw. stark zusammengepreßt und verlieren dabei einen nennenswerten Teil ihrer ursprünglichen Individualität.

Abbildung 3 zeigt die wohlbekannte Struktur eines Gewebes mit seinem Bauelement, dem gesponnenen Faden.



Abb. 3: Dichte Faserstruktur im Gewebe

Bei der Betrachtung von Abbildung 4 wird das vorhin Gesagte deutlich. Die Anordnung der Fasern im Vliesstoff begünstigt ein hohes Volumen des textilen Gebildes; die Fasern liegen separiert kreuz und quer, über- und nebeneinander, beanspruchen so einen relativ großen Raum und schließen ein verhältnismäßig hohes Porenvolumen mit ein.

Abbildung 5 zeigt das Ergebnis von Porenvolumenmessungen für verschiedene Standard-Gewebe und gebräuchliche Vliesstoffe. Es unterstreicht die Beobachtung, daß in der Regel der Vliesstoff wesentlich leichter ist als ein dem Augenschein bzw. der Funktion nach vergleichbares Gewebe oder Gewirke.



Abb. 4: Die Einzelfaser als Baustein des Vliesstoffes

Die Neigung zu hohem Porenvolumen nimmt im Falle der Bindung mit waflrigen Dispersionen, der häufigsten also, mit abnehmender Quellbarkeit der Fasern zu. Zellulosische Faservliese geben also das niedrigste Volumen, in ziemlichem Abstand gefolgt von Polyamidfaservliesen. Das höchste Leerraumvolumen zeigen Vliesstoffe aus Polyesterfasern.

Die Tabelle enthält für Gewebe und für beispielsweise ein Jersey-Gewirke Porenvolumina von 68 bis 89%. Die Vliesstoffe sind einer Reihe von Einlagematerialien entnommen und zeigen Porenvolumina von 89 bis 97%. Das hohe Porenvolumen wird noch deutlicher, wenn man umgekehrt das Textilmaterial nach dem Volumen des Feststoffes charakterisiert. Dann enthält nämlich Beispiel 12 der Tabelle (Abb.5) 3 Volumen-Prozent Festsubstanz und Beispiel 10 9 Volumen-Prozent an Festsubstanz, also das Dreifache an Substanz im gleichen Volumen. Das gegenüber konventionellen Textilien ausgezeichnete Porenvolumen der Vliesstoffe konnte für die Bekleidungsphysiologen von besonderem Interesse sein.

Nr. Prüflinge	g/m ²	Feststoffdichte in g/cm ³	Porosität in %
1. dunkelblauer Popeline PES/Baumwolle 67/33	161	1,41	68
2. Testgewebe aus Trevira/Wolle 45/55	225	1,40	69
3. gechintzter Popeline Diolen/Baumwolle 65/35	165	1,47	71
4. Haargarn-Näheanlage	290	1,50	72
5. Hemdenpopeline 100% Baumwolle	85	1,48	78
6. Wollflanell 100% Wolle	250	1,35	81
7. Jersey Trevira/Wolle 70/30	325	1,42	86
8. Mantelstoff (Loden) Mischgewebe mit Wolle	540	1,46	89
9. VLIESELINE A 104	180	1,34	89
10. VLIESELINE C 0	39	1,48	91
11. VLIESELINE 555	110	1,23	95
12. VLIESELINE 2250	95	1,21	97

Abb. 5: Die Porosität von Textilien

Der Vollständigkeit halber soll Abbildung 6 die Apparatur zeigen, die zur Ermittlung des Porenvolumens verwendet wurde. Es handelt sich um eine sehr genaue Methode, die bei richtiger Handhabung exakte Werte ergibt.

Die Rangfolge der Fasertypen in ihrer Bedeutung für die Vliesstoff-Fertigung

Wir kommen nun zu der Rangfolge der Fasertypen in ihrer Bedeutung für die Vliesstoff-Fertigung. In der Frühzeit der aufkommenden Vliesstofftechnik standen

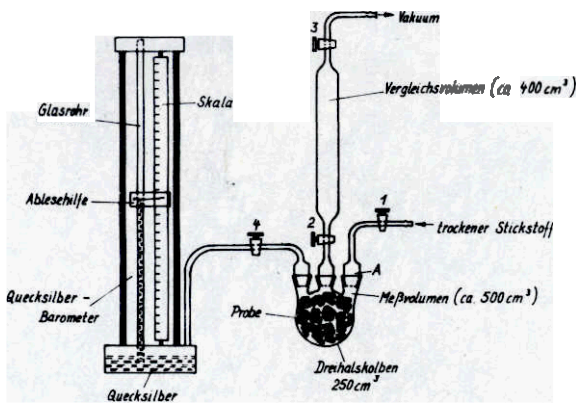


Abb. 6. Apparatur zur Messung des Festsubstanzvolumens

nur die Naturfasern Baumwolle, ferner Stengelfasern, wie Flachs und Hanf, sowie Wolle zur Verfügung. Es kam dann noch ab Ende der 30er Jahre die Zellwolle dazu. Dieses begrenzte Angebot engte selbstverständlich die Entwicklungsmöglichkeiten der Vliesstoffindustrie stark ein. Als die Chemiefaserindustrie in den 50er Jahren neue Faserqualitäten auf den Markt brachte, entwickelte die Vliesstoffindustrie eine vorher nicht erwartete und überraschende Variation von Produkten. Sie verdankt also der aufkommenden Chemiefaserindustrie ihren eigentlichen Durchbruch.

Die verschiedenen Fasertypen haben eine unterschiedliche Häufigkeit des Einsatzes. Wir haben bereits im ersten Bild eine gewisse Rangfolge in der Einsatzmenge, die unterschiedslos von Zellwolle bzw. zellulosefasern angeführt wird.

Bei den synthetischen Fasern zeigen sich in bezug auf die Einsatzmengen einerseits Unterschiede je nach geographischer Region; andererseits ist die Rangfolge einem gewissen Wandel unterworfen in Abhängigkeit von differenzierender Preisentwicklung und sonstigen Verschiebungen innerhalb des Marktangebotes.

Im Grunde kann jede Fasertypen im Vliesstoffbereich angewendet werden.

Hinweise für die Auswahl der Fasertypen

Die Auswahl richtet sich jedoch danach, wie weit die so unterschiedlichen Eigenschaften der eben genannten Fasertypen für den gedachten Verwendungszweck des Vliesstoffes zutreffen oder nicht. Wie überall spielt natürlich auch der Preis bei der Wahl mit hinein.

Auf der einen Seite gibt es Vliesstoffe, die auf sehr gezielte physikalische Eigenschaften hin entwickelt sind; hier entscheiden die Fasereigenschaften. Andererseits gibt es Anwendungen, bei denen die Vliesstoffe in der Faserzusammensetzung in gewissen Grenzen variierbar sind, ohne den speziellen Einsatzzweck zu gefährden.

Folgende Beispiele mögen diesen Sachverhalt erläutern:

Für einen Einlagevliesstoff ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal die Knittererholung. Man versteht darunter, daß ein hochqualifizierter Einlagestoff nach dem Knautschen in der Hand sich sofort wieder glättet, ohne Knitterlinien zu zeigen. Dagegen kann ein anderer, in bezug auf „Knittern“ weniger qualifizierter

Einlagestoff nach dem Knautschen in der Hand starke Knitterlinien zeigen. Er muß dann aber zwangsläufig billiger konstruiert sein. Abbildung 7 zeigt drei solcher Einlagestoffe.

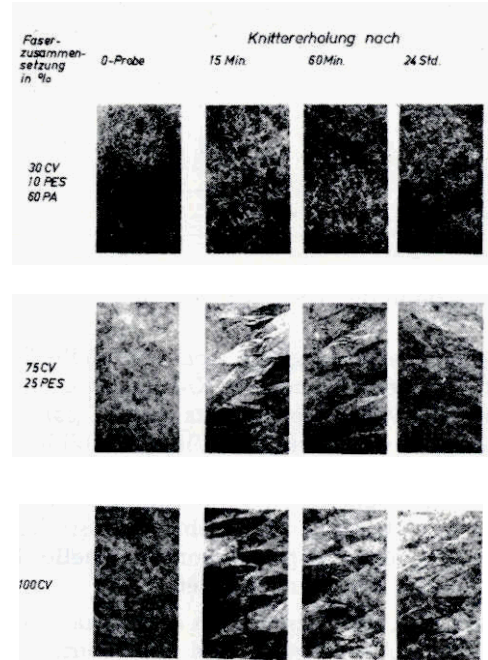


Abb. 7: Der Knittertest an einem Einlagevliesstoff

Abbildung 8 zeigt die Meßmethode zur Bestimmung des Knittererholungsvermögens, die bei den drei Vliesstoffen angewendet wurde.

Ein weiteres Beispiel für die richtige Auswahl von Fasern bilden Vliesstoffe für die elektrische Isolierung. Hier scheiden kompromißlos alle Fasern aus, die in ihrer Grundsubstanz hydrophile Eigenschaften und deshalb eine wenn auch geringe Tendenz zur Feuchtaufnahme haben. Es bieten sich erfolgreiche Polyesterfasern für niedrige und mittlere Temperaturbereiche bis ca. 150°C und aromatische Polyamidfasern für Temperaturen über 150°C Dauerbeanspruchung an. In diesem Fall wäre es zwecklos, andere Fasertypen zumischen zu wollen, da damit der Einsatzzweck hinfällig würde. Der Faserpreis im letzten Fall liegt um ein Mehrfaches über dem Preis der normalen Polyamidfasern. Die Anwendung dieser hochwertigen Typen muß also dem Elektroingenieur echte Vorteile bringen.

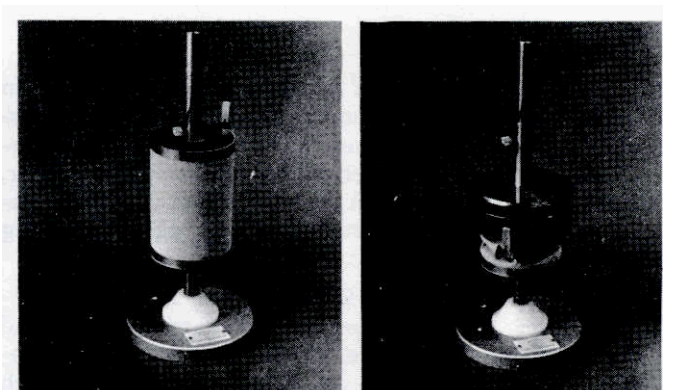


Abb. 8: Die Bestimmung des Knittererholungsvermögens

Diese wenigen Beispiele zeigen, daß die Funktion des Endproduktes die Faserart im Vliesstoff bestimmt. Dabei sind oft kleine Abweichungen in der Aufmachung der Faser nach Präparation und Kräuselung maßgebend für schwerwiegende Eigenschaftsänderungen des Endproduktes.

Der Einsatz von Zellwolle und Baumwolle

Wir wollen uns jetzt den speziellen Fasertypen zuwenden und beginnen dabei mit dem Tabellenführer Zellwolle. Die Zellwolle ist frei von Verunreinigungen im Gegensatz zu Baumwolle, gleichmäßig in Stapel und Qualität und läßt sich deshalb für eine kontinuierliche Fabrikation gut einsetzen. In vielen Fällen sind die natürlichen Verunreinigungen der Baumwolle, auch die Reste davon, die nach den für die Baumwollspinnerei üblichen Reinigungsverfahren noch vorhanden sind, für die Vliesstoffherstellung nicht tragbar. Zellwollen finden wegen der guten Wasseraufnahme vor allem Verwendung für Einwegvliesstoffe im Hygienesektor und im medizinischen Bereich. Ihr Einsatz wird auch noch durch den relativ niedrigen Preis begünstigt.

Zellwollen mit einem hohen Quellwert können nach der Behandlung mit wäßrigen Binderdispersionen oft zu feinen Fältchen im gebundenen Vliesstoff führen.

Diese Trocknungsfältchen rühren wohl daher, daß die Zellwollfasern in der netzmittelhaltigen Dispersion stark quellen und nachher beim Eintrocknen des Dispersionswassers sich bei der Kontraktion nicht mehr einzeln bewegen können. So werden kleine Bezirke um die Einzelfaser herum mit zusammengezogen, was je nach Anwendungszweck eine durch Fältelung unbrauchbare Oberfläche zur Folge haben kann. Quellwerte von 90 % ergeben glatte Oberflächen, während Zellwollen mit 120 % und darüber für das Trockenvliesverfahren Schwierigkeiten bereiten können. Hingegen können jedoch solch hohe Quellwerte beim Naßvliesverfahren von Nutzen sein, nachdem sie eine gleichmäßige Verteilung der Kurzfasern in der wäßrigen Suspension garantieren.

Wir haben bisher von Normalzellwolle gesprochen. Die hochnaßfeste Zellwolle bietet deutliche Vorteile, wenn es auf Oberflächenglätte und Festigkeit ankommt. Die hochnaßfeste Zellwolle hat eine besondere Struktur mit kleinen Hohlräumen, die hie und da als „Löcher“ in die Faseroberfläche ausmünden. Da die Vliesstoffe aus solcher Zellwolle, mit wäßrigen Dispersionen zur Bindung gebracht, besonders hohe Festigkeiten erzielen, können wir annehmen, daß das Bindemittelkoagulat sich gut in der Faseroberfläche verankern kann.

Die Polynosic- bzw. HWM-Fasern, als hochfeste Fasern typisiert, ergeben trotz höherer Bruchfestigkeit keine höheren Reißwerte im Vliesstoff im Vergleich zu den hochnaßfesten Typen.

Baumwolle wird in Form von Abfällen für billige Füllvliese, beispielsweise für die Polsterindustrie, verwendet. Für qualifizierte Vliesstoffartikel im Haushaltsssektor, für synthetische Waschleder zum Beispiel wird gebleichte Baumwolle bzw. gebleichter Baumwollkammzug eingesetzt. Die Zellwolle übertrifft jedoch den Baumwollverbrauch um ein Vielfaches, wie die eingangs gezeigten Tabellen beweisen.

Natürlich werden auch Gemische aus Zellwolle und

Baumwolle eingesetzt. Dabei kann nach Arbeiten von O. Eisenhut⁹ und G. Jayme¹⁰ die Zellwolle durch Behandeln mit Anlösern wie Natronlauge bzw. Weinsäurekomplexsalzen selbstklebend gemacht werden; Baumwolle, die gegen die Anlöser resistenter ist, „verdünnt“ sozusagen die Bindungen der Zellwolle und gibt dem Vliesstoffhersteller die Möglichkeit, mit der Baumwollzumischung den Griff der Ware abzuwandeln.

Speziell für die Naßvliesfertigung gibt es im Angebot eine gepfropfte Zellwolle¹¹. Sie hat einen besonders hohen Quellwert, wodurch sich die Tendenz des Zellwollekurzschnitts, sich in der wäßrigen Suspension zusammenzuballen, deutlich verringert, und man erhält als Folge davon sehr gleichmäßige Vliese.

Die Stengelfasern (Jute, Flachs und Hanf) werden dem Hauptanteil nach aus Reißware oder Kämmlingen für billige Trägermaterialien für Beschichtungstoffe im Bereich Fußbodenbelag und Automobilindustrie eingesetzt. Meistens handelt es sich um mechanisch verfestigte oder vorverfestigte schwere Vliesstoffe. Schließlich hat sich eine Papierfabrik noch auf die Verarbeitung von Hanffasern für die Zigaretten- und Teebeutelindustrie als ganz speziellen Einsatzzweck spezialisiert.

Die vollsynthetischen Fasern im Vliesstoffeinsatz

Von den vollsynthetischen Fasern sind die Polyamidfasern und die Polyesterfasern die wichtigsten.

Es scheint, daß in den USA die Polyesterfasern in den letzten Jahren schneller an Boden gewonnen haben als in Europa, wo immer noch die Polyamidfasern Nylon 6 und Nylon 66 überwiegen. Dies kann markttechnisch bedingt sein, da Werbung, Marktgeltung und Preisgestaltung in den USA etwas andere Akzente setzen.

Die Polyacrylnitrilfasern sind verhältnismäßig wenig am Aufbau von Vliesstoffen beteiligt. Ein spezieller Einsatz erfolgt bei der Herstellung von Schlafdecken. Sie können als Zumischungs-komponente verwendet werden, wenn es von der Funktion des Vliesstoffes her möglich ist. Es gibt aber technische Einsatzgebiete, bei denen ihre besondere Wetter- und Lichtbeständigkeit ausgenutzt werden kann. Wir sehen einen solchen Einsatz im folgenden Bild (Abb. 9).

Diese Overlay-Vliesstoffe demonstrieren die Nutzbar-machung der Eigenschaften der verschiedenen Faser-sorten. Abbildung 9 zeigt, daß Acrylfaser-Overlays sich für glasfaserverstärkte Kunststoffoberflächen, die dem Wetter und dem Tageslicht ausgesetzt sind, gut

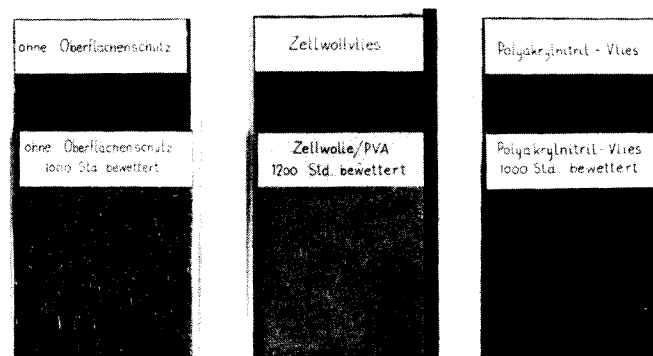


Abb. 9: Prüfung von Wetter- und Lichtbeständigkeit

eigenen. Polyacrylnitrilvliese sind aber nicht für alle Zwecke als Overlay geeignet. Sind die Innenwände von Behältern gegen saure Flüssigkeiten zu schützen, zum Beispiel gegen Fruchtsäfte, so ist ein Polyesterfaser-Overlay besser angebracht. Bei alkalischen Flüssigkeiten hat sich Dynel bewährt. Polypropylenfasern schließlich finden vorteilhaft als Aufbau Fasern für Overlays dann Verwendung, wenn die zu schützenden Oberflächen Alkalien bei höheren Temperaturen ausgesetzt werden sollen.

Wir haben eingangs den Grad der Porosität als eine Besonderheit bei Vliesstoffen kennengelernt. Es gibt noch eine weitere grundsätzliche Eigenschaft, die Steifigkeit. Für die Bekleidungsindustrie hat Vliesstoff für Einlagen weltweit Anerkennung gefunden. Einlagen oder Zwischenfutter sollen Form halten oder Form geben. Um diese Funktion zu erfüllen, müssen diese Einlagestoffe eine „elastische Steifigkeit“ mitbringen. Die häufigste Herstellungsart von Vliesstoff besteht in der kontinuierlichen Übereinanderschichtung von Faservliesen — häufig vier bis zehn Lagen — im Kreuzlegeverfahren* (Abb. 10).

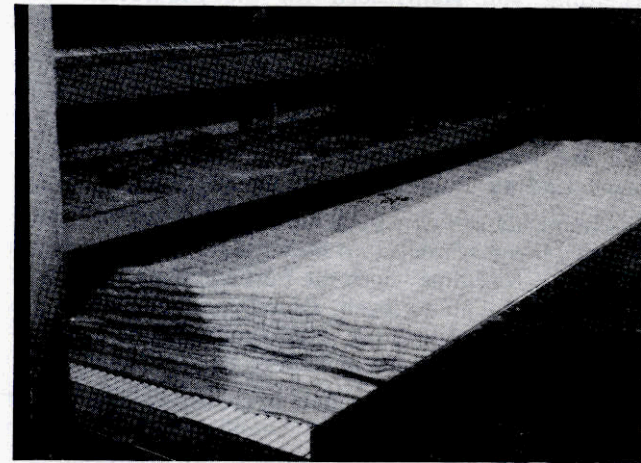


Abb. 10: Florschichtung

Dies hat zur Folge, daß sich beim Biegen eines Vliesstoffes, wobei die Steifigkeit beansprucht wird, auf der Oberseite ein Zug und in der Unterseite ein Druck in der Fläche ausbildet (Abb. 11). Das Material kann sich also nur biegen, wenn sich die Oberseite dehnt und die Unterseite dem Zusammenpreßdruck durch Faltenbildung ausweicht.

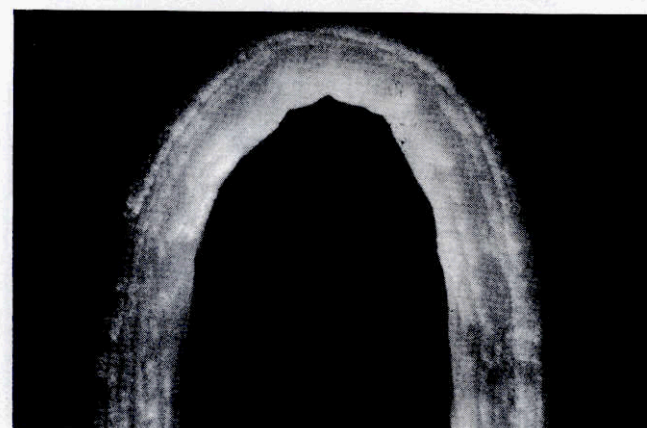


Abb. 11: Biegeversuch

Die Florschichten des Vliesstoffes wirken dabei, etwas übertreibend ausgedrückt, wie die Schichten eines Sperrholzes (Abb. 12). Dies gilt auch für dünne Vliesstoffe.

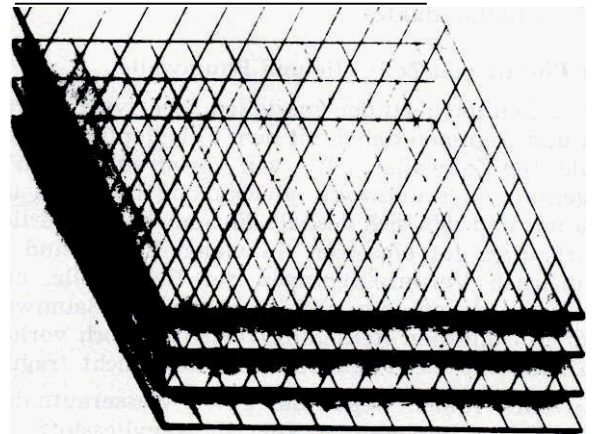


Abb. 12: Die Vlieschichtung bewirkt eine Art Sperrholzeffekt

Gewebe und Gewirke benehmen sich hingegen wie zweidimensionale weiche Gebilde. Wenn eine Steifigkeit benötigt wird, so wird sie entweder durch die Ausriistung oder durch den Einbau von Tierhaaren bzw. anderen elastisch versteifenden Fasern erzielt. Beim Vliesstoff kann man durch teilweise Aufhebung der horizontalen Lagerung der Faserschichten diese ursprüngliche Steifigkeit vermindern, wenn sie unerwünscht sein sollte. Dies läßt sich dadurch bewirken, daß man das Porenvolumen bzw. die Porengröße (z. B. durch den Einbau von Schrumpffasern) vermindert. Weiterhin können die Poren mit elastischem Bindemittel angefüllt werden; dadurch wird die Zusammenpreßbarkeit der einen Oberfläche herabge-

Dec. 23, 1966 F. J. EVANS ET AL. 3,466,168
 FIBERGLASS NON-WOVEN FABRIC AND METHOD OF PRODUCING SAME
 Filed Dec. 1, 1966 4 Sheets-Sheet 1

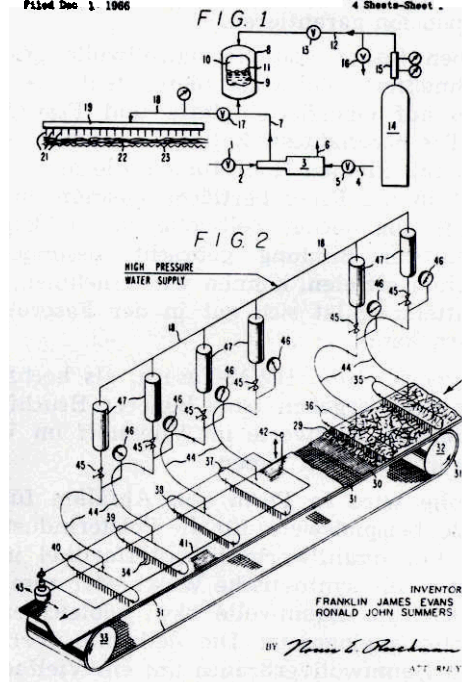


Abb. 13: Die Verfestigung des Faservlieses mittels feinsten Wasserstrahlen (Schema)

setzt. Ein häufig verwendeter Verfahrensschritt ist besonders wirksam: das Vernadeln der Faserflorschichten, was übrigens auch zu einer Verringerung des Porenvolumens führt.

Eine besonders interessante Ausführungsform dieser vertikalen Verflechtung von ursprünglich horizontalen Faserlagen besteht darin, das Faservlies durch Behandeln mit feinsten Wasserstrahlen mechanisch zu verfestigen (Abb. 13).

Durch Musterung und freie unverknäuelte Bezirke entsteht ein drapierfähiges textiles Flächengebilde, das sehr weich und schmiegsam ist und trotzdem Festigkeit aufweist.

Der Einfluß von Titer, Präparation, Schnittlänge und Kräuselung der Fasern

Die Eigenschaften und die Erscheinungsformen von Vliesstoffen werden stark durch die Wahl der Feinheit, Präparation und Schnittlänge der eingesetzten Fasern beeinflusst.

Der am häufigsten eingesetzte **Fasertiter** liegt zwischen 1,5 und 3,3 dtex. Ein feiner Titer ergibt mehr Fasern in der Gewichtseinheit und damit eine bessere Flächendeckung; er ist bei niedrigen Flächengewichten unabdingbar, führt aber wegen der etwas schwierigeren Separierung der feinen Fasern zu einer geringeren Belastbarkeit der Kardiereinrichtungen. Grobe Titer finden Verwendung in der Luftfiltration für Grob- und Vorfilter, für Scheuermaterialien für den Haushalt und für Vliesstoff im Autoreifenbau.

Die **Präparation** der Fasern entspricht im Normalfall den Bedürfnissen der Spinnerei, an die sich die Vliesfertigung trotz anderer Bedürfnisse anpassen muß. Da nur der Verfahrensschritt des Kardierens gemeinsam ist, sind die Faserpräparationen für die Vliesstoff-Fertigung oft nicht optimal. Dies kann eine besondere Rolle spielen, wenn höherwertige Produkte mit ganz speziellen Eigenschaften — wie Griff, Volumen und Fall — hergestellt werden sollen. Bekanntlich werden die Vliese in den meisten Fällen mit wässrigen Dispersionen von Kunststoffbindemitteln verfestigt. Es macht nun einen Unterschied, ob die Fasern schnell oder langsam netzen. Im ersten Fall wird das Bindemittel die Fasern überwiegend oder ganz überziehen und so den Vliesstoff gut verfestigen; man erhält ein reißfestes, aber verhältnismäßig steifes Produkt. Eine mehr hydrophobe Präparation läßt das Bindemittel nur zu einem niedrigeren Prozentsatz die Faseroberfläche überziehen, die Verklebung ist auf kleinere Bezirke der Faseroberfläche beschränkt, wodurch das Produkt gefällig weich und voluminös, aber weniger fest wird.

Im Zusammenspiel zwischen Faserpräparation und Bindemitteldispersion sind auch die Ladungsverhältnisse zwischen Faseroberfläche und Dispersionspartikel zu beachten. Gegensätzliche Ladungen können im unerwünschten Stadium der Fertigung zur Koagulation des Bindemittels führen. Der Ladungssinn der Faserpräparation sollte auch bei der Mischung mehrerer Fasersorten beachtet werden, nachdem verschiedene Aufladungen bereits bei der Florbildung zu Schwierigkeiten führen können.

Die **Schnittlänge** der Faser wird im Prinzip durch die Art des Vliesbildungsverfahrens bestimmt. Die Naßlegetechnik erfordert Kurzfasern und ist sehr empfindlich auf Überlängen. Es finden je nach Schlankheits-

grad Faserlängen von 3 bis 30 mm, letztere als Zuzusatzkomponente, Verwendung.

Für die Luftlegetechnik eignen sich am besten Schnittlängen von 20 bis 60 mm mit mittlerer bis größerer Feinheit. Fasern, die sich gut separieren lassen, wie kurze Wollabgänge, Acrylfasern und Acetatfasern, sind für die Luftlegetechnik besser geeignet als feine Zellwollen und stark gekräuselte Polyamidfasern. Man sollte darauf bei der Eignungsprüfung von Luftlegemaschinen entsprechend achten.

Die Krempeltechnik für Vliesstoffe kann die Normlängen für die Spinnerei verwenden. Sie hat den Vorteil, daß die Vliesstoff-Fertigung keine Streckwerte benötigt und deshalb auf Überlängen nicht empfindlich ist.

Die normalen handelsüblichen Fasern haben eine **Kräuselung**, die die Fasern kardierfähig macht und im Verein mit der Präparation die nötige Florhaftung bewirkt. Die Vliesstofftechnik setzt im Trockenverfahren diese Eigenschaft angemessen ein. Das Naßlegungsverfahren erfordert glattere, weniger gekräuselte Fasern, und die Luftlegetechnik kommt mit der normalen Spinnfaserkräuselung zurecht. Die Toleranz hat aber dort ihre Grenzen, wo die Separierbarkeit der Fasern im Luftstrom leidet.

Eine hohe Kräuselung ist eigentlich nur für das Trockenverfahren zuträglich. Bei Einkräuselungswerten von 20 % und mehr erhält man besonders weiche Vliese. Das folgende Bild zeigt einen Nylon 66-Strang mit Normalkräuselung und einen Nylon 66-Strang mit Maximalkräuselung (Abb. 14).



Abb. 14: Kräuselfaser

Der Einfluß einer hohen Kräuselung auf den Griff und die Biegefestigkeit eines verfestigten Vliesstoffes ist leicht aus Abbildung 12 zu verstehen (Sperrholzeffekt).

Die Kräuselung der Faser schafft eine Dehnungsreserve auf der Oberseite und erleichtert das Zusammenrücken auf der Unterseite. Sie führt also zu einer Herabsetzung der Steifigkeit bei gleichzeitiger Vergrößerung der elastischen Dehnung.

Bindefasern

Die Vliesstoffindustrie hat eine Fasernreihe initiiert, die eigens auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten ist: die Bindefasern. Sie sind in der Lage, Vliese zu verfestigen. Bei dem Verfestigungsvorgang kann die Bindefaser als solche erhalten bleiben; oft verliert sie jedoch beim Verkleben ihre Faserform und erscheint dann als Bindemittel zwischen den Gerüstfasern.

Seit langem werden vornehmlich in Japan durch Wasser aktivierbare, nicht ausgehärtete Polyvinylalkoholfasern verarbeitet und als solche vielfach in der Naßlegetechnik zur Herstellung papierartiger Vliesstoffe eingesetzt. Die wasserlöslichen PVA-Fasern werden aber auch in der Trockenvliesstofftechnik eingesetzt und dienen hauptsächlich zur Verfestigung von Zellwollvliesen. Die Bindefestigkeit zu Zellwolle ist sehr gut, synthetische Fasern aus Polyamid und Polyester werden weniger gut gebunden. Die Zumischungskonzentration zu anderen Fasern liegt zwischen 5 und 10%, eine Zumischung von über 20% bringt keine merkliche Erhöhung der Reißfestigkeit mehr und führt zu bretartigen steifen Vliesstoffen. Die Mischvliese aus Zellwolle und PVA-Fasern werden angefeuchtet und mit Wärme und Druck verfestigt¹². Die PVA-Fasern schmelzen im eigenen Quellwasser bei einer Temperatur von über 80°C und verlieren dabei ihre Faserstruktur, wie dies in Abbildung 15 zu sehen ist. Die PVA-Substanz färbt sich mit blauer Tinte an; Zellwolle hält die Farbe bei kurzzeitiger Nachbehandlung mit Wasser nicht (Abb. 16).



Abb. 15: Mit PVA-Faser gebundener Vliesstoff

Vinyon HH-Fasern werden ebenfalls zum Verfestigen verwendet, ebenso wie Wacker MP-Fasern. Beide Bindefasern verkleben vollsynthetische Fasern bei erhöhten Temperaturen, wobei Kalandrdruck angewendet werden kann.

Die Bindefasern, die durch thermische Aktivierung zur Bindung gebracht werden, müssen einen niedrigeren Erweichungs- oder Schmelzpunkt haben als die Normalfasern, die als Vliesstoffgerüst dienen. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem man den gebräuchlichen Fasermonomeren andere Monomere zumischt, die Mischung polymerisiert und zu Copolymerfasern verspinnt.

Auf dieser Basis gibt es im Spiel der Monomeren von Nylon 6 und Nylon 66 von Enka Glanzstoff die Typen Copolyamid N 20 und N 40, wobei die erstere bereits in heißem Wasser aktivierbar ist. Die Grilon S. A. bietet



Abb. 16: Ungefärbte und gefärbte PVA-Fasern im Vergleich zu mit Farblösung behandelter Zellwolle

als Produkte der Emserwerke ebenfalls zwei Copolyamidtypen an, nämlich die Swiss Polyamid-Grilon-Faser-K 140 und K 115. Ferner gibt es noch die Polyesterklebefaser Swiss Polyester Grilene K 150. Außer diesen Copolymerfasern können als Polyesterbindefasern auch unverstreckte bzw. schwach verstreckte normale Polyesterfasern vorteilhaft zur Verklebung von Polyestergerüstfasern durch Kalandrieren bei erhöhter Temperatur eingesetzt werden¹³.

Eine scharfe Abgrenzung der Bindefasern von den Standardfasern ist eigentlich nicht möglich. Die meisten Standardfasern lassen sich nämlich durch chemische Zusätze zu Bindefasern machen. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das Zellulosediacetat; diese Fasern können durch Zusatz von 10 bis 20 Gewichtsprozent Dioctylphthalat-Weichmacher so plastifiziert werden, daß sie bei Erwärmen partiell schmelzen und sich gegenseitig zum Vliesstoff verfestigen. In entsprechender Weise lassen sich Acrylfasern nach dem Sulfolanverfahren der Shell Chemical Corporation zu Vliesstoff binden, auch Glykolcarbonat kann eingesetzt werden. Polyamidfasern können durch Behandeln mit Halogeniden oder Rhodaniden an der Oberfläche so weit angelöst werden, daß sie sich bei erhöhter Temperatur drucklos verbinden¹⁴.

Eine weitere Möglichkeit zur Vliesstoffherstellung bieten die Bikomponentenfasern¹⁵. Sie bestehen aus zwei miteinander verbundenen Bestandteilen unterschiedlichen chemischen und/oder physikalischen Aufbaus. Die beiden Bestandteile können nebeneinander, umeinander oder in inhomogener Verteilung vorliegen. Wenn die Komponente mit dem niedrigeren Erweichungs- oder Schmelzpunkt außen liegt, wird sich die Bikomponentenfaser ähnlich wie eine der vorhin beschriebenen Bindefasern verhalten. Die höher schmelzende und für die Bindung inaktive Komponente wird dabei dafür sorgen, daß die Faserstruktur der Bikomponentenfaser erhalten bleibt¹⁶.

Die japanische Firma Chisso Ltd. bietet eine Bikomponentenfaser im Polyolefinbereich an: die ES-Faser. Sie besteht aus Polypropylen mit einem Mantel aus Polyäthylen. Sie läßt sich durch Erwärmen zur Vliesverfestigung bringen.

Spezialfasern für Vliesstoffsinteseleder

Zum Schluß möchte ich noch von Spezialfasern berichten, die für Syntheseleder auf Vliesstoffbasis entwickelt wurden. In Japan war das Interesse für Synthese-

leder mit Vliesstoffträgermaterial immer sehr groß. Das erklärt sich aus der Tatsache, daß das Land arm an Häuten für Schuhoberleder ist. Es wurden nun zwei Verfahren entwickelt, die mit feinen und ultrafeinen Fasern (mit Titern von Zehntel und Hundertstel eines Dezitex) arbeiten.

Das eine Verfahren (Offenlegungsschrift 2,016.522 von 1970) benützt Fasern, die in der ersten Stufe der Verarbeitung zur Klasse der Bikomponentenfasern¹⁵ zu zählen sind, und zwar genauer gesagt zu den Matrixfibrillentypen. Solche Fasern werden so hergestellt, daß man die Schmelzen zweier nicht mischbarer Polymerer zusammengibt, also die Schmelze der einen Komponente in der Schmelze der Einbettungs- oder Matrix-Komponente in feinen Tröpfchen verteilt. Beim Ausspinnen nach dem Schmelzspinnverfahren verzieht sich jedes feine Tröpfchen zu einer ultrafeinen Fibrille, die in der Einbettungskomponente eingelagert ist.

Diese Matrixfaser wird in üblicher Feinheit (z. B. 3 dtex) ausgespinnen und zu einem Vlies verarbeitet. Anschließend wird die Einbettungskomponente beispielsweise mit einem geeigneten Lösungsmittel herausgelöst. Dadurch werden die ultrafeinen Faserfibrillen der zweiten Komponente in situ freigesetzt.

Die ursprüngliche Bikomponentenfaser ist also nur Träger für die eigentlichen ultrafeinen Gerüstfasern. Da die Fibrillen in Scharen in den ursprünglichen 3-dtex-Bikomponentenfasern enthalten sind, bleiben sie nach der Freilegung in solchen Scharen oder Bündeln auch im endgültigen Vliesstoff erhalten. Die Fasern haben nunmehr eine Feinheit in der Größenordnung von 0,01 dtex.

Das zweite Verfahren ist im Prinzip ähnlich, insofern, als ebenfalls zunächst eine Matrixfaser im Schmelzspinnverfahren hergestellt und mit üblicher Feinheit und gebräuchlicher Schnittlänge auf konventionellen Maschinen verarbeitet wird. In einem späteren Schritt wird zu geeigneter Zeit die Einbettungskomponente herausgelöst, sodaß dann Feinstfaserbündel das Vliesstoffgerüst bilden. In diesem zweiten Fall jedoch scheint es sich um einen Schmelzspinnvorgang zu handeln, bei dem die Inselkomponente definiert nach Anzahl und Stärke der Fibrillen in die Matrixsubstanz eingeschlossen ist. Die Matrixfaser wird dann wohl in üblicher Art durch Verstrecken, Kräuseln, Schneiden und Tempern zur einsatzfähigen Faser aufbereitet und zum Vlies verarbeitet. Abbildung 17 verdeutlicht die beiden Spinnprinzipien.

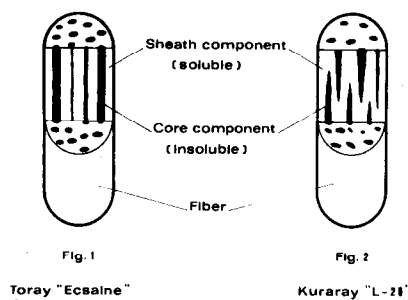


Abb. 17: Herstellungsmöglichkeiten von Syntheseleder (2 Grundprinzipien)

Abbildung 18 zeigt den Arbeitsgang und den Aufbau der Bikomponentenfaser nach der Patentschrift USP 3,562.374 (1971).

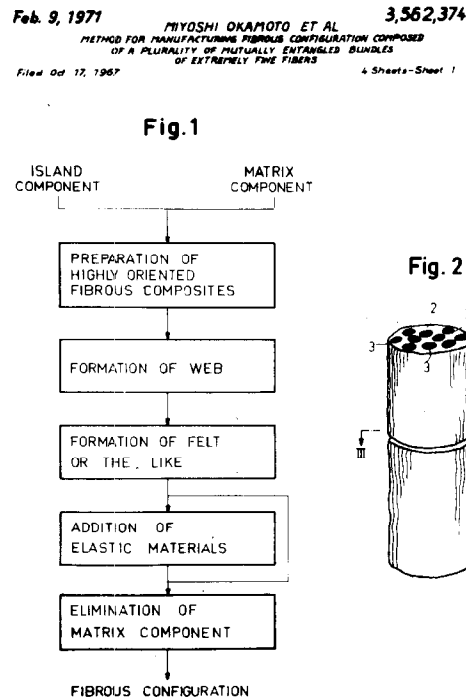


Abb. 18: Arbeitsgang und Aufbau der Bikomponentenfaser nach der Patentschrift USP 3 562 374 (1971)

Das Schema der Vliesstoffstruktur vor und nach dem Herauslösen der Matrixkomponente ist in Abbildung 19 deutlich zu erkennen.

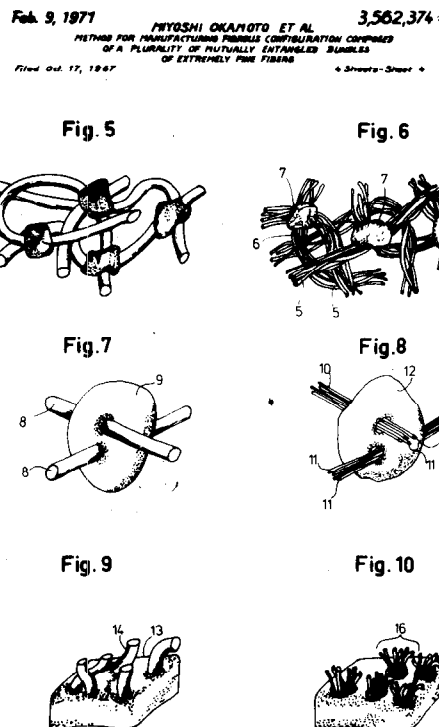


Abb. 19: Schema der Vliesstoffstruktur vor und nach dem Herauslösen der Matrixkomponente

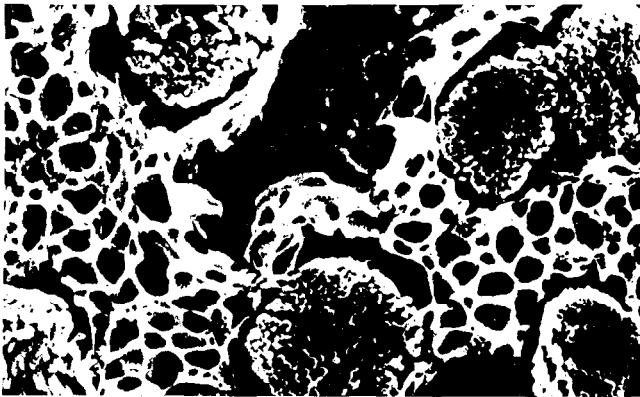


Abb. 20: L-26-Syntheseleder

Die Vliesstoffstrukturen, die nach den beiden Verfahren erzeugt werden können, sind sich zwar im Prinzip ähnlich, zeigen aber doch gewisse Unterschiede. So ist der durchschnittliche Fibrillendurchmesser nach dem ersten Verfahren um eine Größenordnung kleiner und erreicht ca. 0,01 dtex. Die Abbildungen 20 und 21 wurden von Produkten angefertigt, die vermutlich nach diesem Verfahren hergestellt wurden.



Abb. 21: Ecsaine-Syntheseleder

Beiden Materialien ist also gemeinsam, daß sehr feine Fasern in Bündeln angeordnet sind, die das Grundgerüst des Syntheseleders bilden. Die feinen Fibrillen verbessern den Griff des Vliesstoffes und machen das Produkt geschmeidig und damit lederähnlicher. Diese neuentwickelten lederähnlichen Vliesstoffe zeigen einige überraschende Parallelen zu Naturleder.

Zunächst hat die tierische Haut ebenfalls eine klare Faserstruktur, wie Abbildung 22 in Mikroaufnahme mittels Lichtmikroskop zeigt.

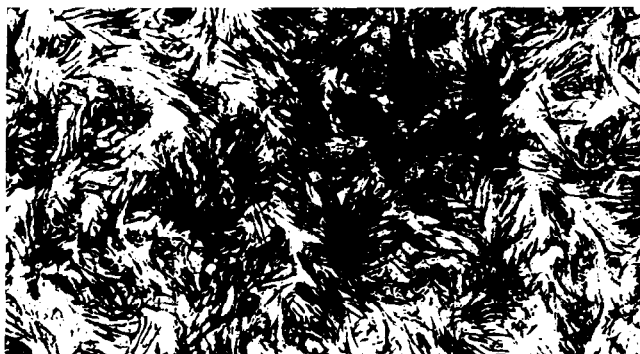


Abb. 22: Faserstruktur in Naturleder

Die Kollagenfasern bestehen ihrerseits aus einem Fibrillenverband, der im Querschnitt mittels Elektronenmikroskop abgebildet ist; das Bindegewebe zwischen den Schnittflächen der Fibrillen ist nicht sichtbar (Abb. 23).

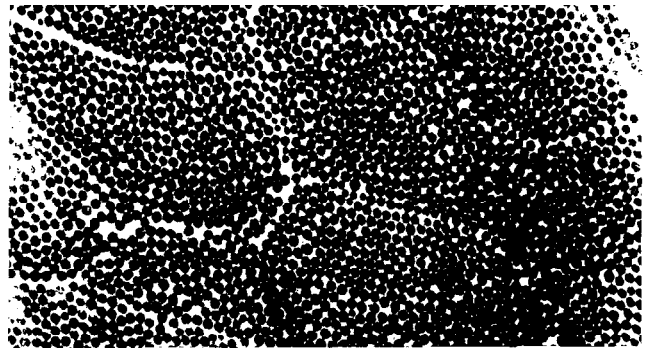


Abb. 23: Der Fibrillenverband im Querschnitt, angefärbt mit Uransalz

Abbildung 24 zeigt die Fibrillen in gleicher Vergrößerung, aber im Längsschnitt.



Abb. 24: Fibrillenverband im Längsschnitt

Abbildung 25 zeigt eine solche Elementarfibrille in weiterer Vergrößerung. Man erkennt hier, daß sowohl die Fibrillen als auch die Elementarfibrillen aus einem Bündel parallel angeordneter Fasern aufgebaut sind.



Abb. 25: Längsschnitt von Einzelfibrillen aus Elementarfibrillen

Zum Vergleich nochmals eine Lichtmikroskopaufnahme von L-26 Syntheseleder mit den parallelen Scharen von Feinstfasern (Abb. 26).



Abb. 26: L-26-Syntheseleder

Diskussion

Albrecht: Vielen Dank für diesen umfassenden Überblick über die Zusammenhänge zwischen den Faser-eigenschaften und den Vliesstoffeigenschaften.

Daimler: Von besonderem Interesse ist der Vergleich der Geometrie zwischen Geweben und Gewirken auf der einen Seite und Non-woven-Vliesen auf der anderen Seite. Sie haben eine Methode gezeigt, wie man das Volumen der Faser im Vlies messen kann. Aber dazu gehört ja in jedem Fall auch noch die Bestimmung der Dicke, das heißt der äußeren Abmessungen eines Gebildes. Darf ich Sie bitten, dazu vielleicht etwas zu sagen?

Andererseits wollte ich fragen, ob diese Methode auch auf sehr weiche elastische, also gummielastische Flächengebilde anwendbar ist oder nur auf sehr steife Gebilde, von denen ich nicht weiß, ob man sie in dieses Glasgefäß überhaupt einbringen kann. Die eigentliche Frage ist: Wie haben Sie das Volumen, das heißt die äußeren Abmessungen, bestimmt?

Haben Sie auch Luftdurchlässigkeitsmessungen gemacht? Können Sie vielleicht etwas über die Beziehung zwischen der Porosität des Vliesstoffes in Abhängigkeit von der Faserart sowie der Faseranordnung im Raum und der Luftdurchlässigkeit sagen?

Lauppe: Ja, Herr Dr. Daimler, das ist sehr richtig, was Sie da fragen: die Bestimmung der 100%. Wir können ja nur die Verteilung Luft/Feststoff z. B. 89:11 relativ einfach bestimmen. Die 100%ige Auswertung erfolgte in unserem Hauptlabor, ich selbst habe das nicht gesehen. Man kann hier natürlich nicht mit den normalen Dickenprüfern messen, die einen bestimmten Druck von beispielsweise 1 kg/cm² ausüben. Die Prüflinge werden übereinandergestapelt, und zwar eine ganz bestimmte Anzahl von Lagen. Natürlich übt der Stapel auf die unterste Lage einen gewissen Druck aus, den nimmt man hin. Wenn man alle Proben gleich behandelt, kommt man vielleicht zu einem relativ vergleichbaren Wert.

Nun zu Ihrer zweiten Frage, ob man diese Bestimmungsmethode für gummihaltige Produkte oder für sonstige Kunststoffe auch verwenden könne. Ja, ganz sicher dann, wenn die Luft aus den Poren austreten kann. Die gezeigte Apparatur hat den Vorteil, daß das Ergebnis der Auswertung von der Benetzbarkeit der Hohlräume nicht abhängig ist. Nach früheren Methoden wurden die Prüflinge in netzmittelhaltiges Wasser gelegt, und wir wissen, daß die Luft aus den feinen Kapillaren nicht herauskann. In unserem Fall tritt sie aber aus. Also hier erfaßt man tatsächlich alle Kapillaren.

Immer dann, wenn die Luft entweicht, wenn also das Gebilde keine geschlossenen Zellen hat, kann man diese Methode anwenden. Im übrigen würde ich auf Herrn Dipl.-Phys. Beckmann von unserem Hauptlabor verweisen, der gibt sicher bereitwillig im Detail darüber Auskunft.

Daimler: Wurde auch die Porengröße gemessen?

Lauppe: Nein, die wurde nicht gemessen.

Albrecht: Aber das wäre für den Bekleidungsphysiologen doch sehr wichtig!

Lauppe: In der Regel messen wir die Luftdurchlässigkeit unserer Vliesstoffe mit einer von der Lederindustrie herkommenden Methode, das heißt eigentlich den Luftwiderstand. Dafür gibt es ein Standardmeßgerät.

Merkle: Herr Dr. Lauppe, ich habe zwei Fragen an Sie, eine ökonomische und eine mechanisch-technologische. Zuerst zur ökonomischen: Würden Sie sagen, daß die Vorausschätzung der Chase-Manhattan-Bank auch auf europäische Verhältnisse übertragbar ist? Insbesondere auf den enormen Anstieg von Polyesterfasern und Nylonfasern?

Zur mechanisch-technologischen Frage: Ich habe eine Ausführung über die Weiterreißfestigkeit vermißt. Ich möchte da an das Weiterreißgerät nach Wegener erinnern, mit dem vor acht Jahren umfangreiche Rundversuche zum Zwecke der Normung durchgeführt wurden. Ist dieses

Schlußwort

Die Ausführungen haben sicher deutlich gemacht, daß der Faserauswahl bei der Vliesstoffherzeugung eine ganz besondere Bedeutung zukommt. Die Fasern selbst sind das Bauelement der Vliesstoffe, geben mit den notwendigen Bindemitteln aber erst das Endprodukt, dessen Eigenschaften noch von den eingesetzten Verarbeitungstechnologien mitbestimmt werden. Somit ist die Faserentwicklung symptomatisch für die Weiterentwicklung der Vliesstoffe.

Literatur:

- 1) Textile Organon, Vol. XLV, No. 3, März 1974
- 2) H. J. Carter; The Chase-Manhattan-Bank, New York, 1974
- 3) Predicast-No. 52, Juni 1973, veröffentlicht von Predicasts Inc., Cleveland/Ohio
- 4) Arthur D. Little; The Nonwoven Fabrics Industry 1972 (Service to Investors)
- 5) H. Jörder; Vliesstoff-Vortrag, Dornbirn, Lenzinger Berichte 15, 42—48 (1963)
- 6) C. L. Nottebohm; Vliesstoff-Vortrag in Dornbirn, Lenzinger Berichte 25, 150—164 (1968)
- 7) L. Hartmann; Vliesstoff-Vortrag in Dornbirn, Lenzinger Berichte 32, 70—80 (1971)
- 8) Albert Shippin; J. Text. Inst. Manchester 64, 196 (1973)
- 9) O. Eisenhut; DBP 902 427 (1955)
- 10) G. Jayme; DBP 1 001 889 (1958)
- 11) H. Krässig; Svensk Papperstidn. 74, 417—428 (1971)
- 12) A. Hartmann; DBP 1 034 477 (1958) — Farbwerke Hoechst
- 13) Brit. P. 967 350 (1964) und Brit. P. 1 015 427 (1965) — ICI
- 14) USP 3 542 615 (1967) — Monsanto Co.
- 15) P. A. Koch; Faserstofftabellen Bikomponentenfasern, Textil-Ind. 72, 253—256 (1970)
- 16) H. Gilch und E. Raabe; Lenzinger Berichte 32, 135—150 (1971)

Gerät in der Praxis noch im Einsatz? Und welche Bedeutung hat es für die Entwicklung von Vliesstoffen in Abhängigkeit vom Fasermaterial?

Lauppe: Die Weiterreißfestigkeit — zunächst allgemein — wird bei uns regelmäßig gemessen. Sie hängt natürlich von der Faserqualität ab, aber fast noch mehr — wie immer beim Vliesstoff — von der Bindekraft des Bindemittels zur Faser. Da kann man nicht sagen, diese Fasern seien gut und jene schlecht, sondern das hängt von vielem — es ist eine komplexe Sache — ab, auch von der Präparation und von der Kräuselung.

Bei einer sehr starken Kräuselung zum Beispiel kann die Haftung des Bindemittels sehr gut sein. Da aber die Kräuselung zunächst einmal aufgeht, zerreißen sehr viele Filme, feinste Filme, die in dem Gebilde enthalten sind. Diese können nachher natürlich nicht mehr zur Festigkeit beitragen. Man bekommt in solchen Fällen eine niedrigere Reißkraft und eine hohe Dehnung. Diese Messungen sind sehr schwierig zu interpretieren, weil der gesamte Problembereich sehr komplex ist.

Albrecht: Was sagen Sie zur ersten Frage hinsichtlich der Übertragbarkeit der Werte der Chase-Manhattan-Bank?

Bischoff: Das hängt natürlich sehr stark von der Preisentwicklung ab. Ich nehme an „ja“, daß also die amerikanische Entwicklung auch zu uns kommt.

Lauppe: Ich würde diese Frage ebenfalls bejahen. Leider aber sind die statistischen Unterlagen in ganz Westeuropa für diesen Sektor — entschuldigen Sie das Wort jetzt — katastrophal. Demzufolge ist es wirklich richtig, sich an amerikanischen Verhältnissen zu orientieren, weil dort die Statistik seit langen Jahren verlässlich betrieben wird. Aber als Anhaltspunkte, als mehr kann man sie nicht bezeichnen, für Westeuropa gilt das auch.

Rüf: Hat die unterschiedliche Festigkeit von Viskosefasern einen Einfluß auf die Festigkeit der daraus hergestellten Vliese nach dem Naßvliesverfahren? Ich denke hierbei insbesondere an die Weiterreißfestigkeit.

Lauppe: Ja, hochnaßfeste Fasern geben festere Vliese mit höheren Reißfestigkeiten als Normalzellwollen bei gleicher Bindung, bei sonst gleichen Verhältnissen. Das ist ja immer die Schwierigkeit.

Albrecht: Sie haben im Verlauf des Vortrags gesagt, daß sich zum Beispiel High-wet-modulus-Typen und Polynosic-Typen, die sich doch beide von der Normalzellwolle durch deutlich höhere Festigkeiten — fast 70, 80% — unterscheiden, im Vlies hinsichtlich Festigkeit keinen Fortschritt liefern! Die in der Mitte liegenden hochnaßfesten Typen hingegen bieten wegen ihrer Oberflächenbeschaffenheit schon Vorteile.

Lauppe: Ja, das stimmt auch.

Albrecht: Also die Festigkeit der Faser — die ja ohnedies nur zu einem kleinen Prozentsatz ausgenützt wird — spiegelt sich nicht besonders stark in der Vliesstofffestigkeit wider, während die Oberflächenbeschaffenheit, das heißt die Möglichkeit, daß der Binder in die Faser eindringt und sich enger mit ihr verbindet, eine wesentliche Bedeutung hat. Schwammfasern würden wahrscheinlich mehr nützen als doppelt so feste Fasern, die heute angeboten werden.

Rüf: Gibt es da keinen Unterschied zwischen der Einreiß- und der Weiterreißfestigkeit bei der Verwendung von Hochmodul- oder von Normalfasern?

Lauppe: Die Weiterreißfestigkeit wird zum Beispiel auch von der Porosität beeinflusst. Wenn Sie einen relativ

widerstandsfähigen Vliesstoff durch den Kalandrieren und dann weiterreißen, dann verhält er sich wie Papier. Warum hat Papier eine derart niedrige Weiterreißfestigkeit? — Weil eben die Fasern im Papier fast unbeweglich sind, und weil sich beim Weiterreißen die ganze Kraft auf einen ganz bestimmten Punkt konzentriert. Sind jedoch die Fasern beweglich, wie im Gewebe die Fäden usw., dann können sie sich ein bißchen verschieben, die Kräfteinwirkung verteilt sich, und die Weiterreißfestigkeit steigt sofort enorm an. Von solchen Imponderabilien hängt oft mehr ab als von der Faser selbst.

Albrecht: Vielleicht noch eine Ergänzung dazu: Gerade in französischen Patentschriften wird häufig von Polynosicfasern gesprochen, die aber fibrilliert werden können. Auf Grund der Möglichkeit, die Fasern zu fibrillieren — wodurch nachher im Vliesstoff ein Verhaken herbeigeführt wird —, ist die Weiterreißfestigkeit, das heißt die Naßreißfestigkeit, besonders attraktiv. Dabei wirkt aber nicht die Faserfestigkeit, sondern die Fibrillenbildung! Dieser „Christbaum“, der da entsteht, führt dann gerade im Naßvliesstoffsektor zu einem wirklich weiterreißfesten und auch naßfesten Vliesstoff.

Ganz gehässig sagt man ja, es würden überhaupt nur 5% der Faserfestigkeit ausgenützt werden. Aber — selbst wenn Sie das Doppelte annähmen — dann hätten Sie auch nicht viel mehr Festigkeit im Vliesstoff ausgenützt.

Zschunke: Was meinen Sie, wie sich diese Binde- und Superfeinfasern auf die Eigenschaften — Syntheseleder ausgenommen — anderer Vliesstoffe bzw. auf die Expansion der Vliesstofftechnik und die Produktion von Vliesstoffen, die vielleicht mit diesen Faserstoffen in Verbindung stehen, auswirken werden? Könnte man diese vielleicht für Wäsche bzw. für Bekleidung auf Grund der Drapierfähigkeit, verbunden mit den guten mechanischen Eigenschaften, wie Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizität und alles, was man dazu braucht, einsetzen?

Die zweite Frage betrifft die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes derartiger Fasern — auch wieder abgesehen von den Syntheseledern. Immerhin haben wir ja, Sie sagten es, etwa 60% Matrix, die wir dann herauslösen müssen. Man muß dieses Material ja immer wieder weiterverwenden bzw. aufbereiten.

Lauppe: In Westeuropa ist gerade eine große Firma dabei, die Bindefasern, das heißt die Bikomponentenbindefasern, zu prüfen und zu untersuchen, wie weit diese im Bereich der Möbelbezugsstoffe und der Mantelstoffe eingesetzt werden können. Man muß abwarten, wie das mit diesem sogenannten Großversuch weitergeht. Es handelt sich dabei um ein reines, ein 100%iges Textilmaterial ohne die Schwierigkeiten, die ein amorphes Bindemittel mitbringen kann. Insofern ist der Versuch dieser großen Firma sehr interessant. Vielleicht wissen Sie, wovon ich spreche.

Die zweite Frage betraf die Wirtschaftlichkeit...

Zschunke:... von ultrafeinen Fasern — mit Ausnahme deren Verwendung in Syntheseleder!

Lauppe: Ja, sicher hängt das — wie bei allen vollsynthetischen Fasern — von der Grundlast einer Fabrik ab, denn man muß ja die Rückgewinnung miteinbeziehen usw. Allerdings habe ich mich damit nicht quantitativ beschäftigt, ich kann nur so meine Gedanken dazu äußern: Billig ist eine solche Investition bestimmt nicht, denn man darf ja mit der Matrixkomponente keinerlei Verschwendung treiben, diese muß immer wieder retourniert und revolviert werden.

Strecken ohne Nadelstäbe in der Langfaser-spinnerei

Ing. Bernd Lagemann
Schubert & Salzer, Ingolstadt

In Krempelei und Feinspinnerei sind in jüngster Vergangenheit erhebliche Leistungssteigerungen der Maschinen erzielt worden. Die Entwicklung der Krempel geht unvermindert weiter. Das Ringspinnen wird in großem Umfang durch neue Technologien (z. B. Repco- und Rotor-Spinnen) substituiert.

Die Einführung der Strecken-Kurzsortimente in der Langstapelspinnerei hat zu bedeutenden Produktivitätsfortschritten geführt. Eine weitere größere Steigerung der Leistung von Nadelstabstrecken erscheint nicht möglich.

Es wird aufgezeigt, welche neuen technologischen und technischen Wege beschritten worden sind, um diesen Engpaß zu überwinden. Der Stand der Technik, die Möglichkeiten und Ziele werden besprochen.

Considerable increases in machine output have recently been achieved in the carding and spinning. The development of the cards continues. Ring-spinning is largely replaced by new technologies (such as Repco- and Rotor-spinning).

The introduction of draw frame-short sortiments has led to important progress in productivity. A further major increase in the productivity of faller draw frames does not seem possible.

The new technological and technical approaches taken to overcome this bottleneck are pointed out, and the standard of technology, the possibilities and goals are discussed.

I. Einleitung

Strecken ohne Nadelstäbe? Ein Thema, das den Kurzstapelspinner verwundern wird.

Auf den Strecken der Kurzstapelspinnerei werden mit nadellosen Streckwerken ausgezeichnete Arbeitsergebnisse erzielt. Mit den bekannten Klemmpunktstreckwerken (Walzenstreckwerken) dieser Strecken wird heute bei Liefergeschwindigkeiten bis 500 m/min eine sehr gute Faserparallelität und Bandgleichmäßigkeit erreicht.

Schon zu Beginn der Entwicklung der maschinellen Verarbeitung von Naturfasern wurde jedoch erkannt, daß diese Streckwerke für die Vorbereitung von langen Fasern mit stark gegliederter Faserlängenverteilung und relativ rauher Oberflächenstruktur (z. B. Flachs oder Wolle) nicht geeignet sind. Man benötigt hierfür im Streckfeld zwischen den Walzenpaaren zusätzliche Verzugsorgane, die Faserführung- und -transport vornehmen und durch Parallelisierung der Fasern zu einer guten Bandgleichmäßigkeit führen.

Es lag nahe, sich an dem bis dahin durchgeführten Handkämmen der Faserbänder zu orientieren, und es wurden Streckwerke entwickelt, bei denen die erforderliche Verzugskontrolle durch Nadeln bewirkt wird.

II. Entwicklung der Langfaserstreckwerke

1. Doppelnadelstabstreckwerke

Im Streckfeld zwischen Einzugs- und Abzugswalzenpaar wurde ein einfaches unteres Nadelstabfeld ange-

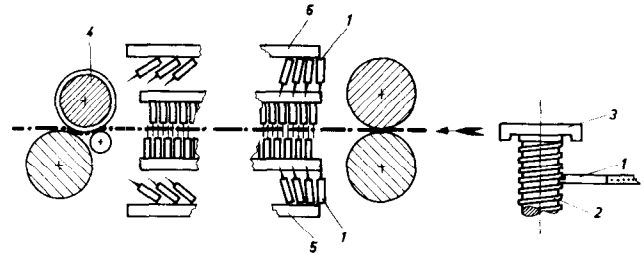


Abb. 1: Schema eines Doppelnadelabstreckwerkes

ordnet, dem im Jahre 1851 von Greenwood und Warburton ein zweites oberes Feld beigegeben wurde (Abb. 1).

Die Arbeitsweise beider Felder ist gleich, das heißt, die Nadelstäbe (1) werden in den Spindelschrauben (2) zwangsläufig und kontinuierlich in Materialflußrichtung bewegt. Durch einen Hammer (3) werden sie dicht vor dem Ausgangswalzenpaar (4) nach unten bzw. nach oben aus dem Faserband herausgeschlagen und auf den Führungsbahnen (5, 6) zurückgeführt.

Durch die einwirkende doppelte Nadelzahl ergibt das Doppelnadelstabstreckwerk eine bessere Faserführung und Verzugskontrolle als das einfache Nadelstabfeld. Es können keine Fasern mehr unkontrolliert über die Nadelspitzen hinweggleiten, und die größere ver-streckbare Fasermasse kann so mit höheren Verzügen verarbeitet werden (Abb. 2).

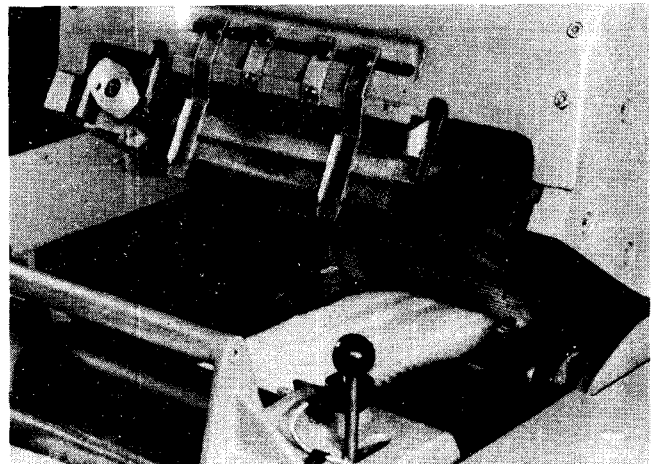


Abb. 2: Geöffnetes Streckwerk der Doppelnadelstabstrecke DNS 41 (Fa. Schubert & Salzer AG, Ingolstadt)

Bis heute ist der Mechanismus des rechteckigen Bewegungsablaufes gleichgeblieben. Die maximale Schlagzahl, die zur Zeit für verschiedene Fabrikate angegeben wird, beträgt 1800 bis 2000 Schläge/min, was einer Nadelstabgeschwindigkeit von 12 bis 17 m/min entspricht.

Als Produkt aus dem Verzug mal der Nadelstabgeschwindigkeit ergibt sich die Liefergeschwindigkeit, aus der durch Multiplikation mit dem Ausgabebandgewicht die tatsächliche Produktion resultiert. Praktisch wird eine Stundenleistung von 200 kg nicht überschritten, legt man 120 bis 130 m/min Liefergeschwindigkeit, ein Ausgabebandgewicht von 30 bis 35 g/m und einen Wirkungsgrad von 75 % zugrunde.

Der geschilderte Bewegungsablauf bringt einen hohen Verschleiß der Arbeitsorgane mit sich und macht die

Doppelnadelstabstrecke mit einem Lärmpegel von 95 bis 100 dB (A) zu einer der lärmintensivsten Textilmaschinen.

Den guten technologischen Verarbeitungsergebnissen, die mit Doppelnadelstabstreckwerken erzielt werden, und ihrer universellen Einsetzbarkeit steht neben der genannten Leistungsgrenze die sehr aufwendige Konstruktion nachteilig gegenüber. Kinematische und materialbedingte Voraussetzungen lassen eine weitere Leistungssteigerung praktisch nicht zu.

2. Vorschläge zur Leistungssteigerung

Es wurde eine Reihe von Vorschlägen gemacht, um die Leistungsgrenzen durch den Einsatz anderer Bewegungsmechanismen der Nadelstäbe zu überschreiten.

a) Durch einen Exzentertrieb werden die Nadelstabfelder (1) und (2) gegenläufig und gleichförmig vorwärts bzw. rückwärts bewegt (Abb. 3). Die Nadeln eines jeden Feldes stechen bei Vorwärtsbewegung gleichzeitig in das Faserband ein. Bei Rückwärtsbewegung sind sie außer Eingriff.

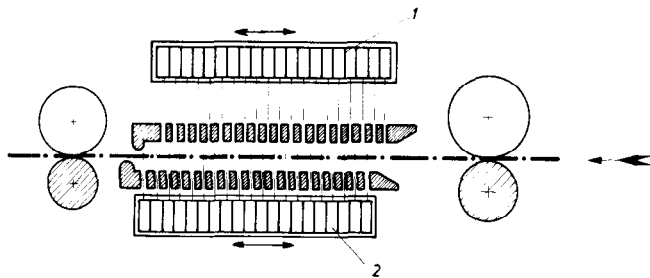


Abb. 3: Exzentertriebene Nadelstabfelder

b) Ein anderer Vorschlag geht davon aus, die Nadelstäbe nicht in Bandlaufrichtung zu bewegen, sondern die Stäbe des Ober- und Unterfeldes auf zwei Nockenwellen (NW₁, NW₂) so anzuordnen, daß die einander gegenüberstehenden Nadelspitzen eine gegenläufige wellenförmige Bewegung ausführen (Abb. 4).

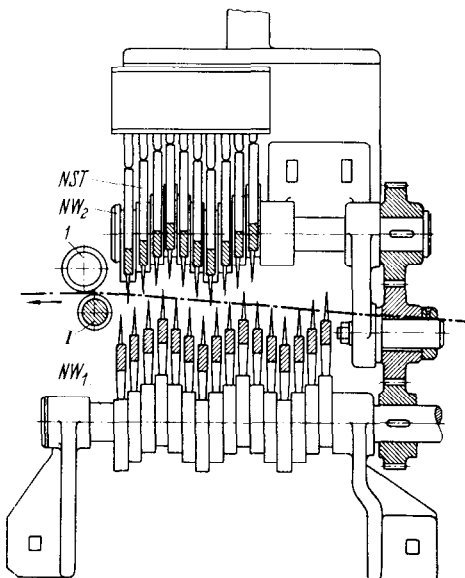


Abb. 4: Nockengesteuerte Nadelstabfelder

c) in Abbildung 5 wird eine Konstruktion gezeigt, bei der das wellenförmige Ein- und Ausstechen der Nadelstäbe durch Steuerschlösser (S₁, S₂) bewirkt wird — eine aus dem Strickereimaschinenbau bekannte Vorrichtung zur Bewegungssteuerung.

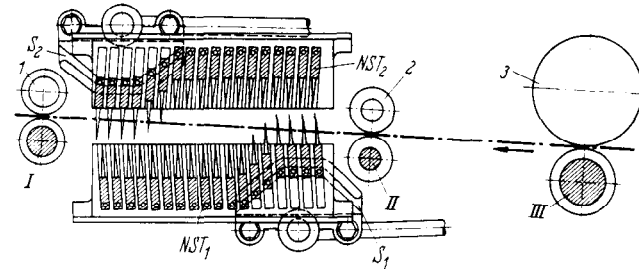


Abb. 5: Steuerung der Nadelstabfelder durch Steuerschlösser

d) Die oszillierende Bewegung durch eine rotierende zu ersetzen, wurde von der Firma Whiting Machine Works versucht (Abb. 6).

In dem relativ kurzen Streckfeld des "Roto-Drafters" arbeitet eine Nadelwalze (NSW), in deren Nadelstabführung (NF) die Nadelstäbe (NST) gleiten.

In letzter Zeit ist dieser Vorschlag wieder aufgegriffen und erweitert worden. Eine Nadelstabwalze arbeitet mit einem einfachen unteren Nadelstabfeld zusammen, bei dem die Nadelstäbe in Ketten geführt werden. Es ist aber nicht zu erwarten, daß diese Konstruktion bedeutende Vorteile gegenüber den bekannten Doppelnadelstabstrecken aufweisen wird.

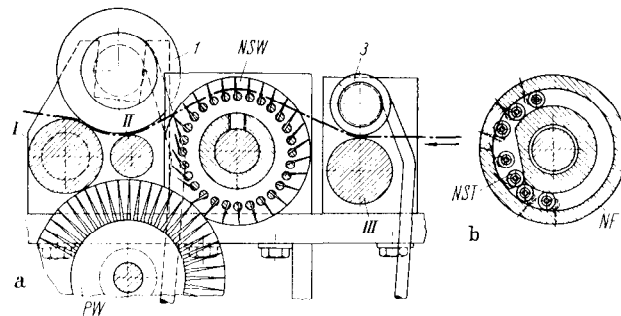


Abb. 6: Roto-Drafter

e) Die Firma Hanseatische Motorengesellschaft m. b. H. stellte eine Streckwerkskonstruktion vor, bei der die Nadelstäbe (1) durch zahnradgetriebene Lamellenketten (2) bewegt werden (Abb. 7).

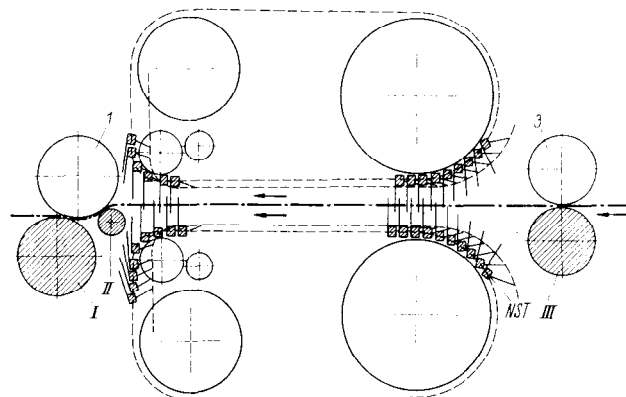


Abb. 7: HMG-Kettenstrecke

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Konstruktionsvorschlägen, die keine praktische Verwertung gefunden haben, wird diese „Kettenstrecke“ vorwiegend in der Teppichgarnspinnerei eingesetzt. Sie erreicht heute Liefergeschwindigkeiten von 220 bis 250 m/min. Bei einem Bandgewicht am Auslauf von 35 g/m und einem Wirkungsgrad von 80 % beträgt die Stundenleistung ca. 390 kg. Allerdings können auch durch dieses Prinzip die durch das Ein- und Ausstechen der Nadelstabreihen in das Faserband auftretenden kurzwelligen Perioden nicht ausgeschlossen werden.

III. Parallelentwicklungen zur Doppelnadelstabstrecke

1. Nadelwalzenstreckwerke

Als Alternative zu Nadelstabstreckwerken wurden Entwicklungen durchgeführt, bei denen die Aufgaben der Nadelstäbe von rotierenden Nadelwalzen übernommen werden. Bereits um das Jahr 1820 waren die ersten Nadelwalzenstreckwerke konstruiert worden. Trotz ihres einfachen Aufbaues und der relativ geringen Lärmentwicklung war ihnen kein dauernder Erfolg beschieden. Die Begründung dafür liegt in ihrer großen Neigung zum Wickeln, ihrer schnellen Verschmutzung, der Möglichkeit einer leichten Beschädigung der Nadeln und den nicht besonders guten technologischen Arbeitsergebnissen.

Diese Nachteile, die auch die Kombinationen von Nadelwalzen mit anderen Verzugskontrollorganen (Doppelriemen, Ballonwalzen) aufweisen, geben den Nadelwalzenstreckwerken als Entwicklungsrichtung geringe Chancen für die Zukunft.

2. Nadellose Streckwerke

Um technologische Vorteile gegenüber Nadelstab- und Nadelwalzenstreckwerken zu erzielen und gleichzeitig die Produktivität zu erhöhen, wurden Streckwerke entwickelt, bei denen man die Nadeln durch andere Verzugskontrollorgane ersetzte.

a) Die Firma TMM (Research) Ltd. erhielt 1959 das in Abbildung 8 dargestellte nadelstabile Streckwerk patentiert. Die pendelnd gelagerten Gleitplatten (1, 2, 3) führen das Faserband, das zwischen Einzugs- und

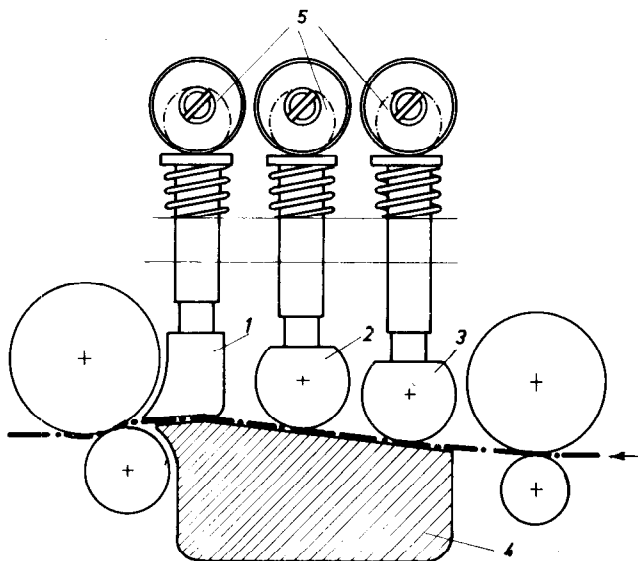


Abb. 8: Streckwerk mit Gleitplatten

Abzugswalzenpaaren über einen in Bandlaufrichtung leicht ansteigenden Tisch (4) gezogen wird. Der Belastungsdruck der Gleitplatten wird durch Federn erzeugt und kann über Exzentrerschrauben (5) verstellt werden.

b) Abbildung 9 zeigt den Faserbandverdichter nach Raper. Das Faserband wird in dem durch Führungsflächen (1) und (2) gebildeten Kanal zusammengepreßt. Der Preßdruck kann durch Veränderung der Flächenneigung zueinander variiert werden.

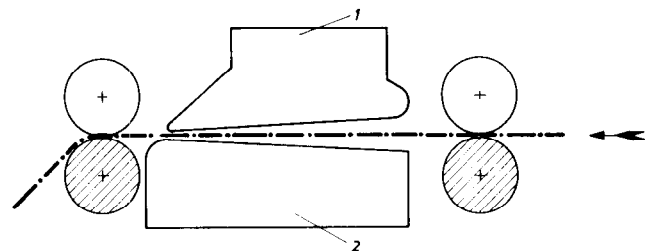


Abb. 9: Faserbandverdichter nach Raper

c) Das Streckwerk der KBD-4-Strecke der Firma Prince-Smith & Stells gibt Abbildung 10 wieder. Im Streckfeld zwischen dem Eingangswalzenpaar (V/5) und dem Ausgangswalzenpaar (I/1) sind ein Durchzugswalzenpaar (IV/4) und die Verzugswalzenpaare (II/2) und (III/3) angeordnet, die über die Schraubenspindel SR parallel zur Bandlaufrichtung verstellt werden können.

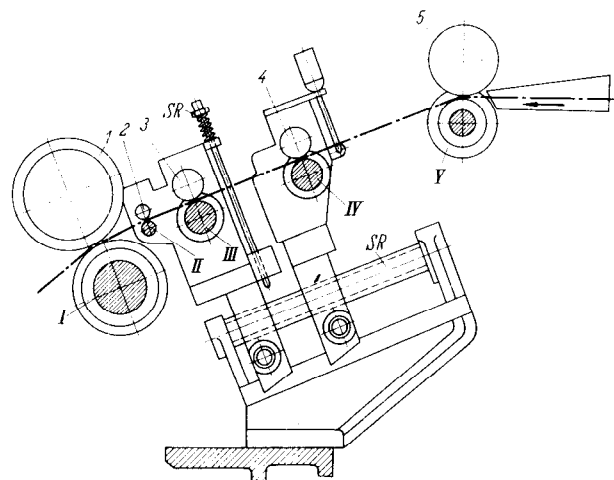


Abb. 10: KBD-4-Strecke

d) Ein weiterer Vorschlag wird in Abbildung 11 gezeigt. Die Kontrolle und der Transport des Faserbandes wird durch die im Streckfeld angeordneten umlaufenden Scheibenwalzen (6, 7, 8) vorgenommen. Die Scheiben greifen ineinander und haben zueinander einen geringen Abstand. Diese Streckwerkaustrführung war hauptsächlich als Verbesserung der Na-

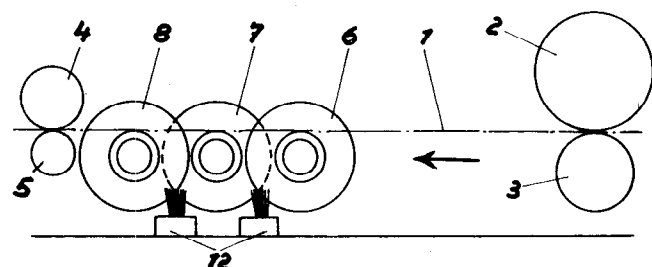


Abb. 11: Scheibenwalzenstreckwerk

delwalzenstreckwerke gedacht, die als Alternative zu einfachen Nadelstabstreckwerken entwickelt worden waren.

Die angeführten Beispiele nadelloser Strecken haben keine Marktbedeutung erlangt, lassen aber die Überlegungen, die zur Entwicklung der heute auf dem Markt angebotenen Strecken geführt haben, besser verstehen.

IV. Nadellose Streckwerke in der Praxis

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über einige technische Daten der in der Praxis am häufigsten eingesetzten Langfaserstrecken mit nadellosen Streckwerken, einschließlich der nach der Reißmaschine eingesetzten Nachbrechstrecken, während Reißmaschinen und Konverter nicht behandelt werden.

Tabelle 1 Kenndaten der wesentlichsten nadellosen Langfaserstrecken

HERSTELLER	Modell	Vorlage max. (g/m)	Ausgabe max. (g/m)	Lieferung max. (m/min)	Verzugsbereich	Regulierung	Ausgabe-Kannwechsellautomat
A) DURANITRE S.A. Herstal, Belgien	R3/4	120	18	200	3 - 6	-	+
B) OM LTD. Osaka, Japan	Top Drafter	200	20	300	6 - 10	-	+
" "	Cubic Drafter	100	10	450	6 - 10	- +	+
C) GASTONIA ROLLER, FLYER + SPINDLE CO., U.S.A.	Apron Drafter	175	25	325	6 - 20	-	+
D) CASTELLA Y CIA., Sabadell, Spanien	RM 2	200	15	250	5 - 14	-	-
E) KRUPP SPINNBAU Bremen, BRD	Perform 300	-	-	500	-	-	+
F) WARNER & SWASEY Cleveland, U.S.A.	Drum Drafter	64	20	200	3 - 7,5	-	-
G) N. SCHLUMBERGER & CIE., Guebwiller, Frankreich	ET 11	200	15	250	5 - 15	-	- +
H) SCHUBERT & SALZER AG, Ingolstadt/BRD	E S D	200	16	340	6 - 20	-	- +
I) SANT ANDREA Novara, Italien	SB	200	15	300	7 - 15	-	+
J) OKUMA Nagoya, Japan	PD 4-R	150	14	300	7 - 15	-	-
K) OKK, Osaka, Japan	HD	200	12	350	5 - 20	-	+
V. SCHUBERT & SALZER AG, Ingolstadt/BRD	ZS / ZSR 7119/7120	300	40	350	6 - 12	- +	+

A. Das Prinzip eines Nachbrechstreckwerkes der Firma Duranitre ist in Abbildung 12 dargestellt. Zone 1 ist ein Spannfeld, Zone 2 das Vorverzugsfeld und Zone 3 das Reißfeld. Die Rollersätze werden einstellbar hydraulisch belastet. Jeder Satz besteht aus einer gummibezogenen Oberwalze großen Durchmessers und aus zwei unteren Stahlzylinderwalzen kleineren Durchmessers.

Die Maschine soll folgende Aufgaben erfüllen:

1. Kürzen der restlichen, von der Reißmaschine nicht auf die gewünschte Länge gerissenen Fasern.
2. Erzeugung des gewünschten Endstapels, wenn vorher auf der Reißmaschine nicht auf bestimmte Länge gerissen wurde.
3. Ausrichten der durch das Reißen gekrauselten Faserenden, um einer Noppenbildung entgegenzuwirken.
4. Mischen der Bänder aus fixierten und unfixierten Fasern zur Herstellung von Hochbauschgarnen.
5. Vergleichmäßigen der vorgelegten Bänder bei Duplicierungen von 12- bis 18fach.

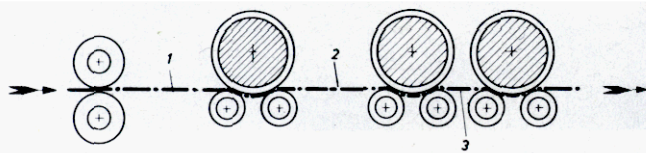


Abb. 12: Nachbrechstreckwerk (Fa. Duranitre)

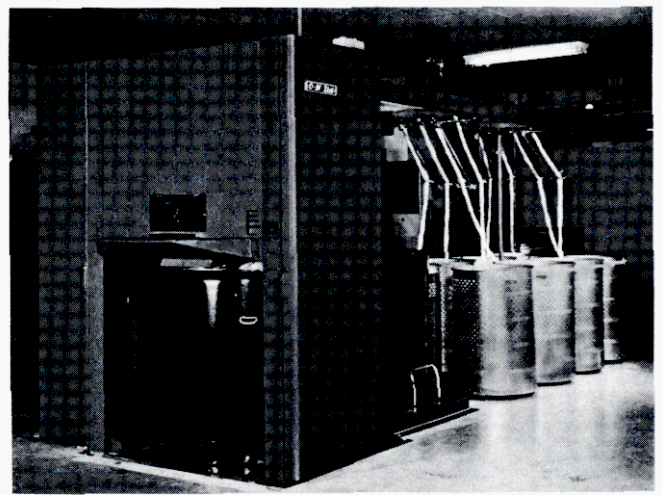


Abb. 13: Top Drafter (Fa. OM)

B. Die japanische Firma OM hat für den Einsatz als erste Passage nach der Reißmaschine den "Top Drafter" entwickelt (Abb. 13).

In Abbildung 14 ist das Prinzip des vertikalen Streckwerkes dargestellt. Im Verzugsfeld sind vier Walzenpaare angeordnet. Das dritte und das vierte Walzenpaar in Bandlaufrichtung ist zusätzlich mit Doppelriemchen versehen.

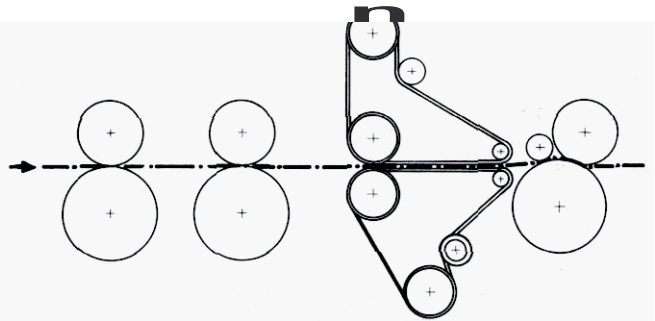


Abb. 14: Schema des Top-Drafter-Streckwerkes

Ebenfalls von OM wird der "Cubic Drafter" (Abb. 16) hergestellt, der in der "Tow-to-Yarn"-Produktlinie als zweite Passage nach der Reißmaschine eingesetzt wird.

Wie aus Abbildung 16a ersichtlich ist, dienen 3 Walzenpaare im Streckfeld als Verzugskontrollorgane. Die Walzen 1 und 2 sind als Nutwalzenpaar ausgebildet, wodurch sich eine in Abbildung 16b skizzierte Faserklemmung und -führung ergibt.



Abb. 15: Cubic Drafter (Fa. OM)

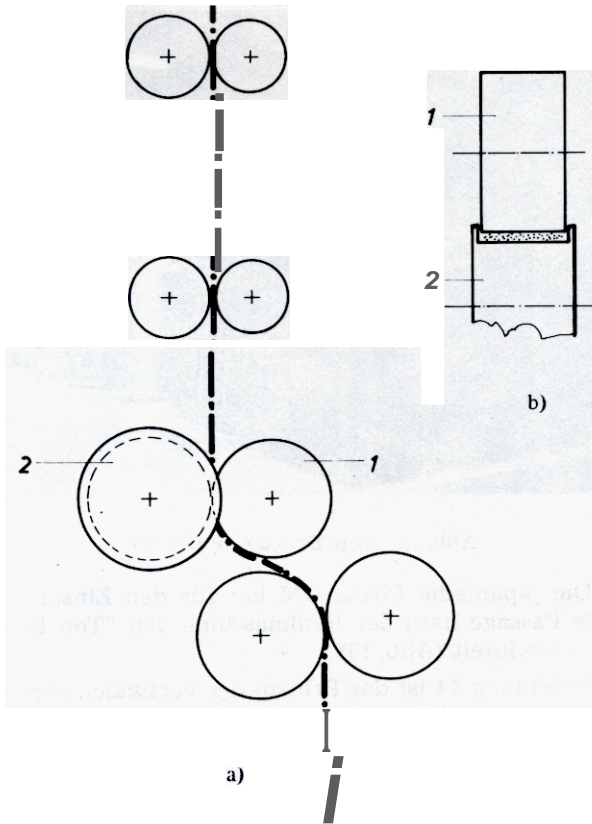


Abb. 16: Schema des Cubic-Drafter-Streckwerkes

Beide Maschinen — Top Drafter und Cubic Drafter — sollen nach einer Änderung der Coilerkonstruktion zukünftig generell in der Vorbereitung der Halb- und Kammgarnspinnerei auch für die Verarbeitung von Wolle und deren Mischungen mit Chemiefasern einsetzbar sein.

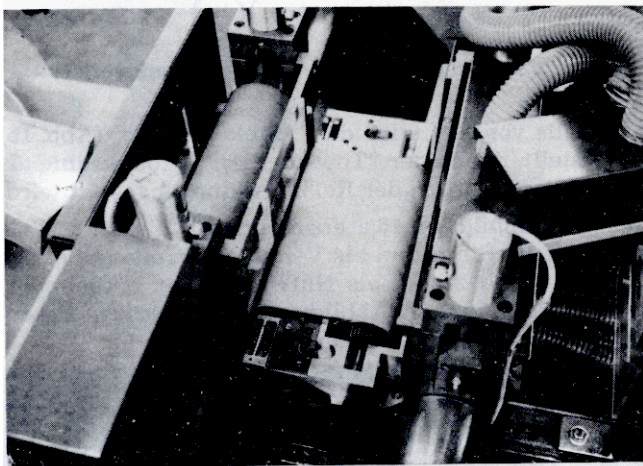


Abb. 17: Streckwerk des Apron Drafters, geöffnet (Fa. Gastonia Roller, Flyer + Spindle Co.)

C. Ein Doppelriemenchen (Abb. 17) wird für die Verzugskontrolle bei der Strecke der Firma Gastonia Roller, Flyer + Spindle Co. eingesetzt.

D. Von der Firma Castella y Cia wird die gezeigte nadelstabile Strecke, Modell RM-2, angeboten. Es durchlaufen zwei Bänder nebeneinander das Vor- und Hauptverzugsfeld, wie aus der Abbildung des geöffneten Streckwerks ersichtlich ist (Abb. 18).

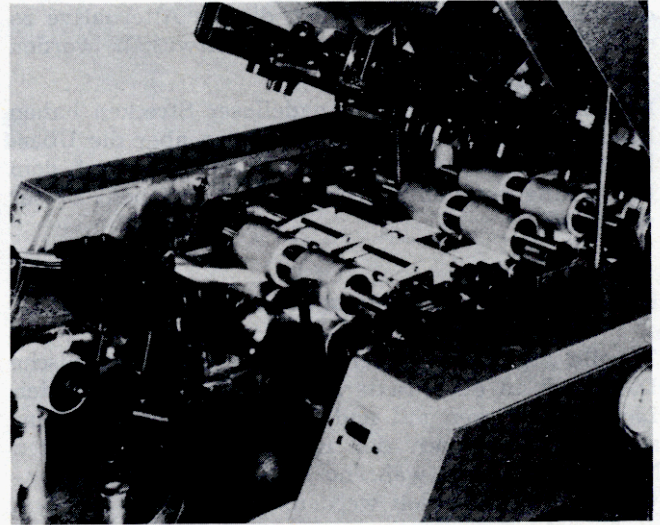


Abb. 18: Geöffnetes Streckwerk der RM-2-Strecke (Fa. Castella y Cia)

E. Die Firma Krupp-Spinnbau hat eine neue Walzenstrecke, Typ Perform 500, herausgebracht (Abb. 19).

Die Bauart ist einköpfig. Die Bänder werden über den Kopf der Bedienung hinweg in das vertikal angeordnete Streckwerk geführt (Abb. 20). Es wird eine Liefergeschwindigkeit von 500 m/min für die Verarbeitung von Chemiefasern und deren Mischungen mit Wolle angegeben.

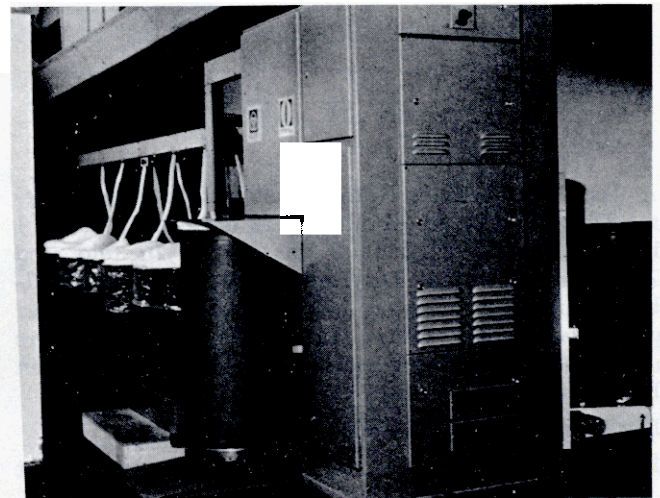


Abb. 19: Walzenstrecke Perform 500 (Fa. Krupp-Spinnbau)



Abb. 20: Walzenstrecke Perform 500; Seitenansicht (Fa. Krupp-Spinnbau)

F. Für die letzte Streckenpassage der Teppichgarnspinnerei wird von Warner & Swasey der "Drum-Drafter" M-4760 angeboten (Abb. 21). Die Faserkontrolle und -führung wird von drei Trommelwalzen übernommen, die mit einer Sagezahnarnitur belegt sind.

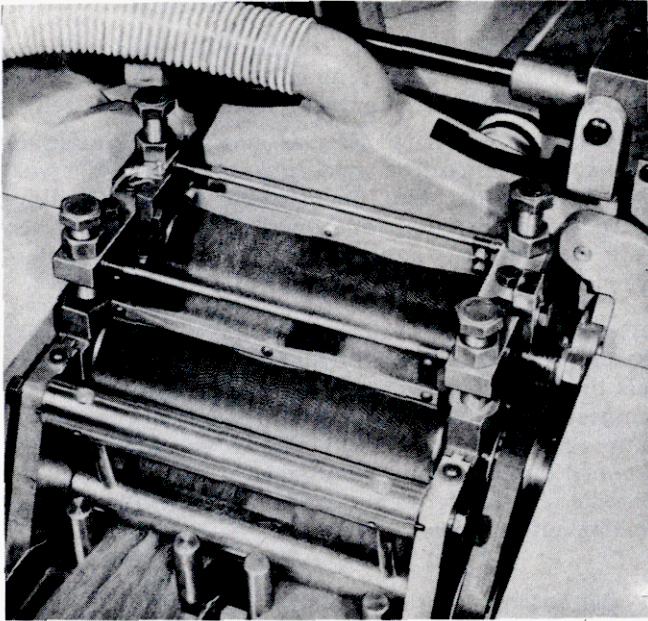


Abb. 21: Drum Drafter (Fa. Warner & Swasey)

Zur Anpassung an die jeweils gegebenen Anforderungen ist der Einsatz verschiedener Garnituren möglich. G. Von der Firma Schlumberger wird die nadelstabile Strecke ET 11 vertrieben. Abbildung 22 zeigt das geöffnete Streckwerk. Die Strecke ist als letzte Streckpassage der Vorbereitung in Halbkammgarn- und Kammgarnspinnerei vorgesehen.

Der Klemmpunkt-Abstand zwischen Speise- und Verzugszylinder (1, 2) beträgt 380 mm (Abb. 23). Zwischen beiden liegt ein Tisch (3), über den das angetriebene Unterriemchen (4) läuft. Darüber ist das Faserkontrollorgan angeordnet, das aus 60 in Ketten geführten Gliedern (5) besteht, an denen elastische Lippen (6) befestigt sind.

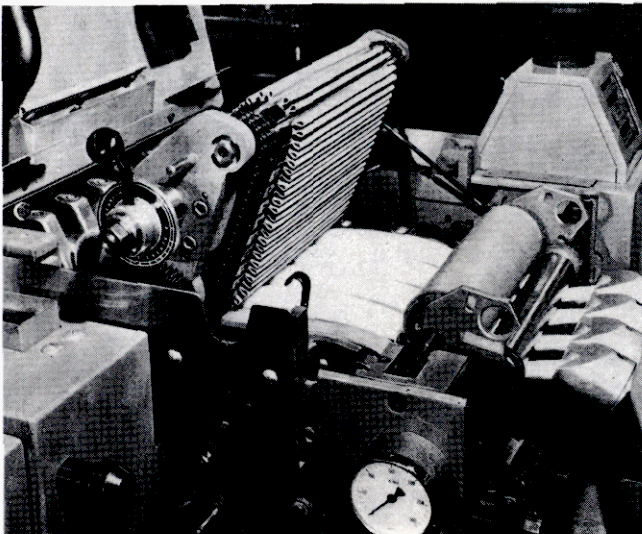


Abb. 22: Geöffnetes Streckwerk der ET 11-Strecke (Fa. N. Schlumberger & Cie.)

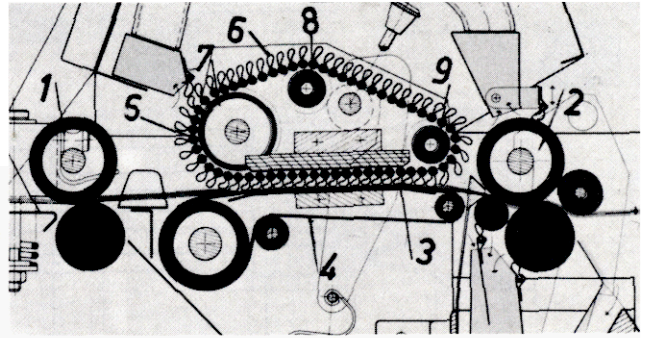


Abb. 23: Schema des ET 11-Streckwerkes

Die durch die Zahnräder (7, 8, 9) kraftschlüssig geführten umlaufenden belasteten Lippen drücken auf das über den Tisch laufende Faserband. Die Feldlänge, die durch die in verschiedene Höhen verstellbaren Lippen kontrolliert wird, kann von 70 bis 190 mm variiert werden. Dadurch, daß der Klemmpunkt-Abstand mit einem Minimum von 380 mm relativ groß ist, kann keine Anpassung an den Maximalstapel des jeweils zu verarbeitenden Materials erfolgen.

Zur Verarbeitung grobtittriger Teppichfasern mit entsprechend hohen Bandgewichten ist dieses Streckwerk nicht gut geeignet.

H. Den geöffneten Streckkopf der Einzelbandstrecke ESD Typ 7111 der Schubert & Salzer AG zeigt Abbildung 24.

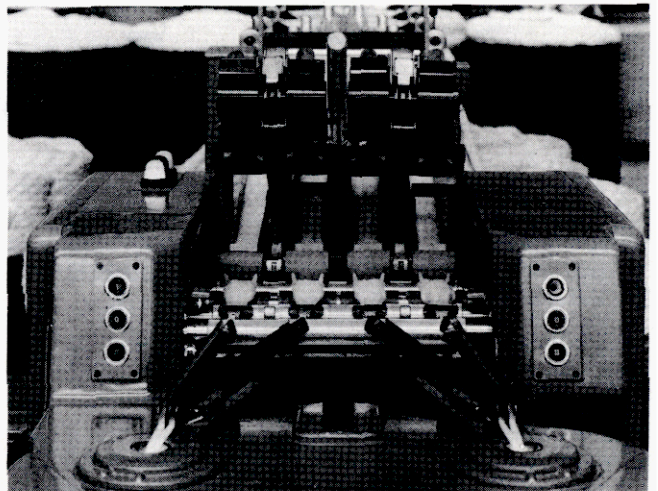


Abb. 24: Geöffnetes Streckwerk der Einzelbandstrecke ESD 7111 (Fa. Schubert & Salzer AG)

Es werden vier Einzelbänder zugeführt, die nach Durchlaufen des Verzugfeldes (bestehend aus einem Vierzylinder-Durchzugsstreckwerk mit einem nachgeordneten Preßwalzenpaar) zu einem oder zu zwei Bändern zusammengefaßt und abgelegt werden (Abb. 25 a).

Jedes zugeführte Band wird für sich verzogen, wobei Verzugkontrolle und Faserführung durch zwei hintereinander angeordnete Sampre-Ballonwalzen (42) vorgenommen werden (Abb. 25 b). Die Ballonwalzen werden durch Federkraft auf die Mittelzylinder gedrückt, um die ein langes Unterriemchen (41) läuft. Der Belastungsdruck bei geschlossenem Streckkopf bewirkt eine sichere Mitnahme der Ballonwalzen und

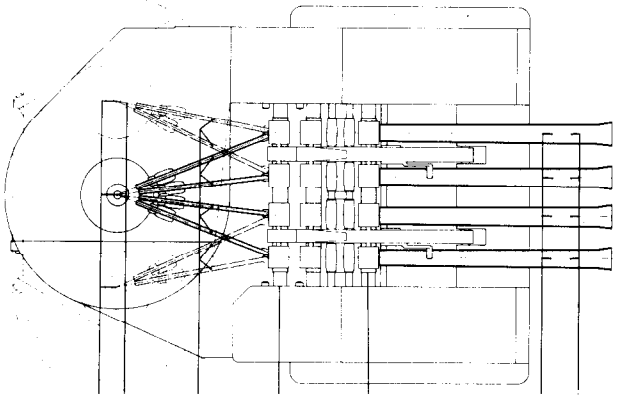


Abb. 25 a: Schema des ESD-Streckwerkes (von oben gesehen)

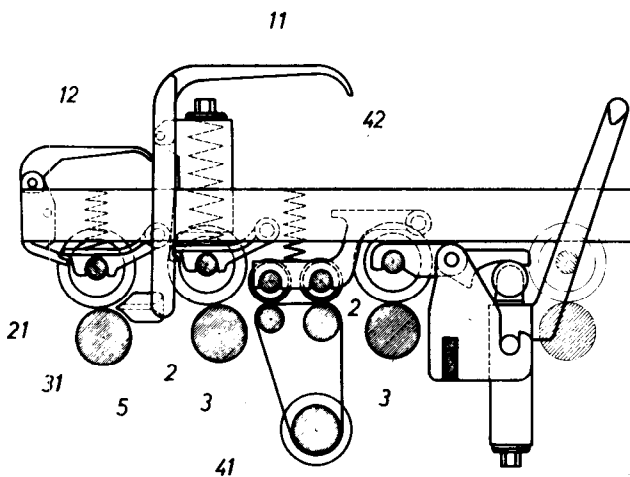


Abb. 25 b: Schema des ESD-Streckwerkes (Seitenansicht)

des Unterriemchens. Die Kunststoffhülse der Ballonwalzen gibt in der Mitte — im faserführenden Teil — elastisch nach (Abb. 26), umschließt das Faserband und bewirkt damit eine ausgezeichnete Verzugskontrolle der Fasermasse, einschließlich der Randfasern.

Dieses Streckwerk, das vom Nitschelfinisseur und dem Kammgarnflyer her bereits bekannt war, hat sich auch bei der Einzelbandstrecke bewährt.

Je nach dem zu verarbeitenden Material und geforderten Ausgabebandgewicht stehen Sampre-Walzen mit unterschiedlicher Elastizität der Ballonmanschetten zur Verfügung. Die Streckfeldweite kann von 140 bis 250 mm variiert werden. Durch die Möglichkeit, Einzelbandgewichte bis 50 g/m sicher verstrecken zu können, wird die Maschine zusätzlich zu Halbkammgarn- und Kammgarnspinnerei auf breiter Basis als dritte Passage in der Teppichgarnspinnerei eingesetzt.

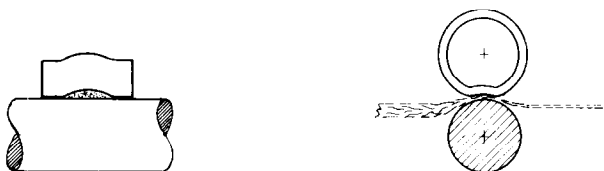


Abb. 26: Wirkungsweise der Sampre-Walzen im ESD-Streckwerk

I. Das Modell SB der Firma Sant' Andrea Novara entspricht im wesentlichen der bereits beschriebenen Einzelbandstrecke. Die vier zugeführten Bänder werden einzeln verzogen und zwischen Verzugs- und Preßzylinderpaar dubliert. Als Verzugskontrollorgane werden anstelle der balligen Sampre-Manschetten die zylindrischen Besch-Manschetten eingesetzt.

J. Der "Super Drafter", Modell PD 4-R, der Firma Okuma arbeitet gleichfalls mit einem Vierzylinder-Durchzugsstreckwerk und elastischen Ballonwalzen.

K. Das Streckenmodell HD des japanischen Unternehmens OKK entspricht wiederum weitgehend der vorher behandelten Einzelbandstrecke ESD. Allerdings wird die Verzugskontrolle durch ein Doppelriemchen mit zwangsweise angetriebenem Ober- und Unterriemchen bewirkt.

Abgesehen von den Nachbrechstrecken werden Strecken mit den angeführten nadellosen Streckwerken nur als dritte Vorbereitungspassage in größerem Umfang eingesetzt. Die Gründe hierfür liegen darin, daß damit nur relativ geringe Fasermassen verzogen werden können und daß Bänder vorgelegt werden müssen, die bereits eine gute Faserparallelität und Bandgleichmäßigkeit aufweisen.

V. Die Technologie der Zukunft

Eine Neuentwicklung, die diese Lücke bei den vorgelegerten Streckpassagen schließt, stellt das Rotationsstreckwerk mit Zahnscheibenwalzen, die im Streckfeld die Verzugskontrolle und Faserparallelisierung durchführen, dar. Dieses Zahnscheibenstreckwerk wurde ungefähr zur gleichen Zeit von Chubu Seiko, Japan, und der Schubert & Salzer AG, Ingolstadt, bekanntgemacht (Abb. 27).

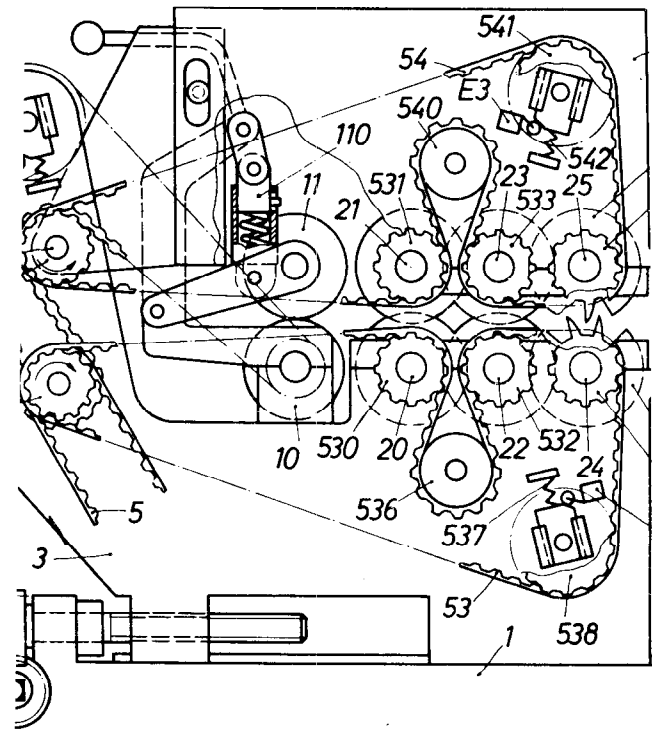


Abb. 27: Schema des Zahnscheibenwalzen-Streckwerkes

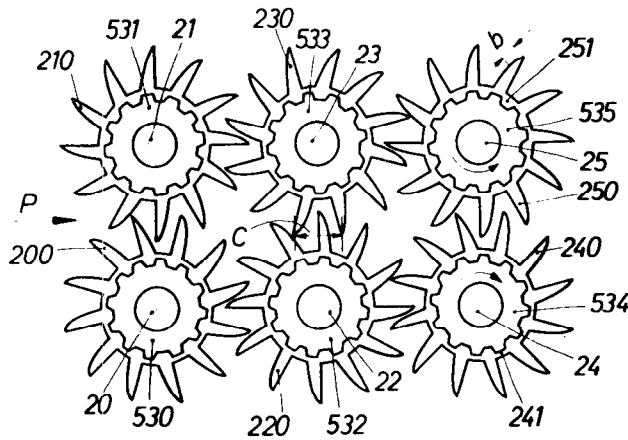


Abb. 28: Walzenanordnung des Zahnscheibenwalzen-Streckwerkes

Zwischen den Ein- und Ausgangszylinderpaaren sind je drei obere und untere Zahnscheibenwalzen angeordnet (Abb. 28), von denen das Faserband so, wie aus den Abbildungen 29 und 30 ersichtlich, geführt wird. Die Eingrifftiefe der Zahnscheiben, deren Zähne in Umfangsrichtung auf Lücke ineinandergreifen, kann dem zu verarbeitenden Material angepaßt werden. Die Distanz der in Bandlaufrichtung ineinanderkämmenden Zahnscheiben zueinander kann ebenfalls verändert werden. Die Zahnscheibenwalzenpaare werden mit gleicher und konstanter Winkelgeschwindigkeit durch praktisch spielfreie Zahnriemen angetrieben (Abb. 31).

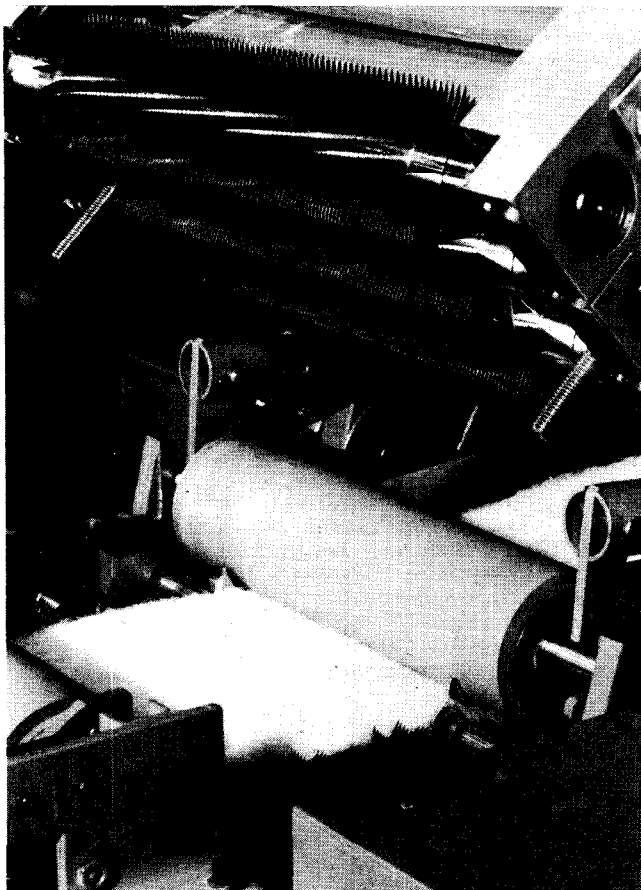


Abb. 29: Geöffneter Streckkopf der Zahnscheibenstrecke ZSR 7120 (Fa. Schubert & Salzer AG)

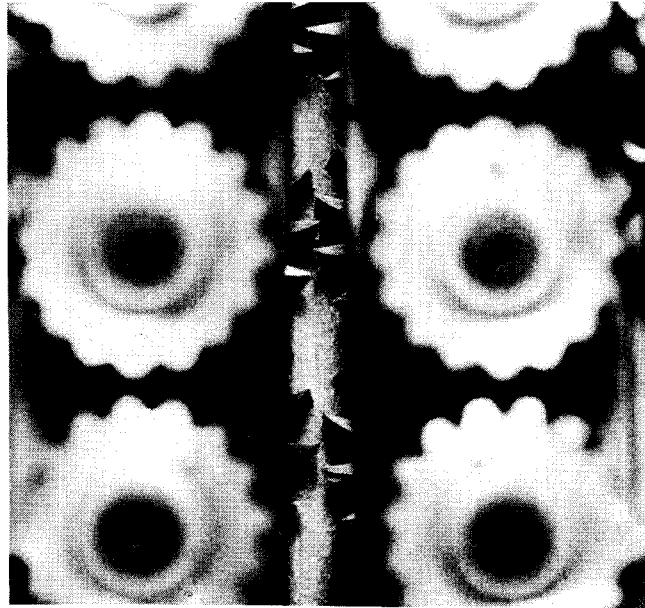


Abb. 30: Faserführung im Verzugsfeld des Zahnscheibenwalzen-Streckwerkes

Verzugsfehler beim Anlauf der Maschine werden durch diese Antriebsart ausgeschlossen, da die Zähne von Ober- und Unterwalzen immer in der festgelegten, für die Faserführung günstigsten Stellung zueinander stehen.

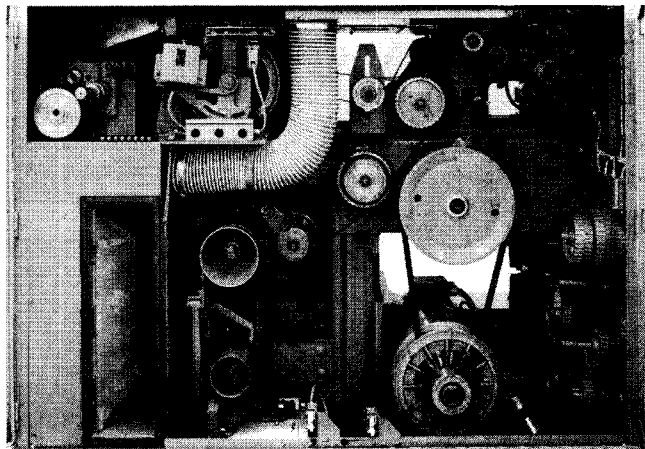


Abb. 31: Antrieb der Zahnscheibenstrecke ZSR 7120 (Fa. Schubert & Salzer AG)

Das Auftreten von kurzweiligen periodischen Ungleichmäßigkeiten wird dadurch vermieden, daß die Zahnscheiben auf den Zahnwalzen so versetzt sind, daß die Zähne um die Walzenachse schraubenlinienförmig laufende Reihen bilden.

Die Faserparallelität und die Bandgleichmäßigkeit ist, verglichen mit den bisher bei Nadelstabstrecken erreichten Werten, mindestens gleich, häufig jedoch besser.

Der ausschließliche Einsatz rotierender Arbeitsorgane, die über wartungsfreie Zahnriemen angetrieben werden, bringt geringe Stillstandszeiten für Wartung und Reparatur und ergibt einen ruhigen, gleichmäßigen Maschinenlauf.

Durch Wegfall des ständigen Wechsels zwischen positiver und negativer Beschleunigung der Nadelstäbe

zum Auf- und Abschlagen derselben, sowie das Fehlen der dazu erforderlichen Bewegungsmechanismen (Schnecken, Hämmer, Ketten) besteht praktisch keine kinematische und mechanische Begrenzung der Liefergeschwindigkeit durch das Verzugskontrollorgan mehr. Für die erste und zweite Passage der Teppichgarnvorbereitung beispielsweise ist bei einer Liefergeschwindigkeit von 325 m/min, einem Ausgabebandgewicht von 40 g/m und einem Wirkungsgrad von 90 % eine effektive Stundenleistung pro Maschine von 700 kg ein realer Wert (Abb. 32). Mit dieser Stundenproduktion ist die Leistungsgrenze dieser Technologie sicher noch nicht voll gekennzeichnet. Eine weitere Steigerung wird nicht zuletzt davon abhängen, inwieweit Fasern bzw. Faserpräparationen und Bandablagemechanismen eine Erhöhung der Liefergeschwindigkeit zulassen.

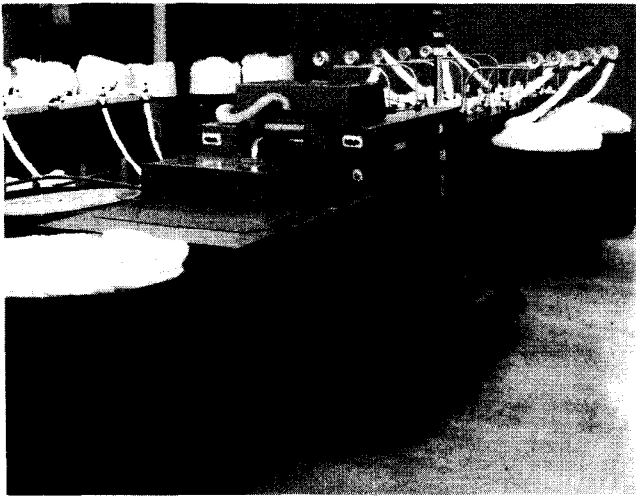


Abb. 32: Ansicht der Zahnscheibenstrecke ZSR 7120 (Fa. Schubert & Salzber AG)

VI. Zusammenfassung

Lange Zeit wurden für die letzte Vorbereitungspassage zwei Doppelnadelstabstrecken benötigt, da das Ausgabegewicht von der Vorlagemöglichkeit vor die nachfolgenden sogenannten Endstrecken bzw. vor die Feinspinnmaschinen begrenzt wird. Hier konnte mit der Entwicklung der nadelstablosen Strecken mit höherer Liefergeschwindigkeit, die für die letzte Vorbereitungspassage bereits breiten Eingang in die Praxis gefunden haben, der Forderung nach mehr Produktivität und besseren technologischen Werten entsprochen werden.

Mit der neuen Zahnscheibentechnologie ist es möglich geworden, sämtliche Streckpassagen der Langfaser-spinnerei mit nadellosen Strecken durchzuführen. Gleichzeitig ist diese Konstruktion ein Beweis dafür, daß eine konsequente Entwicklung und Anwendung neuer Technologien im Maschinenbau sehr wohl zu höherer Maschinenleistung führen kann, ohne daß gleichzeitig durch sie eine Lärmzunahme in Kauf genommen werden müßte, sondern daß man im Gegenteil dadurch sogar eine Lärminderung erreichen kann.

Literatur:

- 1) W. Wegener: „Die Streckwerke der Spinnereimaschinen“; Springer Verlag, 1965
- 2) H. Landwehrkamp: „Lärmverminderung durch veränderte Technologien“; Melliand Textilber. 8/1973
- 3) G. Frenzel, E. Schäfer, A. Schüßler; D-PS 1 048 203 vom 28. 3. 1957
- 4) N. Schlumberger & Cie.; D-PS 1 956 829 vom 7. 11. 1969
- 5) L. Schmitt, J. Kipping; D-OS 2 022 482 vom 8. 5. 1970
- 6) Chubu Seiko; D-OS 2 210 392 vom 2. 3. 1972

Diskussion

Köb: Wir haben nun einen Überblick bekommen, der technologisch äußerst interessant war. Bisher gab es keine Entscheidung darüber, was richtig ist. Alles, was man schon hatte, ist auch wieder in neueren Konstruktionen erschienen, zum Beispiel Lederbänder oben, unten Nadeln, Stäbe so und Stäbe so, und schließlich wurde noch eine vollständig neue Konstruktion vorgestellt.

Darf ich selber noch zwei Fragen stellen, die bisher offen geblieben sind? Es ist bei der Strecke der Firma Spinnbau von einem Walzenstreckwerk die Rede gewesen. Wo kann man dieses technisch einordnen?

Lagemann: Ich weiß es leider nicht genau, da es sich um eine ganz neue Konstruktion handelt. Vielleicht kann aber Herr Schlese die Frage beantworten.

Köb: Herr Schlese, es war bei Ihrer Konstruktion nur von einem Walzenstreckwerk die Rede, ohne genaue Details. Was muß man sich darunter vorstellen?

Schlese: Wir haben bislang noch gute Gründe, Einzelheiten nicht zu veröffentlichen, sonst hätte ich die Unterlagen Herrn Lagemann gegeben. Demnächst wird eine Auslegeschrift veröffentlicht, sodaß dort nachgelesen werden kann. Ich darf aber verraten, daß es ein Streckwerk 3 über 5 ist.

Köb: Also mit Walzen?

Schlese: Mit Walzen, 3 über 5.

Köb: Dankeschön, das reicht bestimmt.

Die zweite Frage: Sie sagten, in Japan und von Schubert & Salzer sei eine Konstruktion gleichzeitig bekanntgemacht worden. Was heißt das? Handelt es sich um das gleiche, oder haben beide gleichzeitig das gleiche erfunden?

Lagemann: Es wurde tatsächlich ziemlich gleichzeitig das gleiche erfunden. Die Konstruktionen sind im Prinzip einander entsprechend. Es gibt aber konstruktive Unterschiede, die sich in der Leistung und in den technologischen Ergebnissen auswirken. Das bezieht sich zum Beispiel auf das Zahnscheibenmaterial, auf die Form und die Bearbeitung der Zahnscheiben, auf den Antrieb der Zahnscheibenwalzen usw.

Köb: Aber es sind zwei getrennte Konstruktionen, nicht etwa eine Lizenz?

Lagemann: Es sind getrennte Konstruktionen. Sie können die japanischen Streckwerke nur als Einzelstreckwerk, als Anbauaggregat, bekommen, während Schubert & Salzer komplette Strecken baut.

Pestel: Ich habe drei Fragen:

- In welchem Rhythmus müssen diese Zahnscheibenwellen gereinigt werden?
- Wie wird das Material entfernt, wenn dort eine Wickelbildung eintritt? Gibt es bereits entsprechende Einrichtungen?

- Und gibt es eine Sicherung, daß die Zähne nicht ineinander stoßen, wenn doch einmal ein Zahnriemen reißt?

Lagemann: Oberhalb und unterhalb der Walzenpaare sind Raumabsaugungen angeordnet, die die Arbeitsorgane während des Laufes sauberhalten. Hierdurch und durch das Ineinanderkämmen der Zahnscheiben tritt praktisch keine Wickelbildung auf. Das heißt natürlich nicht, daß sie nie auftritt. Wenn ein Wickel aufgetreten ist, kann man ihn mit den bekannten Hilfsmitteln wie Schneiden, Messern oder Haken entfernen. Heute gibt es bereits sehr gute andere Geräte dafür, man kann zum Beispiel den Wickel mit einem Heißluftstrahl von der Walze entfernen.

Zur Sicherungsfrage ist zu sagen, daß zu jedem Riemen eine Spannrolle gehört, die mit einem Endschalter versehen ist, der die Maschine sofort abstellt, sobald ein Riemen reißt. Abgesehen davon sind sämtliche Zahnscheiben zueinander auf Lücke gesetzt, sodaß sie sich nicht gegenseitig beschädigen können.

Topf: Wir sprachen über Streckengeschwindigkeiten. Sie haben bei einer der Maschinen — ich glaube, es war die von Spinnbau — von 500 m/min gesprochen. Wir haben in Oberburg Untersuchungen angestellt, die zeigen, daß die Druckrollertemperatur an der Strecke bei 300 bis 400 m/min während des Laufes ca. 80° C erreicht. (Wir sollten jetzt nicht um 1 oder 2° C diskutieren, weil das dann vielleicht mit Meßfehlern zusammenhängt.) Eine Polyesterfaser fängt bei ca. 80° C an, eine thermische Verformung zu erleiden, die sich dann in Anfärbedifferenzen auswirkt.

Wenn ich mir vorstelle, daß Herr Dr. Sprenkmann Avivagen hat, die bei diesen Druckrollertemperaturen vielleicht auch anfangen, nicht mehr ganz astrein zu sein — ich weiß es nicht —, dann möchte ich in diesem Zusammenhang die Frage an die Maschinenhersteller richten: Was für Vorstellungen, was für Ideen gibt es, um Strecken weiterzuentwickeln? Man baut immer schneller laufende Strecken, wie beispielsweise die Zahnscheibenstrecke, welche Vorkehrungen gibt es, um Sicherungen einzubauen, damit man sich über die Temperaturzunahme keine Sorgen zu machen bräuchte?

Sprenkmann: Nachdem ich direkt angesprochen worden bin, möchte ich dazu folgendes sagen: Bei Polyester sehe ich das Problem gar nicht so arg. Die Polyamidfaser dagegen erscheint mir bedeutend bedenklicher. Es ist bei unseren Untersuchungen weniger eine Frage, ob sich die Präparation an sich ändert — die ändert sich sicherlich nicht, wohl aber vielleicht ihre Zähigkeit.

Wir haben festgestellt, daß bestimmte Fasern bei einer Temperaturerhöhung ihre Reibung verändern. Deswegen kann ich Sie, Herr Dr. Topf, beruhigen, es spielt gar keine Rolle, ob Sie 80, 80,5 oder 79° C haben, denn bereits bei 50° C haben Sie bei bestimmten Fasern eine Verdoppelung der Reibungskräfte.

Die Haftlänge eines Polyamidstreckenbandes, das eine Ideallaftlänge von 30 oder 40 m hat, kann bis auf 80 oder 100 m ansteigen. Bei welchen Temperaturen, das ist hingegen ein ganz anderes Problem.

Lagemann: Ich muß Herrn Dr. Sprenkmann recht geben. Ich habe bei Druckrollerbezügen in Zusammenhang mit Avivagen und Temperaturerhöhungen gar nicht einmal die größten Sorgen. Echte Probleme entstehen erst bei der Bandablage, das heißt beim Coiler, den Ablagemechanismen und den Durchlauforganen. Hier treten wirklich Temperaturen auf, die gefährlich werden können. Herr Schlese hat 500 m/min Liefergeschwindigkeit für Synthetics genannt, und vielleicht kann er hierzu noch nähere Erläuterungen geben.

Meines Wissens erreichen einige Spinnereien bei Acrylmaterial auf Baumwollstrecken — zum Beispiel bei Bandgewichten von 5 g/m — eine maximale Liefergeschwindigkeit von 420 m/min. Wir selbst haben jedoch bisher immer 350 m/min als Obergrenze empfohlen. Ob dieses Limit allerdings auf ein 40-g/m-Teppichfaserband übertragbar ist, das ist eine andere Frage.

Wir sehen derzeit sicherlich die Möglichkeit, auf 400 bis 450 m/min zu kommen. Darüberhinaus beginnen aber, abgesehen von den Temperaturfragen, Regelprobleme, sofern Regelstrecken eingesetzt werden müssen.

Müller: Ich möchte noch einmal kurz auf diese Frage zurückkommen. Die 500 m/min muß ich bestätigen. Ich möchte auf die Maschine selbst nicht näher eingehen, sondern bloß zu Herrn Dr. Topfs Frage folgendes bemerken: Ich glaube wie auch Herr Lagemann, daß das Problem, dort eine Faserschädigung zu bekommen, wo irgendwelche Druckroller warm werden, nicht so schwerwiegend ist, weil die Fasern das Streckwerk einfach zu schnell durchlaufen. Sie haben gar nicht genügend Zeit, sich den Temperaturen, die die Druckroller speichern, anzugleichen.

Topf: Es kann doch jederzeit ein Vorlageband brechen! Wenn nun eine gute Maschine abstellt, wie sie sollte, dann liegt der heiße bzw. warme Druckroller mit voller Belastung auf dem Material. Es ist bekannt, daß dann beispielsweise Polyestermaterialien eben anfangen, ihre Strukturen zu verändern.

Zum Thema Avivage: Weshalb ich Herrn Dr. Sprenkmann ansprach, war nicht, daß ich jetzt meine, die Avivage selbst würde sich verändern. Aber was passiert eigentlich mit dem warmen Roller sowie mit den verschiedenen Weichmacherwanderungsgeschichten und ähnlichen Dingen?

Sprenkmann: Zu diesem Problem glaube ich doch, noch einmal Stellung nehmen zu müssen. Ich möchte deshalb zu all jenen Konstrukteuren sprechen, die immer noch mit Gummibelägen arbeiten. Wir Präparationschemiker fänden es ideal, wenn man mit den Scheibenkonstruktionen Erfolg hätte, denn damit hätten wir endlich einmal ein Material, das nicht anquillt.

Ich möchte da gleich einem Vorwurf begegnen: Man sagt heute oft, wir schliefen. Wir schlafen gar nicht, aber das Problem ist wirklich komplex. Wir kennen es heute ganz genau und haben einen korrekten Schlüssel, der lautet: apolare Schmelzen quellen apolaren Gummi. Das ist schon eine Untertertia-Chemieregel, nämlich „Gleiches löst Gleiches“. Dasselbe gilt also auch für polare Medien.

Es wäre theoretisch sehr wohl möglich, einen optimalen Belag zu konstruieren, der nicht quillt. Solange wir aber nicht in der Lage sind, über Vereinbarungen, die wir innerhalb des Wettbewerbs gar nicht treffen dürfen, Schmelzen gleicher Formulierung herzustellen, ist das utopisch. Deswegen begrüßen wir diese neuen Konstruktionen, von denen wir uns eine erhebliche Entlastung von manchem Problem ganz besonders erhoffen.

Kajüter: Herr Lagemann, ist es möglich, auf Ihrer neuen Konstruktion extrem gekräuselte bzw. hochgekräuselte Fasern — ich meine zum Beispiel Polyamidfasern mit einer Kräuselbogenzahl von etwa 10 bis 12 — zu verarbeiten?

Zweite Frage: Ist es möglich, extrem lange Fasern — ich meine damit 200-mm-lange Fasern — zu verarbeiten?

Dritte Frage: Wie fein darf der Titer sein? Ist es möglich, auch 3 oder 6 Denier zu verarbeiten?

Lagemann: Ja, stark gekräuselte sowie lange Fasern, zum Beispiel Teppichfasern, bereiten keine Probleme, ganz im Gegenteil.

Kajüter: Ich meine nicht normale Teppichfasern, die in der Kräuselung unter 10 liegen, ich meine extrem hochgekräuselte Fasern, zum Beispiel mit einer Kräuselbogenzahl von 12.

Lagemann: Es ist mir hinsichtlich dieser besonders stark gekräuselten Fasern seitens unserer Kunden nichts Nachteiliges bekannt. Wir selbst haben allerdings in dieser Richtung noch keine speziellen Untersuchungen durchgeführt. Zur Faserlänge ist zu sagen, daß Fasern bis zu 225 mm ohne weiteres verarbeitet werden können, und zum Titer, daß wir bis auf 1,5 Denier heruntergehen können.

Siegl: Die Baumwollindustrie mußte von den Metallwalzen abgehen. Es wundert mich, daß jetzt die Wolle auf einmal wieder auf dieses System zurückgreift, wo praktisch das Material durch „Metall auf Metall“ transportiert wird. Gibt es denn da keine mechanischen Beschädigungen der Chemiefasern durch die Walzen?

Lagemann: Nein, das Material wird ja nicht zwischen den beiden Metallzylindern transportiert.

Siegl: Sie drücken ja das Material, sie transportieren es, auch wenn sie nicht auf den Grund eingreifen! Bei Baumwolle ist dadurch regelmäßig eine Materialschädigung eingetreten. Man hat die Metallwalzen deshalb ad acta legen müssen. Und jetzt greift die Wolle diese Verarbeitungsweise wieder auf? Oder sind jetzt vielleicht die Titer viel gröber und die Fasern viel widerstandsfähiger, daß sie sich das gefallen lassen?

Lagemann: Sie sprechen doch jetzt von den Zahnscheibenwalzen?

Siegl: Ja.

Lagemann: Die Walzen selbst treffen nicht aufeinander, sondern die auf Lücke gesetzten Zähne kämmen ineinander, sodaß kein Quetschen des Fasermaterials zwischen Metall möglich ist.

Siegl: Aber an den Zahnflanken drückt doch die eine Zahnscheibenflanke die Faser gegen die Flanke der nächsten?

Lagemann: Es ergibt sich eine Vielzahl kleiner, rechteckiger Verzugfelder.

Siegl: Dabei gibt es bei Baumwolle praktisch doch Materialbeschädigungen, wie Ihnen Herr Dr. Köb bestätigen kann.

Lagemann: Das Spiel, das die Fasern brauchen, um verzogen werden zu können, ist bei den gewählten Zahnscheibenabständen, die sich von 2,5 bis 5 mm bewegen können, ausreichend groß. Hinzu kommt, daß die Zähne genügend elastisch sind, um seitlich ausweichen zu können. Ein Zusammenquetschen oder ein Klemmen der Fasern tritt nicht ein, sonst wäre ein gleichmäßiger Verzug nicht mehr möglich.

System Ring und Ringläufer für synthetische Stapelfasern und deren Mischungen

Dipl.-Kfm. Hans-Joachim F ü r s t, Mönchengladbach

Die vorliegende Arbeit ist in zwei Hauptteile gegliedert. Der erste Teil befaßt sich mit der Problematik der Verspinnung kurzstapeliger Synthetics und deren Mischungen. Die Gefahr der Schmelzstellenbildung sowie deren Behebung durch die Wahl geeigneter Ringläuferformen und Drahtquerschnitte, angepaßt an die Garnnummern, wird eingehend erläutert. Hierbei dürften C-förmige Läufer mit halbrundem Drahtquerschnitt und tiefer bzw. mitteltiefer Bogenform die günstigste Lösung darstellen.

Darüberhinaus werden Entwicklungstendenzen aufgezeigt, um mit dem vorhandenen Ringspinnprinzip Leistungssteigerungen ohne Nachteile für die Garnqualität zu erzielen. Diese Tendenzen beinhalten neuartige Ring/Ringläuferkombinationen, das Prinzip des rotierenden Ringes sowie die Verwendung geschmierter Balloneinengungsringe.

Ähnlich gegliedert ist der zweite Teil dieser Arbeit. Hierbei werden die Probleme der Verarbeitung langstapeliger Synthetics und deren Mischungen mit Wolle behandelt, wobei dem Problem der Garnverschmutzung unter Berücksichtigung ausreichender und für die Leistungssteigerung notwendiger Schmierung durch das Aufzeigen optimaler Schmiersysteme Rechnung getragen wird. Ein solches Schmiersystem stellt die Docht/Filzschmierung eines konischen Stahlringes dar sowie der konische Sinterstahlring. Auch werden Möglichkeiten für verschiedene Ringläuferformen aufgezeigt.

Über diesen Stand der Technik hinaus wird eine neuartige erfolgversprechende Ring/Ringläuferkombination beschrieben. Hierbei handelt es sich um einen Flanschring aus Sinterstahl, gepaart mit einem entsprechenden Ringläufer, der lediglich an der Anlagezone mit einem Nylonteil armiert ist, während der Fadendurchlauf aus Stahldraht besteht. Diese Kombination dürfte die herkömmlichen Leistungsgrenzen erheblich erweitern. Auch für die Verarbeitung kurzstapeliger Synthetikfasern und deren Mischungen dürften diesem Prinzip einige Erfolgsaussichten zuzurechnen sein, zumal die Gefahr der Schmelzstellenbildung ausgeschaltet wird.

The present essay is divided into two main parts. The first part deals with the problems arising when short staple synthetics and their blends are spun. The danger of the formation of melting spots and the way of how to avoid them, namely by choosing the appropriate traveller shapes and wire sections adjusted to the yarn count, are discussed thoroughly. C-shaped travellers having a half-round wire section and a deep or middle low bow shape represent probably the most favourable solution.

Furthermore, tendencies of development are set forth which aim at an increase of performance — while maintaining the traditional ring spinning system — without having any negative effects on the yarn quality. Some of these tendencies comprise new combinations of rings and ring travellers, the principle of the rotating ring as well as the use of lubricated balloon-controll rings.

The second part of this essay is composed in a similar way. In this part, the problems of processing long-staple synthetics and their blends with wool are discussed. The problem of yarn contamination is taken into account with regard to sufficient lubrication which is provided for by optimal lubrication systems, this lubrication being indispensable for increasing the performance. Such lubrication systems are the wick/felt lubrication of a conical steel ring as well as the conical sintered metal ring. Furthermore, various ring traveller shapes are indicated.

Besides this state of technique a new ring/ring traveller combination is described. The combination consists of a

flange ring of sintered metal on which a suitable traveller is to be used. This traveller is reinforced by a nylon part at the contact zone with the ring, whereas the yarn passage is made of steel wire. By means of this combination, the former limits to performance are considerably extended. Even if this principle is applied to the processing of short-staple synthetic fibres and their blends, it will probably be rather successful, especially as the danger of melting spots is eliminated.

I. Kurzstapelspinnerei

1. Problemstellung

Die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften synthetischer Fasern liegen im Vergleich zur Baumwolle beträchtlich höher. Bei der Herstellung von Garnen aus synthetischen Fasern oder von Mischgarnen aus beispielsweise Baumwolle und Polyester sind jedoch gegenüber einer guten Baumwollqualität oft deutlich niedrigere Produktionsgeschwindigkeiten festzustellen. Diese verringerte Produktionsgeschwindigkeit muß gewählt werden, um mechanische oder thermische Schädigungen der synthetischen Fasern zu vermeiden.

Mechanische oder thermische Schädigungen können zu erheblichen Festigkeits- und Dehnungsverlusten im Faden führen. Schädigungen dieser Art können sich bereits an der Spinnmaschine dahingehend auswirken, daß eine wesentliche Steigerung der Fadenbruchhäufigkeit zu beobachten ist, sodaß Produktionseinbußen entstehen. Soweit es sich um thermische Garnschädigungen handelt, werden diese als „Schmelzstellen“ bezeichnet.

Thermisch geschädigte Garne zeigen auf Grund verminderter Farbstoffaffinität in der Fertigware ein streifiges Aussehen. Da Garnschädigungen stets auftreten können, wenn das Garn ein Fadenleitorgan durchläuft, sollte besonders der Kombination Ring/Ringläufer die erforderliche Beachtung entgegengebracht werden. Das Aufzeigen der Entstehungsursachen von mechanischen und thermischen Schädigungen und deren Vermeidung durch die Auswahl geeigneter Ring- und Ringläuferkombinationen sowie die Möglichkeiten einer Leistungssteigerung sollen in dieser Arbeit näher behandelt werden.

2. Die Kombination von Flanschringen und Ringläufern

Besonders im Bereich der Kurzstapelspinnerei wurden in letzter Zeit zahlreiche Versuche durchgeführt, deren Ziel das Erreichen einer höheren Leistung mit akzeptablem Garnausfall war.

Mit unterschiedlichem Erfolg wurden dabei die verschiedensten Ring- und Ringläuferkombinationen erprobt. Alle Versuche zeigten, daß ein modernisierter asymmetrischer Flanschring, der die Form des bereits seit über hundert Jahren bekannten T-förmigen Flanschringes aufweist, mit einem den Betriebsbedingungen günstig angepaßten C-förmigen Läufer die universellste und somit eine optimale Lösung darstellt. Da für die gewünschten hohen Leistungen auch hohe Ansprüche an Ring und Ringläufer gestellt werden müssen, sind folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

- hohe Verschleißfestigkeit,
- gutes Einlaufverhalten,
- Maßhaltigkeit und exakte Profilform.

Flanschringe mit speziellen Oberflächenbehandlungen haben den Vorteil einer verbesserten Schmiermittelaftung, die in Form der Faserschmierung vorhanden ist. Diese Faserschmierung entsteht beim Durchlauf des Fadens durch den Läufer, indem vor allem aus dem Faserverband abstehende Fasern auf die Ringlaufbahn gelangen und zerrieben werden. Da diese Fasern — und gegebenenfalls auch die Avivagen — schmierwirksame Substanzen enthalten, findet hierdurch die Faserschmierung der Ringlaufbahn statt. Die Intensität dieser notwendigen Faserschmierung hängt im wesentlichen von der Formenabstimmung zwischen Ring und Ringläufer, von der Faserqualität sowie von der Garn- bzw. der Läufernummer ab.

In den folgenden Abschnitten soll versucht werden, einen Überblick über den Einsatz der für synthetische Garne bzw. für Garne mit Synthetikanteilen zweckmäßigsten Ring- und Ringläuferausführung im Bereich der Kurzstapelspinnerei zu vermitteln.

3. Ringläuferform und Drahtquerschnitt als Hauptkriterien optimaler Verarbeitung

Wie eingangs erwähnt, stellt das Auftreten von mechanischen und thermischen Garnschädigungen bei der Herstellung von Garnen aus synthetischen Fasern und Mischungen mit Baumwolle für die Leistungssteigerung eine Grenze dar. Zum besseren Verständnis sei gesagt, daß beispielsweise die thermischen Garnschädigungen (Schmelzstellen) bei großer Kopsfüllung an der Windungsspitze entstehen können, und zwar dann, wenn eine Ring/Ringläuferkombination gewählt wird, die den vorliegenden Bedingungen nicht voll angepaßt ist. Die Tendenz der Schmelzstellenbildung wird in diesem Fall durch die höhere Fadenzugkraft an der Windungsspitze verstärkt, mit der Folge, daß die daraus resultierende starke Schräglage des Läufers zur Verkleinerung des Fadendurchlaufplatzes führt. Der Faden kann dann in die Kontaktzone Ring/Ringläufer, das heißt in die Verschleißzone des Ringläufers, geraten und dabei sowohl mechanische als auch thermische Garnschädigungen (Aufrauhungen, Aufschiebungen, Schmelzstellen) erhalten. Der Faden kann außerdem an der Windungsspitze periodisch mit der inneren Ringoberseite in Berührung kommen und dort ebenfalls geschädigt werden.

Durch geeignete Maßnahmen lassen sich jedoch die Gleiteigenschaften zwischen Ring und Ringläufer bedeutend verbessern, sodaß die Läufererwärmung vermindert und eine höhere Läufergeschwindigkeit ohne thermische Schädigungen des Garnes möglich ist. Eine verminderte Ringläufererwärmung kann durch eine Verringerung der Läuferbelastung, das heißt durch eine Verbesserung der Wärmeableitung von der Berührungsstelle Ring/Ringläufer, durch die Form des Ringläufers sowie durch die Art des Drahtquerschnittes erreicht werden. Wie sich unterschiedliche Drahtprofile auf die Wärmeabstrahlung auswirken, zeigt die folgende Abbildung (Abb. 1).

Die Oberfläche des Ringläufers hat den größten Teil der Wärme an die den Läufer umgebende Luft abzugeben. Je größer die Oberfläche des Ringläufers ist, desto mehr Wärme wird durch Strahlung und Kon-

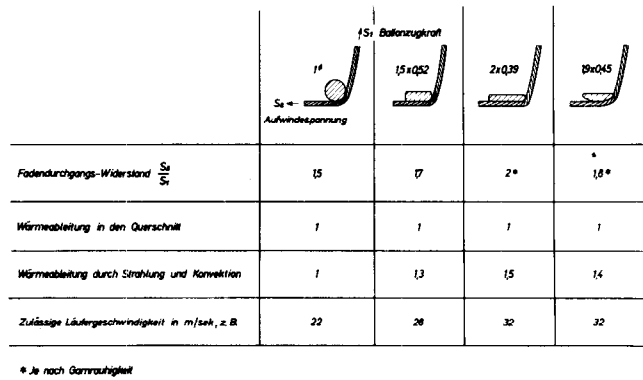


Abb. 1: Wärmeableitung in Abhängigkeit vom Drahtprofil

vektion abgeleitet. Bei gleichem Querschnittsvolumen des Drahtes hat derjenige Ringläufer die günstigsten Ableitungseigenschaften an die Oberfläche, der am breitesten profiliert ist. Danach verhält sich in bezug auf die Wärmeableitung der Runddrahtläufer am schlechtesten, der flache jedoch am besten. Bezieht man den Fadendurchgangswiderstand des Drahtbügels in diese Überlegung mit ein, so stellt der Läufer aus Halbbrunddraht heutzutage eine optimale Lösung dar. Diese Profilgebung ermöglicht für die Verspinnung von Synthetikgarnen und deren Mischungen sowohl einen schonenden Garndurchlauf als auch eine ausreichende Wärmeableitung.

Neben der Auswählung des Drahtprofils kommt der Gestaltung der Läuferform besondere Bedeutung zu. Man kann davon ausgehen, daß ein hochbogiger Läufer, bei dem der Faden von der Kontaktstelle Ring/Ringläufer weit entfernt ist, auch eine entsprechend geringe Faserschmierung hat. Die in der Praxis geforderten Ringläufergeschwindigkeiten sind hierbei jedoch nicht erreichbar. Zudem ist der Läuferverschleiß entsprechend hoch. Allerdings ist die Sicherheit für den durchlaufenden Faden größer, da Garnschädigungen gewöhnlich vermieden werden können.

Anhand der folgenden Abbildungen werden jene Ringläuferformen aufgezeigt und erläutert, die sich in der Praxis bei der Verspinnung von Synthetics und deren Mischungen (Stapellänge 50 mm, Faserfeinheit 2 dtex) bewährten. Dies in Abstimmung mit dem Läuferverschleiß, der Fadenbruchzahl sowie mit Faserabrieb und Schmelzstellenbildung.

Es existieren viele Läuferformen, die von der C-förmigen Normalform abweichen und zur Unterscheidung eine entsprechende Zusatzbezeichnung erhalten. Zum besseren Verständnis der abgebildeten Ringläuferformen seien einige Symbole erklärt:

- T = tiefe Form,
- MT = mitteltiefe Form,
- W = weite Form.

Diese Bezeichnungen werden neben der Angabe der C-Form, der Flanschbreite (Flansch 1 = 3,2 mm, Flansch 2 = 4,1 mm) und des Drahtprofils, (z. B. hr = halbrund) angeführt.

In Abhängigkeit vom Garnnummernbereich und der Empfindlichkeit gegenüber Garnschädigungen werden in der Praxis für die Verspinnung von Synthetikfasern und deren Mischungen folgende Läuferarten verwendet (Abb. 2 a—d):

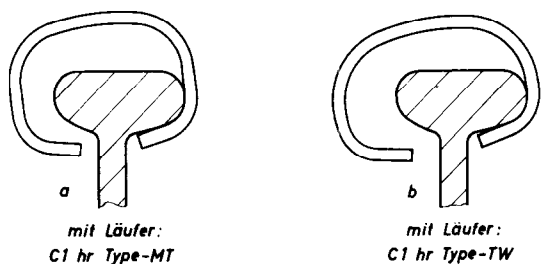
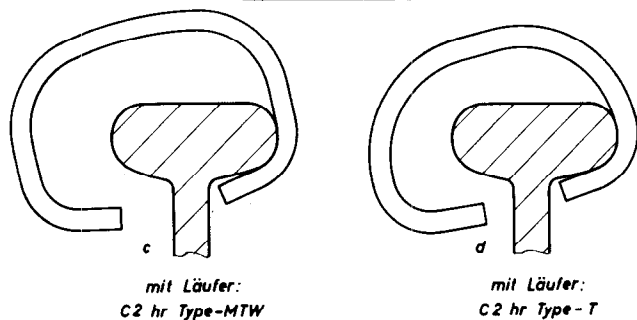
Flansch 1 Ringa
mit Läufer:
C1 hr Type-MTb
mit Läufer:
C1 hr Type-TWFlansch 2 Ringc
mit Läufer:
C2 hr Type-MTWd
mit Läufer:
C2 hr Type-T

Abb. 2: Ring- und Ringläuferkombinationen für die Verarbeitung von Synthetics und deren Mischungen

- Ringläufer, Form C1, hr, Type MT
- Ringläufer, Form C1, hr, Type TW
- Ringläufer, Form C2, hr, Type MTW
- Ringläufer, Form C2, hr, Type T

Zu Abbildung 2 a:

Diese mitteltiefbogene Läuferform ist für den Garnnummernbereich von Nm 20 bis Nm 85, ganz besonders aber für den mittleren und den feineren Bereich geeignet. Der Fadendurchlauf ist ausreichend groß. Garnschädigungen durch thermische Einflüsse können ausgeschlossen werden. Die erreichbare maximale Läufergeschwindigkeit beträgt ca. 28 m/sec.

Zu Abbildung 2 b:

Diese tiefbogene Ringläuferform erlaubt zwar höhere Geschwindigkeiten auf Grund der günstigeren tiefen Schwerpunktlage. Da jedoch der Fadendurchlauf noch wesentlich tiefer liegt, das heißt in der Nähe der Kontaktzone Ring/Ringläufer, sollten nur Garnnummern ab Nm 50 und feiner mit diesem Ringläufer verarbeitet werden, um die Gefahr einer Garnschädigung auszuschließen. Die erreichbare Geschwindigkeit liegt bei ca. 30 bis 32 m/sec.

Zu Abbildung 2 c:

Dieser Flansch-2-Läufer, mit einer mitteltiefen, weiten Bogenform, hat einen großen Fadendurchlaufplatz und eignet sich besonders für Garne ab Nm 20 und gröber. Diese Bogenform gestattet einen sehr schonenden Garndurchlauf, sodaß auch bei empfindlichen Garnen keinerlei Schädigung durch Schmelzstellenbildung auftreten kann.

Zu Abbildung 2 d:

Für den mittleren wie den feineren Garnnummernbereich bietet sich dieser Läufer mit einer tiefen Bogenform als die am besten geeignete Lösung an. Für diese genannten Garne können Ringläufergeschwindigkeiten bis ca. 32 m/sec erzielt werden.

Abschließend sei zu oben genannten Kriterien noch erwähnt, daß die Oberfläche des Ringläufers einen wesentlichen Einflußfaktor auf Leistung und Garnausfall darstellt. Dem wird man mit Hilfe chemisch erzeugter spezieller Oberflächenschichten gerecht. Um die Wärmeabstrahlung des Läufers zu fördern, wird durch tiefenwirksame Behandlung eine schwarze Oberfläche erzeugt, die zugleich als Korrosionsschutz dient und den Ringläufer gegen schädliche Einflüsse aggressiver Fasersubstanzen, Avivagen und Schmelzen unempfindlich macht. Entsprechend erhöht sich die Lebensdauer des Läufers. Ein ähnlicher Effekt wird durch Vernickelung der Läuferoberfläche erzielt. Die Nickelschicht führt außerdem zu einer beachtlichen Verbesserung der Gleiteigenschaften.

4. Entwicklungstendenzen

a) Flanschring mit asymmetrischem Ringläufer

Die vorhergehenden Ausführungen bezogen sich auf die bereits seit langem bekannte T-förmige Flanschringform und die dazu gehörigen symmetrischen C-förmigen Läufer. Um den an der Berührungsstelle zwischen Ring und Ringläufer auftretenden Verschleiß herabzusetzen, war man schon immer bestrebt, durch Vergrößerung dieser Anlagefläche den spezifischen Flächendruck zu verringern. Hierdurch wollte man nicht nur günstigere Verschleißverhältnisse schaffen, sondern gleichzeitig auch noch eine bessere Wärmeableitung vom Läufer erreichen. Erst besonders asymmetrische C-förmige Ringläufer in Verbindung mit einem stark asymmetrischen Flanschprofil ermöglichten eine vergrößerte Läuferanlagefläche und somit günstige Anlageverhältnisse (Abb. 3).

Der Fadendurchlauf zwischen Ring und Ringläufer wurde so gestaltet, daß eine möglichst günstige Faserschmierung dieser um ca. ein Drittel vergrößerten Anlagefläche erreicht werden konnte. Die Zielsetzung, eine universelle Kombination für die Verarbeitung von Synthetics und deren Mischungen zu schaffen, konnte jedoch auf Grund der stark unterschiedlichen Schmiereigenschaften synthetischer Fasern nicht voll erfüllt werden. Der universellere T-förmige Flanschring in Verbindung mit einem optimalen C-förmigen symmetrischen Läufer wurde daher von der Praxis vorgezogen.

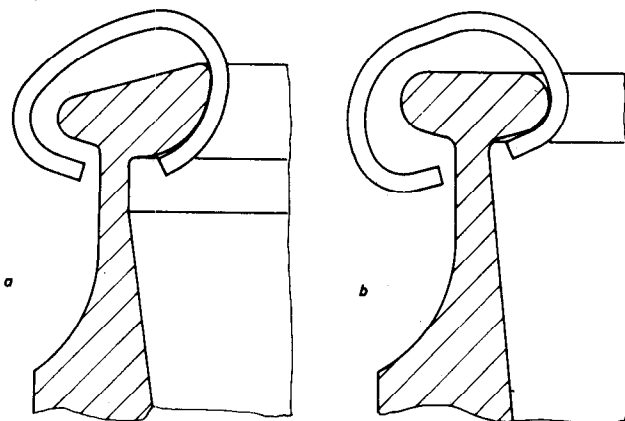


Abb. 3: Vergleich zwischen extrem asymmetrischem (a) und T-förmigem (b) Ringprofil mit entsprechendem Ringläufer

b) Vertikaler fasergeschmierter Spinnring

Diese Ring- und Ringläuferkombination wurde in Anlehnung an den in der Kammgarnspinnerei gebräuchlichen selbstschmierenden konischen Ring entwickelt (Abb. 4).

Auch hier ging man von der Überlegung aus, daß man die Kontaktzone Ring/Ringläufer vergrößern müsse, um eine Verringerung der spezifischen Flächenpressung zu erzielen und dies unter der weiteren Voraussetzung einer ausreichenden Faserschmierung ohne Garnschädigung.

Diese Zielsetzung versuchte man konstruktiv in der Form zu lösen, daß der Bereich, der am weitesten von der Fadendurchlaufzone entfernt ist, durch die Konizität des vertikalen Ringes, das heißt durch eine nach unten gerichtete Kraftkomponente, entlastet wird. Umfangreiche Praxisversuche zeigten, daß mit dieser Kombination bei der Verspinnung synthetischer Fasern und deren Mischungen (Stapellänge bis 60 mm, Faserfeinheit 2 dtex) Leistungssteigerungen bei günstigem Garnausfall möglich waren.

Im Garnnummernbereich ab Nm 50 und gröber konnte jedoch keine Ringläuferform mehr mit ausreichend großem Fadendurchlaufplatz gefertigt werden. Bekanntlich benötigen schwere Ringläufer ein breiteres Drahtprofil, das bei Schräglage an der Kopfspitze zu einer Verkleinerung des Fadendurchlaufs führt, sodaß Garnaufrauungen, Faseraufschiebungen und Knötchenbildungen entstehen. Auch diese Entwicklung konnte der von den Praktikern verlangten Universalität nicht gerecht werden.

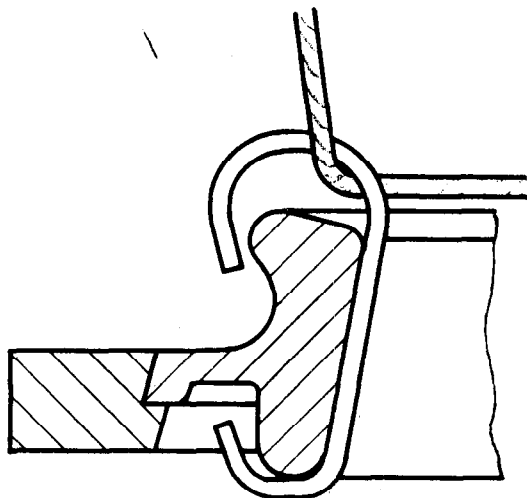


Abb. 4: Vertikale Ring- und Ringläuferkombination mit Faserschmierung

c) Rotierender Spinnring

Der Vollständigkeit halber sei noch auf ein Ring- und Ringläufersystem hingewiesen, das in der Patentliteratur zwar seit langem bekannt ist, in die Praxis bisher jedoch noch keinen Eingang gefunden hat. Hierbei handelt es sich um einen rotierenden Spinnring — sei es, daß er auf einem Luftpolster, in einem Magnetfeld oder durch ein separates Getriebe angetrieben wird. Die Grundidee basiert auf der Tatsache, daß durch die Ringrotation die Läuferreibung am Ring verringert wird und daß zu der üblichen maximalen Ringläufergeschwindigkeit die zusätzliche Drehzahl des angetriebenen Ringes hinzugerechnet wird.

Am Institut für Textiltechnik in Reutlingen hat man dieses System für die Verspinnung von Polyester/Baumwolle labormäßig getestet. Der rotierende Ring war in diesem Falle luftgelagert. Man hat hierbei festgestellt, daß bei Erreichen des Synchronzustandes zwischen Ring und Ringläufer auch bei Drehzahlen um 24.000 U/min keinerlei Schmelzstellen nachweisbar waren. Die Reißkraftwerte haben sich bei dieser Drehzahl kaum verschlechtert.

Die Tatsache, daß sich dieses System bisher nicht in der Praxis durchsetzen konnte, dürfte wohl daran liegen, daß zwischen Streckwerklieferung und Spindel-drehzahl ein konstantes Verhältnis bestehen muß, um eine gleichmäßige Garndrehung pro Meter zu erzielen. Bei einem luftgelagerten Ring ist diese Voraussetzung insbesondere beim Anlaufen nicht gewährleistet. Wahrscheinlich wurde wegen dieser Schwierigkeiten in den USA das sogenannte Living-Ring-System entwickelt, bei dem man durch einen zwangsläufigen Antrieb die vorgenannten Nachteile vermeiden wollte. Über eine positive praktische Anwendung liegen derzeit jedoch noch keine repräsentativen Ergebnisse vor.

d) Geschmierter Balloneinengungsring

Neben den genannten Entwicklungstendenzen auf dem Ring- und Ringläufersektor hat man auch bereits Versuche über die Verwendung eines geschmierten Balloneinengungsringes gemacht. Man ging hierbei von der Tatsache aus, daß bei Trockenreibung zwischen Faden und Balloneinengungsring thermische und mechanische Einflüsse nicht auszuschalten sind. Das vom Institut für Textiltechnik in Reutlingen erzielte Ergebnis für Baumwolle/Polyestermischungen bei Verwendung eines geschmierten Balloneinengungsringes hat in der Tat zu einer Vermeidung von Garnschädigungen geführt. Während man bei Spindeldrehzahlen um 14.000 U/min mit dem nicht geschmierten Balloneinengungsring deutliche Garnschädigungen feststellte, war dies bei Verwendung des geschmierten Balloneinengungsringes nicht der Fall. Sowohl Reißkraft als auch Dehnungswerte und Garnrauigkeit entsprachen den geforderten Qualitätsvorstellungen. Die technologische Entwicklung für die Praxis ist momentan noch nicht abzusehen, zumal noch keinerlei Erfahrungen über Pflege und Verschmutzungsanfälligkeit der geschmierten Balloneinengungsringe vorliegen. Dies dürften erst größere Versuchsreihen in der Praxis zeigen.

II. Langstapelspinnerei

1. Problemstellung

Zum Verspinnen von Langstapelfasern mit Faserlängen ab 60 mm und Faserfeinheiten ab 2 dtex werden fast ausschließlich selbstschmierende Ringe verwendet. Die gesamte Problematik der Flanschringe in der Kurzstapelspinnerei bei der Verarbeitung von Synthetics und deren Mischungen mit der Notwendigkeit einer Faserschmierbildung ohne Garnschädigungen ist daher in diesem Ausmaß bei der Verspinnung von Langstapelfasern nicht gegeben. Das Problem liegt vielmehr in der Auswahl eines optimalen Schmier-systems, das den hohen Leistungsanforderungen unter möglicher Ausschaltung unerwünschter Garnverschmutzung gerecht werden muß. Hierzu gehört auch

die Auswahl eines geeigneten Schmieröls. Nicht zuletzt stellt bei der Langstapelverarbeitung auch die optimale Formkombination von Ring und Ringläufer — abgestimmt auf das jeweilige Garnprogramm — eine grundlegende Forderung dar.

2. Optimale Schmiersysteme

In der Langstapelspinnerei werden zur Verarbeitung reiner Wollgarne, synthetischer Garne sowie deren Mischungen (Wolle/Synthetics) hauptsächlich konische Ringe eingesetzt (Abb. 5).

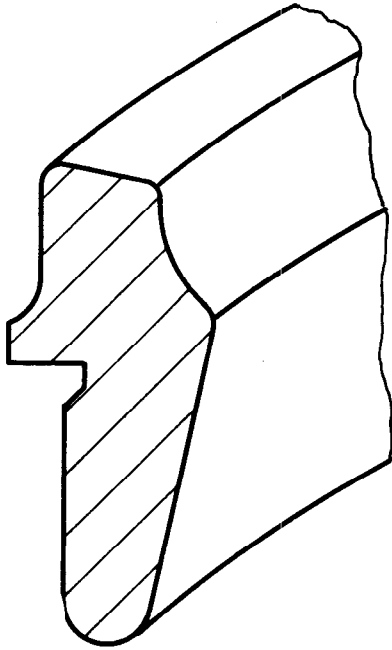


Abb. 5: Konischer Ring

Ausschlaggebend für ein zufriedenstellendes Laufverhalten ist die Wahl eines Schmiersystems, das den jeweiligen Einsatzbedingungen angepaßt ist. Aus der Vielzahl der vorhandenen Schmiersysteme seien diejenigen besonders hervorgehoben, die die eingangs erwähnten Anforderungen erfüllen. Eines dieser Schmiersysteme ist das kombinierte Docht/Filz-Schmiersystem (Abb. 6).

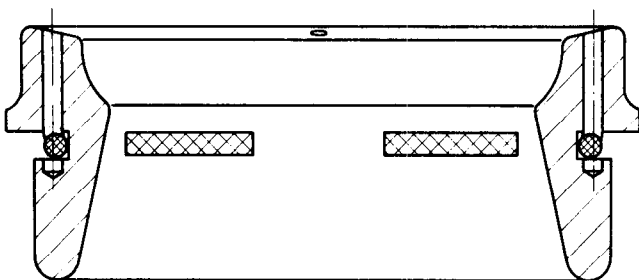


Abb. 6: Docht/Filz-Schmiersystem

Bei diesem Schmiersystem sind in der Ringinnenbahn Schmierfäden eingefräst, in welche Schmierfilze eingesetzt werden. Diese Schmierfilze ragen in die im Ringsitz liegende umlaufende Dochnute hinein und erhalten somit Kontakt mit dem eingelegten Docht. Dabei entnehmen sie dem Docht das aus einem Ölreservoir herangeführte Öl und geben es zur Schmierung an die Ringlaufbahn ab.

Die Schmierfilze füllen die eingefrästen Nuten der Ringinnenbahn voll aus und erschweren dadurch ein Festsetzen von Schmutz und Läuferabrieb. Eine Verschmutzung des in der Sitznute liegenden Dochtes ist nicht möglich. Die Ölleitfähigkeit bleibt somit erhalten, sodaß ein Austausch der Filze bei normalen Betriebsbedingungen erst nach 1½ bis 2 Jahren nötig ist.

Mit dem Docht/Filz-Schmiersystem ist eine sehr gleichmäßige und sichere Schmierung bei sparsamem Schmiermittelverbrauch möglich. Für dieses Schmiersystem sollte das verwendete Öl unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsbedingungen eine Viskosität zwischen 4,5 und 9°E/50°C besitzen (34 bis 68 CST/50°C).

Der Vorteil dieses konischen Stahlringes mit Docht/Filz-Schmierung liegt darin, daß alle in der Langstapelspinnerei verarbeiteten Garnnummernbereiche (Nm 10 — Nm 72) mit diesem Ring verarbeitbar sind.

Wenn besonders hohe Qualitätsansprüche hinsichtlich Gleichmäßigkeit und Sauberkeit bei hoher Leistung gestellt werden, sollte man konische Ringe aus Sinterstahl einsetzen. Der Sinterstahlring ermöglicht nämlich eine optimale Schmiermittelabgabe an allen vom Ringläufer berührten Anlagezonen. Er wird daher besonders geschätzt, wenn weiße oder pastellfarbene bzw. verschmutzungsempfindliche Garne verarbeitet werden.

Allerdings ist beim Sinterstahlring eine Begrenzung der einsetzbaren Stahlläufernummern zur schweren Seite hin erforderlich, da sonst beim Aufsetzen und auch beim Lauf der Ringläufer Beschädigungen am Ring entstehen können. Erfahrungsgemäß ist der Sinterstahlring wegen der Begrenzung der einsetzbaren Stahlläufergewichte nur für Garnnummern ab Nm 30 und feiner geeignet. Erforderlich ist ferner die Verwendung eines alterungsbeständigen Spezierschmierstoffes mit einer Viskosität von ca. 3,5°E/50°C (25 CST/50°C).

Im Gegensatz zum Docht/Filz-Schmiersystem benötigt der Sinterstahlring jedoch eine intensivere Ringpflege. Dies erfordert eine regelmäßige Reinigung und Einölung der Ringlaufbahn. Hierbei erhält der äußere Porenraum des Ringes eine leichte Auffrischung mit neuem Öl. Je nach Beanspruchung und Art der Schmiermittelzufuhr ist es nötig, nach ca. 3000 bis 8000 Betriebsstunden eine komplette Ergänzung des Ölvorrats vorzunehmen.

Beide Schmiersysteme sind mit Vor- und Nachteilen behaftet, die der Praktiker jeweils nach seinen speziellen Einsatzbedingungen zu prüfen hat. Es ist aber unbestritten, daß sich sowohl der docht/filzgeschmierte Stahlring als auch der Sinterstahlring in der Praxis bei der Verspinnung von Langstapelfasern bewährt hat.

3. Angepaßte Ringläuferformen

Eine günstige Lage des Läufers im Ring ermöglicht die Erreichung hoher Produktionsgeschwindigkeiten und die volle Ausnutzung des zur Ringlaufbahn geführten Schmiermittels. Ringüberlastungen lassen sich mit in Form und Gewicht angepaßten Läufers und einwandfreier Ringschmierung vermeiden.

Der zum konischen Ring passende Läufer ist in der folgenden Abbildung zu sehen (Abb. 7).

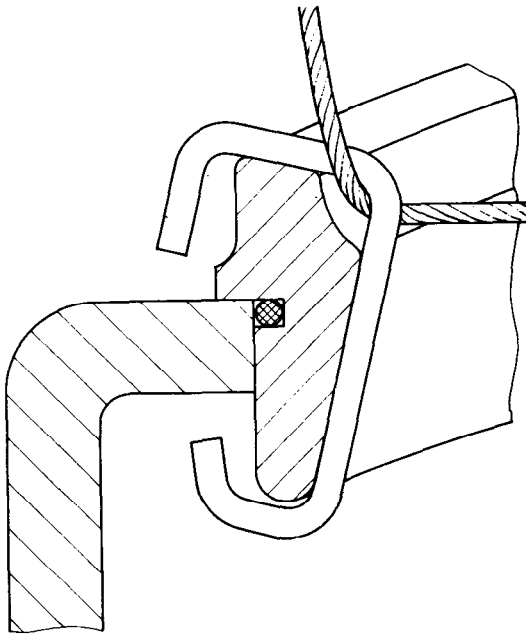


Abb. 7: Konischer Ring mit entsprechendem Ringläufer

Dieser Läufer wird auch heute noch als die gebräuchlichste Läuferform verwendet. Auf Grund des runden Drahtquerschnitts wird ein schonender Garndurchgang gewährleistet.

Für das Arbeiten auf Sinterstahlringen wurde die oben genannte Ringläuferform mit einem umgebogenen unteren Ringläuferfuß entwickelt (Abb. 8).

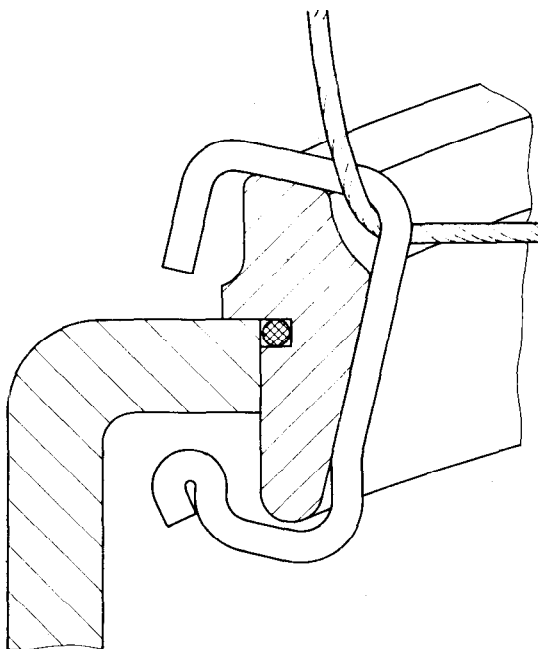


Abb. 8: Konischer Ring mit abgewinkelttem Ringläuferfuß

Diese Ringläuferform ist besonders für Sinterstahlringe geeignet, damit Beschädigungen des Ringes beim Aufsetzen der Läufer durch den umgebogenen unteren Läuferfuß vermieden werden. Ferner wird hierdurch im unteren Teil des Läufers zusätzliches Gewicht untergebracht, sodaß der Läufer während des Laufes besser ausbalanciert im Ring liegt und somit eine ruhigere Auflage aufweist. Die universelle Verwendung

scheitert jedoch häufig daran, daß sich am unteren Läuferfuß Faserflug festsetzen kann.

Bei der Verarbeitung voluminöser Garne und von Garnen mit rauhem Oberflächencharakter muß der Fadendurchlaufplatz des Ringläufers entsprechend vergrößert werden, um Beeinträchtigungen des Garnaussehens sowie Verarbeitungsschwierigkeiten zu vermeiden.

Der Einsatz von Nylon-Läufern für die Verarbeitung langstapeliger Synthetics und deren Mischungen ist nur im Garnnummernbereich um Nm 20 und gröber empfehlenswert, da für feinere Garnnummern die entsprechenden Nylon-Läufer nicht mehr gefertigt werden können. Doch ist zu beachten, daß gerade bei Mischungen von Wolle mit Synthetics die Aggressivität der Wolle ein Einschneiden des Nylon-Läufers an der Fadendurchlaufzone beschleunigt. Dies führt selbst bei geringfügigem Fadeneinschnitt zu den gefürchteten Faseraufschiebungen.

4. Entwicklungstendenz

Bei der Verwendung selbstschmierender Ringe sind bei Syntheticfasergarnen Beschädigungen, wie wir sie von der Kurzstapelspinnerei her kennen, nicht in diesem Maße möglich, da der Faden weit genug von der kritischen Kontaktzone Ring/Ringläufer entfernt geführt werden kann.

Auf Grund der hohen Belastbarkeit der Syntheticfasern wäre somit eine erhebliche Leistungssteigerung zu erwarten. Trotzdem liegt die Ringläufergeschwindigkeit in der Praxis meistens nicht höher als 34 m/sec. Es war daher naheliegend, von der genannten konischen Ring/Ringläuferkombination abzuweichen und grundsätzlich neue Kombinationen zu entwickeln. Eine solche Kombination stellt ein flanschförmiger Sintering mit C-förmigem Ringläufer dar (Abb. 9).

Aus der gezeigten Abbildung ist ersichtlich, daß die rechtwinklige tragende Gleitfläche des Ringes mit dem Ringläufer so aufeinander abgestimmt ist, daß die auf

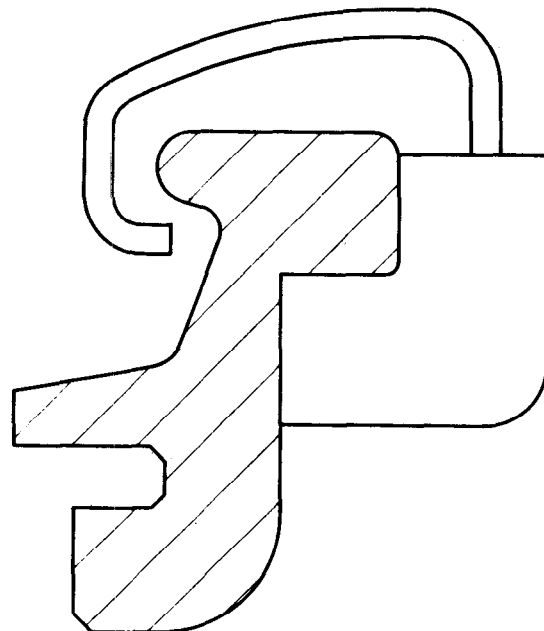


Abb. 9: C-förmiger Flanschring aus Sinterstahl mit kombiniertem Nylon-Stahl-Läufer

den Läufer wirkenden Kräfte sowohl im Hinblick auf ihre Größe als auch auf ihre Richtung von diesen Gleitflächen gleichmäßig zerlegt werden. Hierdurch wird während des Laufes eine außergewöhnlich stabile Lage des Läufers im Ring erreicht und ein sehr geringer, über die gesamte dreiflächige Gleitanlage hinweg gleichmäßiger Verschleiß des Nylonteiles am Läufer erzielt.

Die eigentliche Fadendurchlaufzone besteht aus Stahldraht, der — selbst bei Verarbeitung von Synthetics und aggressiver Wolle — das Problem des Fadeneinschnittes über eine lange Laufzeit hinweg ausschaltet.

Auf Grund der Formgebung und der bekannten günstigen Verschleißigenschaften eines auf einem Sintering gleitenden Nylonteiles ist die Lebensdauer dieser Läufer außergewöhnlich hoch.

Bei den Sinterringen tritt das Öl bekanntlich nur in den vom Läufer berührten Gleitzonen aus den Ringporen heraus, sodaß eine sparsame, aber ausreichend saubere Schmierung erzielt wird und eine Garnverschmutzung vermieden werden kann.

Für den in der Langstapelspinnerei gebräuchlichsten Garnnummernbereich wurde ein Flansch-1/2-Ring mit 2,8 mm Flanschbreite entwickelt, für den die notwendigen leichten Läufernummern in der erforderlichen Stabilität hergestellt werden können. Nach bisher vorliegenden Ergebnissen aus der Praxis konnte insbesondere bei Synthetics und bei Mischgarnen wie Wolle/Synthetics eine erhebliche Leistungssteigerung bei gutem Garnausfall erzielt werden, sodaß die Überschreitung einer Läufergeschwindigkeit von 40 m/sec mit dieser Kombination keine Utopie mehr darstellt. Es sollte jedoch erwähnt werden, daß für diese hohe Leistung die Verwendung eines Spindelaufsatzes ratsam erscheint.

III. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist in zwei Hauptteile gegliedert. Der erste Teil befaßt sich mit der Problematik der Verspinnung kurzstapeliger Synthetics und deren Mischungen. Die Gefahr der Schmelzstellenbildung sowie deren Behebung durch die Wahl geeigneter Ringläuferformen und Drahtquerschnitte, angepaßt an die Garnnummern, wird eingehend erläutert. Hierbei dürften C-förmige Läufer mit halbrundem Drahtquerschnitt und tiefer bzw. mitteltiefer Bogenform die günstigste Lösung darstellen.

Darüberhinaus werden Entwicklungstendenzen aufgezeigt, um mit dem vorhandenen Ringspinnprinzip Leistungssteigerungen ohne Nachteile für die Garnqualität zu erzielen. Diese Tendenzen beinhalten neuartige Ring/Ringerläuferkombinationen, das Prinzip des rotierenden Ringes sowie die Verwendung geschmierter Balloneinengungsringe.

Ähnlich gegliedert ist der zweite Teil dieser Arbeit. Hierbei werden die Probleme der Verarbeitung langstapeliger Synthetics und deren Mischungen mit Wolle behandelt, wobei dem Problem der Garnverschmutzung unter Berücksichtigung ausreichender und für die Leistungssteigerung notwendiger Schmierung durch das Aufzeigen optimaler Schmiersysteme Rechnung getragen wird. Ein solches Schmiersystem stellt die Docht/Filz-Schmierung eines konischen Stahlringes dar sowie der konische Sinterstahlring. Auch werden

Möglichkeiten verschiedener Ringläuferformen erwähnt.

Über diesen Stand der Technik hinaus wird eine neuartige erfolgversprechende Ring/Ringläuferkombination beschrieben. Hierbei handelt es sich um einen Flanschring aus Sinterstahl, gepaart mit einem entsprechenden Ringläufer, der lediglich an der Anlagezone mit einem Nylonteil armiert ist, während der Fadendurchlauf aus Stahldraht besteht. Diese Kombination dürfte die herkömmlichen Leistungsgrenzen erheblich erweitern. Auch für die Verarbeitung kurzstapeliger Synthetikfasern und deren Mischungen dürften diesem Prinzip einige Erfolgsaussichten zuzurechnen sein, zumal damit die Gefahr der Schmelzstellenbildung ausgeschaltet wird.

Es bleibt zu hoffen, daß diese Arbeit dazu beigetragen hat, das nicht immer einfache Verständnis um Ring und Ringläufer transparenter zu gestalten. Der aufgezeigte hohe technische Stand sowie die vielschichtigen Entwicklungstendenzen sollten uns dazu ermutigen, diesem System auch weiterhin seinen gebührenden Platz in der Garnerzeugung einzuräumen.

Literatur:

- 1) S. Fürst: „Leistungsgrenzen von Ringen und Ringläufern“; Sonderdruck aus Textil-Praxis, Heft 7, Stuttgart 1959
- 2) J. Lünenschloß und H. Rottmayr: „Der Einfluß verschiedener Spinnparameter als Ursache für das Auftreten von Schmelzstellen im Polyester/Baumwoll-Mischgarn“; Melliand Textilber. 53/7/8/9 (1972)
- 3) J. Lünenschloß und D. Pfeifle: „Berührungslose Temperaturmessung des Spinnläufers mit Hilfe eines Infrarot-Mikroskopes“; Melliand Textilber. 52/10/11 (1971)
- 4) H. Rottmayr: „Probleme beim Ringspinnen von Chemiefasern mit hoher Spindeldrehzahl“; Referat im Rahmen des Reutlinger Kolloquiums „Hochleistungsspinnen — Wege zur Steigerung der Produktivität“ vom 28. 2. bis 1. 3. 1974
- 5) H. Rottmayr und G. Egbers: „Die Entstehung der Schmelzstellen bei der Verspinnung von Polyester/Baumwoll-Mischungen“; Melliand Textilber. 54/6 (1973)

Diskussion

Köb: Die meisten Probleme, die speziell angesprochen worden sind, sind ja allen, die synthetische Fasern verarbeiten, bekannt. Die Frage der Schmelzstellenvermeidung ist sicherlich von solchem Interesse, daß sie noch weiter besprochen werden wird, während der Problembereich „geschmierter und nicht geschmierter Ring“ sich letzten Endes schon von selber entschieden hat.

Keller: Bei Maschinen mit automatischen Doffern im Kurzstapelspinnbereich bereiten Anspinnfadenbrüche immer wieder große Schwierigkeiten, sodaß dann der Versuch gemacht wird, die Läufer und vielleicht auch die Ringkombination zu beeinflussen, um dieses Problem zu lösen. Ist das aus Ihrer Sicht der richtige Weg?

Fürst: Wir kennen dieses Problem bei schweren kardierten Baumwollgarnen und empfehlen Läufer, die einen schrägen Fuß haben, bei dem das Garn nicht so leicht herausgleiten kann, was ja gerade beim Doffen der Fall ist.

Köb: Ist vielleicht jemand unter Ihnen, der auch Ringläufer und Ringe fertigt und zur Frage der Schmelzstellenvermeidung eine andere Vorstellung hat, oder der das bestätigen kann, was hier gesagt wurde, nämlich, daß man durch eine geeignete Läuferform den Faden so weit wie möglich vom Ring wegbringen muß, damit er nicht eingeklemmt werden kann? Nein.

Ist einer der Herren von Reutlingen da, der sich mit dem luftgelagerten Ring beschäftigt hat? Ich habe nämlich im Jahre 1952 in Reutlingen dazu ein Experiment gemacht, während dessen Verlauf ich plötzlich auf eine Vorstellung stieß, nach welcher die Angabe von Professor Johnson, eine Geschwindigkeit von 24 bis 28 m/min sei erlaubt, nicht mehr in der Luft hing. Es schien vielmehr, daß es gar nicht die Geschwindigkeit des Läufers als solche war, die eine solche Grenze setzte, sondern die Fadenspannung.

Wenn man beim normalen Spinnen die Läufergeschwindigkeit erhöht, dann steigt ja auch die Ballonspannung, und es treten dann andere Kräfte auf. Wir haben aus diesem Grund einen beweglichen und angetriebenen Ring gebaut, diesen in einer Spinnerci in eine Ringspinnmaschine einbauen lassen und erwartet, daß es bei einem in Richtung des Läufers angetriebenen Ring besser gehen würde. Die Vorstellung, daß der Läufer Sprünge macht und gar nicht schön auf dem Ring herumläuft, lag uns fern. Es war daher eine große Enttäuschung, als wir den Ring in Richtung des Läufers antrieben und sahen, daß die Fadenspannung immer größer wurde. Zusätzlich hatten wir einen steinharten Kops erhalten, und der Faden riß bald.

Ich habe dann Bücher gewälzt und gefunden, daß die Eisenbahner anno 1870 auch festgestellt hatten, daß beim Abbremsen eines schnellen Zuges der Reibungskoeffizient μ geschwindigkeitsabhängig wird; bei großer Geschwindigkeit ist das μ klein, bei geringer Geschwindigkeit ist es groß. Bis dahin hatte ich μ für geschwindigkeitsunabhängig gehalten. Darf ich fragen, ob sich seitdem etwas geändert hat?

Ehrler: Das ist also doch heute etwas anders geworden. Die Luftlagertechnik hat sich erheblich weiterentwickelt, und es gibt heute schon Luftlager, die reibungsarm laufen. Die Hauptschwierigkeit des Spinnens mit einem luftgelagerten Ring besteht darin, daß man den Ring über den Läufer antreiben und ihn auf dieselbe Geschwindigkeit, die auch der Läufer hat, bringen muß.

Köb: Damit ist aber keine Reibung mehr vorhanden! Das ist dann nur noch eine rotierende Öse und damit ein völlig anderes Problem!

Ehrler: Ja, genau. Die Reibung muß weitgehend verschwinden. Ist zwischen Läufer und luftgelagertem Ring noch eine Reibung vorhanden, dann entsteht eine unkontrollierbare Bewegung — eben wegen dieses μ . Aus welchen Gründen sich das μ ändert, haben wir nicht herausgefunden.

Bei derartigen unkontrollierbaren Bewegungen ändert sich auch die Fadenspannung ständig, und dann hat man Schwierigkeiten. Wenn aber das Luftlager, das heißt der Spinnring, mit derselben Geschwindigkeit wie der Läufer läuft, dann kann man die Fadenspannung erheblich reduzieren, und zwar auf — Herr Fürst nannte die Zahl — 24.000 U/min. Wir haben mit dieser Drehzahl Garne gesponnen, die keinerlei Schädigungen aufwiesen.

Über die Fadenbrüche können wir allerdings nichts aussagen, denn wir hatten nur eine Spindel. Es ist also durchaus möglich, daß man bei mehreren Spindeln Schwierigkeiten haben könnte.

Eine andere Frage ist die, wie man den Spinnring in akzeptabler Zeit auf die Läufergeschwindigkeit bringt und natürlich auch wieder abbremsst, doch haben wir uns auch damit nicht befaßt.

Köb: Auch nicht mit dem echt angetriebenen Ring?

Ehrler: Nein, wir gingen davon aus, daß das zu teuer würde, das heißt noch teurer als ein Luftlager.

Ammann: Wie sieht es eigentlich mit der Wartung und mit der Betriebssicherheit eines Living-Ringes aus?

Fürst: Vor 1 1/2 bis 2 Jahren ist für das Prinzip des Living-Ringes sehr viel Reklame gemacht worden. Im Prinzip wird neben dem Ring ein Getriebe installiert — der Amerikaner nennt es "bull eye" —, das den Ring spontan auf hohe Drehzahlen bringt. Bei J. P. Stevens wurde eine Versuchsmaschine installiert, und ich hatte im letzten Jahr anlässlich der Messe in Greenville versucht, einiges über dieses Prinzip zu erfahren. Ich erfuhr, daß diese Angelegenheit „gestorben“ sei, sodaß ich Ihre Frage bezüglich der Wartung leider nicht beantworten kann. Es hieß aber, dieses System mit dem separaten Getriebe sei zu teuer; der Dollarpreis wurde mir nicht genannt.

Ammann: Kann der Herr von Reutlingen etwas über die Wartung bzw. die Betriebssicherheit von luftgelagerten Ringen sagen?

Ehrler: Die Wartung eines Luftlagers anhand einer einzigen Spindel zu beurteilen, ist etwas schwierig, und wir haben nicht den Mut, darüber eine Aussage zu machen. Ich hatte aber erwähnt, daß die Luftlagertechnik in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht hat, sodaß es heute wohl keine Schwierigkeit mehr darstellt, mit normaler Preßluft, die nur entfettet, das heißt über entsprechende Filter geleitet wird, zu arbeiten.

Eine große Schwierigkeit der Luftlagertechnik war ursprünglich, daß man nur ganz reine Luft verwenden durfte, was sehr teuer kam. Das ist inzwischen wohl besser geworden, und es laufen im allgemeinen Maschinenbau schon recht viele Luftlager, allerdings mit anderen Abmessungen und unter anderen Bedingungen. In der Spinnerei staubt es bekanntlich sehr stark, und vor allem die Synthefasern, bei denen es interessant wäre, zeigen ja diesen berühmten mehlartigen Abrieb, und wir wissen nicht, was dieser mehlartige Abrieb in einem solchen Luftlager macht.

Pestel: Ich möchte die Aussagen von Herrn Ehrler bestätigen. An der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt wurden in den Jahren 1964 bis 1966 umfangreiche Versuche mit luftgelagerten Spinnringen durchgeführt. Die Toleranzen, die man dort benötigt, sind zwar höhere als im normalen Maschinenbau üblich, aber der Luftverbrauch ist sehr gering, er liegt also nur bei geringen Überdrücken. Doch auch bei uns wurden diese Versuche aus ökonomischen Gründen eingestellt. Man kam eindeutig zu der Aussage, daß die Fadenbruchhäufigkeit bei höheren Geschwindigkeiten ansteigt, weshalb man mehr Handzeiten benötigt, sodaß im Grunde genommen aus wirtschaftlicher Sicht in der Spinnerei kein Anlaß besteht, mit höheren Ringläufergeschwindigkeiten zu arbeiten.

Müller: Hier wird also über die Erhöhung der Ringläufergeschwindigkeiten gesprochen. Gibt es dort nicht auch physikalische Grenzen — einfach dadurch bedingt, daß irgendwann einmal die Spannung des Fadens zu groß wird? Auch bei extrem kleinen Reibungsverhältnissen zwischen Ring und Läufer? Gibt es darüber irgendwelche Vorstellungen, wo diese Grenzen liegen könnten?

Fürst: Wenn ich von unseren Versuchen mit dem vertikalen trockenen Ring mit dem ohrförmigen Läufer ausgehe, so lagen die Grenzen bei 17.000 bis 18.000 Touren bei einem 2-Zoll-Ring, das waren also weit über 40 m/sec. Wir stellten bei dieser recht beachtlichen Drehzahl eine gewisse Garnaufrauung fest, die wohl durch Luftreibung und Reibung am Balloneinengungsring erzeugt wurde.

Wenn man heute zwischen 30 und 32 m fährt und eine Geschwindigkeit von 40 bis 42 m/min anstrebt, so wird dazwischen wohl eine Begrenzung liegen, die nicht nur von Ring und Läufer herrührt. Das Garn sieht bei diesen hohen Drehzahlen effektiv rauher aus, und der Reißkraft- und Dehnungsverlust ist auch sichtbar, aber noch in tragbaren Grenzen.

Köb: Es ist sicher nicht die Geschwindigkeit des Läufers auf dem Ring, was uns stört, sondern das Problem der Fadenspannung. Steigern wir die Spindeldrehzahl, so wächst der Ballon. Um ihn auf der ursprünglichen Größe zu halten, müssen wir die Fadenspannung im ganzen System erhöhen, und dies geschieht durch Einsetzen eines schwereren Läufers. Wir brauchen also eine erhöhte Reibung zwischen Läufer und Ring, die wiederum Wärme

entwickelt. Nach meiner Meinung ist aber die bekannte Angabe von Grenzen der Läufergeschwindigkeit hauptsächlich ein Ausdruck für zulässige Grenzen der Fadenspannung, die für eine bestimmte Größe und Umlaufgeschwindigkeit eines Ballons eingestellt werden muß. Bei ballonlosem Spinnen dürften die Verhältnisse jedoch anders sein.

Siegl: Wenn nun die Aufrauung überall gleichmäßig wäre, so würden wir einfach ein rauhes Garn, eine Art Bauschgarn oder voluminöses Garn, erhalten, und die

Sache wäre auch gut. Aber die Aufrauung ist leider ungleichmäßig: auf der einen Spindel ist das Garn glatter, auf der anderen rauher, oben ist es anders als unten, und damit ist doch praktisch das Todesurteil über die Ringspinnmaschine gesprochen. Die Amerikaner haben 1 Million Dollar in die Forschung „Ring und Läufer“ gesteckt und haben dabei nichts erreicht. Man wird eben die Ringspinnmaschine langsam aber sicher abbauen.

Köb: Das war Tells Geschoß. Ich glaube nur, Herr Fürst läßt sich dadurch nicht drausbringen. Er gedenkt noch lange mit Ring und Läufer zu leben.

KORROSIONSSCHUTZ W. HÖHNEL KG.

Sandstrahl-, Flammstrahl-, mechanische Entrostung,
staubreiches Sandstrahlen mit Vacu-Blast,
Naßstrahlen, Schutz- und Industrieranstriche aller Art,
Behälterauskleidungen mit lösungsmittelfreiem
Kunststoff,
Holzschutz, Isolierungen und Streichgummierungen,
Metallspritzten von Zink, Aluminium und Aluminium-
legierungen, kathodischer Korrosionsschutz,
Klimatisierung zur Trockenlegung von
schwitzwasserfeuchten Anlageteilen.

A-4021 LINZ/DONAU, BISCHOFSTRASSE 5

Tel. 07222/22 101, 22 102, 28 174; FS 02 1469

Postfach 202, Telegrammadresse: Höhnel KG Linz

Korrosionsschutzwerk: Linz, Zamenhofstraße 41

Bikomponentenfasern

Dr. Oskar Heubeger und Dr. A. J. Ultee
E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc., Benger
Laboratory, Waynesboro/Virginia

Die Bikomponentenfasern werden als eine der interessantesten Entwicklungen auf dem Gebiet der synthetischen Fasern betrachtet. Der Mechanismus der Bildung einer Spiralkräuselung durch Seite-an-Seite-Bikomponentenfasern wird erklärt und anhand handelsüblicher Produkte illustriert. Die Unterschiede in der Kräuselungsentwicklung bei reversibler und irreversibler Kräuselung werden aufgezeigt. Diese Differenzen werden beispielsweise anhand von Nylon-Bikomponentenfilamenten und Acrylfaserbikomponenten erläutert.

Der Einfluß der Kräuselung von Bikomponentenfasern auf die Anwendungstechnik beim Färben und Ausrüsten sowie auf die Eigenschaften des textilen Endproduktes werden untersucht. Es wird aufgezeigt, daß Bikomponentenfasern eine einzigartige Kombination von Bausch, Elastizität, Springkraft und ästhetischen Griffvariationen ermöglichen, die nennenswerte Vorteile im Vergleich zu den monokomponenten Chemiefasern sowie zu den natürlichen Fasern bringen. Diese Attribute führten in den USA zu einem bedeutenden Wachstum des Einsatzes von Bikomponentenfasern für Handstrickgarne und Sweater, und man erwartet, daß sich dank ihrer Eigenschaften auch für andere Anwendungsgebiete neue Möglichkeiten ergeben.

Bicomponent fibres are considered one of the most interesting developments in the field of synthetic fibres. The mechanism of the formation of a spiral crimp by side-by-side bicomponent fibres is explained and illustrated with commercial products. The differences in the development of a reversible and an irreversible crimp are shown. These differences are demonstrated with examples of nylon bicomponent filaments and acrylic bicomponent fibres.

The implications of using bicomponent fibres on dyeing and finishing procedures and on the properties of the resulting textile are examined. It is emphasized that bicomponent fibres permit a unique combination of bulk, elasticity, flexibility and esthetic hand variations which mean remarkable advantages as compared to monocomponent chemical fibres and to natural fibres. These characteristics have in the U.S.A. led to a considerably growing application of bicomponent fibres for hand knitting yarns and sweaters, and it is expected that new possibilities will yet arise for other applications as well.

I. Einleitung

Die Entwicklung synthetischer Bikomponentenfasern stellt eine bemerkenswerte technische Leistung und einen wesentlichen Beitrag für die Textilindustrie dar. Frühere Veröffentlichungen¹⁻⁴ haben die industriell allgemein angewandte Technologie der Produktion von Bikomponentenfasern beschrieben. Der Zweck der heutigen Ausführungen ist es aber, auf den Mechanismus näher einzugehen, durch den die Bikomponentenfasern ihre einzigartigen Spiralkräuselungscharakteristika entwickeln, sowie zwischen irreversibler und reversibler Kräuselung zu unterscheiden. Anhand der Beispiele von aus der Schmelze gesponnenen und

lösungsgesponnenen Bikomponentenfasern soll dies aufgezeigt werden. Ferner wird auf die wirtschaftliche Bedeutung der Bikomponentenfasern hingewiesen, wobei besonders auf die Bikomponentenacrylfaser „Orlon“ Type 21 eingegangen werden soll.

Im allgemeinen unterscheidet man zwischen drei verschiedenen Typen bikomponenter Fasergebilde (Abbildung 1):

dem Mantel-Kerntyp,
dem Fibrillen-Matrixtyp und
dem Seite-an-Seite-Typ.

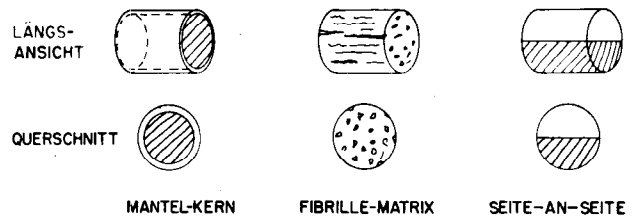


Abb. 1: Typen von Bikomponentenfasern

Der heutige Überblick befaßt sich nur mit dem kommerziell bedeutendsten „Seite-an-Seite“-Typ, in dem die beiden Komponenten exzentrisch angebracht sind und entlang der ganzen Faser verlaufen. Dabei wurden die Komponenten so ausgewählt, daß sie auf den Einfluß von Hitze, Feuchtigkeit oder von beiden zusammen in verschiedener Weise reagieren (Abb. 2).

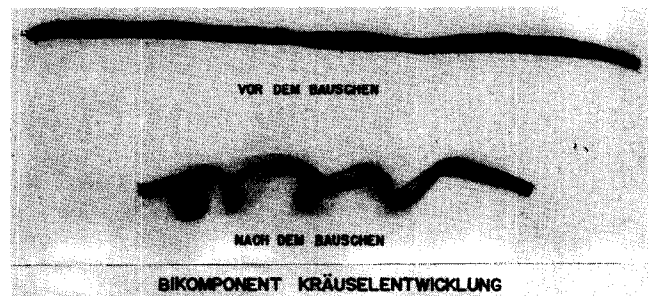


Abb. 2: Modell einer Bikomponentenfaser

Dieser bikomponente Fasertyp wurde um 1953 durch Horio und Kondo⁵ beschrieben. Diese Forscher fanden, daß eine gefärbte Wollfaser im Querschnitt zwei Phasen enthält, die man später Paracortex und Orthocortex nannte⁶ (Abb. 3). Die beiden Seiten der Faser sind sowohl in ihrer chemischen Zusammensetzung als auch in bezug auf ihre Quelleigenschaften verschieden. Wenn die Paracortex nach dem Aufquellen in Wasser getrocknet wird, schrumpft sie in Längsrichtung mehr als der Orthocortex und bewirkt somit, daß sich die Fasern in Spiralförmigkeit kräuseln⁷.

Seite-an-Seite-Bikomponentenchemiefasern aus Viskose⁸, in denen eine relativ amorphe und eine überwiegend kristalline Komponente den verschiedenen Schrumpf der bikomponenten Kräuselung hervorrufen, wurden schon 1953 beschrieben. Die kommerziell wohl bedeutendsten Entwicklungen von synthetischen Bikomponentenfasern waren bikomponente Polyamide und bikomponente Acrylfasern, die erstmals durch Du Pont um 1960 eingeführt wurden. Die Zahl der bikomponenten Fasern hat seitdem stark zugenommen, und wir kennen heute außer „Orlon“



Abb. 3: Querschnitt von Wollfasern

weitere zehn Acryl-Bikomponentenfasern. Dazu zählen unter anderen Courtaulds „Courtelle LC“, Monsanto T57B „Acrilan“, Asahis „Cashmilon“¹. Bevor wir den Gebrauchswert dieser Produkte näher betrachten, kann es von Interesse sein, aufzuzeigen, wie die Bikomponentenfasern durch ihre Zusammensetzung und die Einlagerung von Komponenten die für sie charakteristische Spiralkräuselung erhalten und wie die Kräuselung die Eigenschaften von Garnen und textilen Flächegebilden beeinflusst.

II. Grundsätze der Kräuselentwicklung durch Bikomponenten

A. Charakterisierung der Bikomponentenkräuselung

Die Kräuselung ist durch den „Kräuselindex“ gekennzeichnet, der den Unterschied der Faserlänge im gekräuselten und im voll ausgestreckten ungekräuselten Zustand in Prozent der ausgestreckten Länge ausdrückt:

$$K. I. = \frac{L_o - L_c}{L_o} \times 100 \%$$

Zwei andere Kräuseleigenschaften von Bedeutung sind die Kräuselfrequenz (Anzahl von Kräuselungen pro Zentimeter) und der Kräuselumfang. Diese drei Eigenschaften hängen voneinander ab. So kann man zum Beispiel feststellen, daß bei einem bestimmten Kräuselindex ein größerer Kräuselumfang zu reduzierter Kräuselfrequenz führt. Bei Bikomponentenfasern führt der Differentialschrumpf der beiden Komponenten zu einer dreidimensionalen Spirale oder Schraubenlinie. Im Idealfall hat diese einen gleichbleibenden Umfang und Neigungsgrad, vergleichbar mit einer Metallfederspirale. In der Praxis ist diese Spirale allerdings nicht ideal, da Hemmungen während der Entwicklung der Kräuselung Umkehrungen der Kräuselung und andere Unregelmäßigkeiten in der Fasergestalt hervorrufen.

Brand und Kende⁹ entwickelten ein Instrument, das die Kräuselparameter der einzelnen Fasern automatisch mißt und durch Computertechnologie Seiten-

und Endansichten der Fasern reproduziert. Abbildung 4 zeigt die Anwendung dieser Technik, um schräge Seitenansichten¹⁰ von Einzelfasern aus „Cantrece“-Nylon, einem bikomponenten Polyamidfilament, von „Orlon“ Type 21, einer Acryl-Bikomponentenfaser, und von „Orlon“ Type 75, einer mechanisch gekräuselten Monokomponentenfaser, sowie von Wolle zu erhalten.



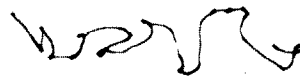
‘CANTRECE’ NYLON, 20 dTEX BIKOMPONENT FILAMENT



‘ORLON’ T-21, 6,7 dTEX BIKOMPONENT-ACRYLFASER



‘ORLON’ T-75, 2,8 dTEX MONOKOMPONENT-ACRYLFASER



WOLLE, 7,5 dTEX

Abb. 4: Schräge Seitenansicht von Einzelfasern

„Cantrece“-Nylon kommt der idealen „heliokoidalen“ Form am nächsten, wenn man von einigen wenigen begrenzten Umkehrungen absieht. Bikomponentenfasern aus „Orlon“ und Wolle zeigen einen großen Kräuselumfang und eine nur geringe Krümmung, wenn man sie mit der auf mechanischem Wege gekräuselten „Orlon“-Monokomponentenfaser vergleicht, die einen geringeren Kräuselumfang, aber scharfe Biegungen aufweist.



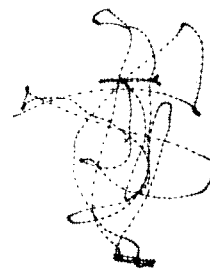
‘CANTRECE’ NYLON BIKOMPONENT FILAMENT



‘ORLON’ T-75 MONOKOMPONENT-ACRYLFASER



‘ORLON’ T-21 BIKOMPONENT-ACRYLFASER



U.S. WOLLE

Abb. 5: Endansicht von Einzelfasern

Noch besser kommen diese Unterschiede in der Endansicht der gleichen Faser zum Ausdruck. Abbildung 5 zeigt eindeutig, daß die Acryl-Bikomponentenfaser „Orlon“ Type 21 und Wolle ein größeres Volumen einnehmen, als die beiden anderen Fasern. Wie später erwähnt wird, bedeutet dieses höhere Volumen ein größeres Bauschpotential, was für die Praxis sehr wichtig ist.

B. Theorie der Kräuselentwicklung

Die Kräuselentwicklung von Bikomponentenfasern wird sowohl durch die Eigenschaften als auch durch die räumliche Aufteilung der Komponenten beeinflusst. Seit dem Beginn der sechziger Jahre haben sich eine Anzahl von Veröffentlichungen^{7, 11-19} mit dem Problem der Berechnung des Kräftegleichgewichts beim Krümmen von Bikomponentenfasern, wenn kein Zug auf die Faser ausgeübt wird, befaßt. Die bekannten Berechnungen beruhen auf der Analogie zwischen einer Bikomponentenfaser und einem Bimetallstreifen.

Abbildung 6 zeigt die Expansion zweier verschiedener Metalle, die in einer Längendifferenz von ΔL resultieren würde, wenn sie sich unabhängig voneinander ausdehnen könnten. Sind sie hingegen miteinander verbunden, so ergibt sich eine Krümmung, die in umgekehrtem Verhältnis zum Krümmungsradius ζ_0 steht. Für geringfügigere Verzerrungen kann die Krümmung anhand der Materialeigenschaften und Dimensionen kalkuliert werden, wobei die Gleichungen von Timoschenko^{20, 21} angewendet werden.

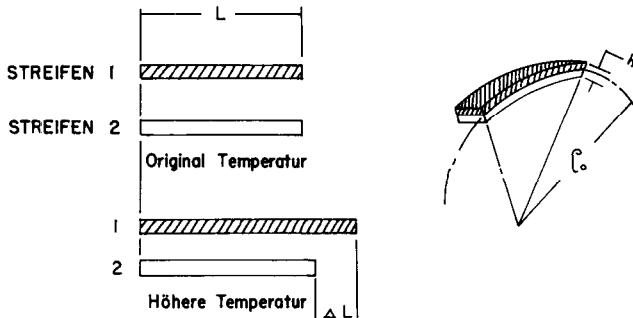


Abb. 6: Krümmung eines Bimetallstreifens

Gleicherweise kann die Schrumpfdifferenz der Komponenten in einer Seite-an-Seite-Bikomponentenfaser zu einer Krümmung führen, die dann als Funktion der Fasereigenschaften und der Faserdimensionen berechnet werden kann. Die ursprünglichen Berechnungen von Timoschenko für rechteckige Querschnitte wurden erweitert, sodaß sie heute auf eine ganze Reihe von Querschnittsprofilen angewandt werden können. Allgemein gültig ist, daß die Krümmung im Gleichgewicht proportional zum Längenänderungsunterschied der Komponenten (Δl) und umgekehrt proportional zur Dicke (h) der Faser ist.

Es wurde auch noch eine Theorie entwickelt, die sich mit dem Verhältnis zwischen dem Kraft-Dehnungsverhalten einer Schraubenfeder und ihrer Querschnittsform, sowie mit den physikalischen Eigenschaften des Materials befaßt²². Brand und Backer¹¹ zeigten, daß eine Erhöhung des Verhältnisses der Biege- zur Torsionssteifheit, die durch eine

Änderung des Faserquerschnitts erhalten wurde, in einer verstärkten Federwirkung resultierte, die dann zur Erzielung einer gegebenen Dehnung höhere Kräfte verlangt. Dabei nahmen die Autoren an, daß die Enden der Schraubenfeder nicht frei rotieren könnten, und die Gleichungen wurden vereinfacht, sodaß sie nur für Fasern mit niedrigem Kräuselindex gelten.

Eine kürzlich erfolgte Ausweitung dieser Theorie^{22, 24} befaßt sich auch mit Spiralenenden, die frei rotieren können wie in Spiralen mit Umkehrungen. Wie Abbildung 7 illustriert, resultierten diese Verfeinerungen für praktische Steifheitsverhältnisse $P_r,1$ bis $P_r,3$ nur in geringen Kräfteänderungen, die benötigt werden, um eine gegebene Federdehnung zu erhalten. Allgemein gültig bleibt, daß die Federhärte mit der Erhöhung des Steifheitsverhältnisses, das hauptsächlich eine Funktion der Querschnittsform ist, ansteigt.

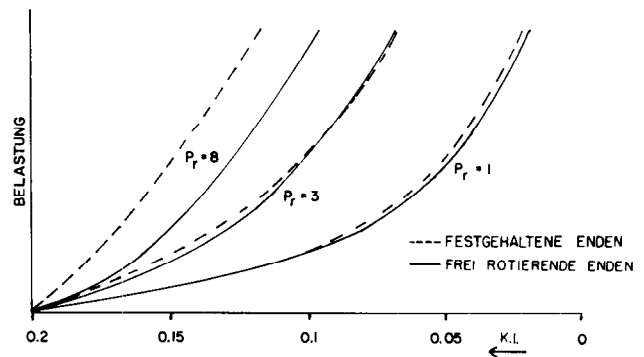


Abb. 7: Theoretische Belastungsdehnungskurven für Spiralfedern mit gleicher Kräuselfrequenz und verschiedenen Verhältnissen (P_r) von Biege- zur Torsionssteifheit

Brand und Backer¹¹ erkannten, daß zwischen den Dehnungskräften, die eine Bikomponentenfaser zu Anfang ihrer Kräuselbildung entwickelt, und den während der Verzugs- und Entspannungsphase auftretenden Kräften einer Faser, die in ihrer gekräuselten Form fixiert wurde, ein wesentlicher Unterschied besteht. Diese Verschiedenheit ist auf das Nachlassen interner Spannungen von thermofixierbaren Komponenten während der Kräuselfixierung zurückzuführen. Dieser Vorgang wird durch Abbildung 8 erläutert. Oben rechts im Bilde finden wir die gerade, noch nicht entspannte Bikomponentenfaser mit dem Kräuselindex Null, die nun zufolge der Schrumpfdifferenz zum ersten Mal zum Kräuseln gebracht wird. Nur unterhalb einer bestimmten kritischen Spannung kann

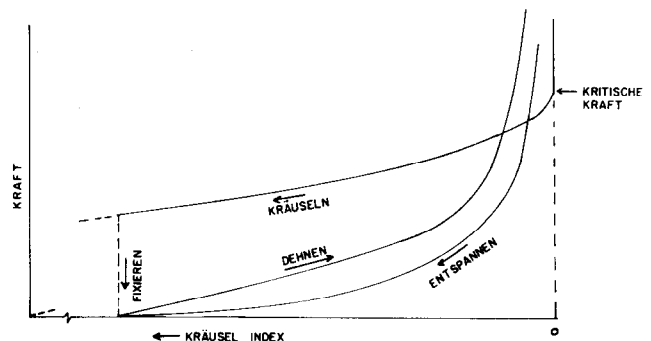


Abb. 8: Kräftediagramm während eines Kräuselfixier- und Dehnungszyklus

sich eine Kräuselung entwickeln, und die maximale Kräuselbildung würde voraussetzen, daß die Faser absolut zugspannungsfrei geschrumpft werden müßte.

In der Praxis verläuft die Kräuselung der Faser jedoch immer gegen eine äußere Zugkraft, die die Kräuselintensität begrenzt. Die Fixierbehandlung vermindert die Zugkraft, ohne den Kräuselindex zu ändern. Vollständige Fixierung würde zu einer gekräuselten Faser führen, die sich wie eine homogene Schraubenfeder verhält. Die Kraft, die benötigt wird, um eine gewisse Dehnung dieser Feder zu erzeugen, ist wesentlich niedriger als die Kräuselpotentialkraft, die dieser Dehnung während des Kräuselns entspricht. Da die Rückschnellkraft einer fixierten Faser in Wirklichkeit noch kleiner als die Dehnungskraft ist, können Reibungswiderstände, wie sie in Garnen oder Geweben auftreten, die Wiederherstellung der ursprünglichen Kräuselung im Endprodukt wesentlich beeinträchtigen.

Es soll später darauf eingegangen werden, daß Bikomponentenfasern mit reversibler Kräuselung, so zum Beispiel „Orlon“ Type 21, diese Unzulänglichkeiten nicht aufweisen, da sie ihre Kräuselung durch einen anderen Mechanismus entwickeln und daher zur Gänze ihr ursprüngliches Kräuselpotential in jedem nachfolgenden Naß-trocknungszyklus wieder voll zu rückerhalten.

H. K. Müller²² hat kürzlich berechnet, wie die Kurve der ursprünglichen Kräuselbildung vom Fasertiter, der Querschnittsgeometrie, der Schrumpfdifferenz der Komponenten, dem elastischen Modul und vom Poisson-Index der Komponenten abhängt. Die kritische Spannung kann auch mit Hilfe der Theorie des Knickens eines dünnen Stabes berechnet werden. Sie stimmt mit jenem Wert überein, bei dem die Kräuselpotentialkurve den Kräuselindex Null erreicht.

Diese Theorie wurde benützt, um das Kräuselpotential von Bikomponentenfasern mit rundem Querschnitt und verschieden großen Anteilen der beiden Komponenten zu bestimmen. Die Resultate dieser Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß in einem unter 30/70 liegenden Verhältnis der Komponenten die Fasern nicht mehr den gewünschten dreidimensionalen Kräuseleffekt aufweisen. Für die Praxis bedeutet diese Arbeit, daß eine schlechte Kontrolle der Verhältnisse der beiden Komponenten während der Herstellung von Bikomponentenfasern zu einer verminderten Kräuselbildung führt, sodaß man schlechte Garne sowie textile Flächegebilde mit niedrigem Bausch und geringerer Elastizität erhält.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen zur Genüge, wie theoretische Betrachtungen als Grundlage benützt werden können, um Bikomponentenfasern zu entwickeln, deren gewünschte Kräuseleigenschaften den praktischen Anforderungen an Garn und Gewebe entsprechen. Es muß jedoch festgestellt werden, daß bis heute keine ausreichenden Theorien entwickelt worden sind, die den Einfluß von Veränderungen der physikalischen Eigenschaften, wie zum Beispiel der Moduln, in Betracht ziehen, wie dies unter den praktischen Anwendungsbedingungen während des Färbens eintritt.

C. Irreversible und reversible Kräuselung

Die Bezeichnungen „irreversible“ und „reversible“

Kräuselung wurden gewählt, um festzustellen, ob eine Kräuselung ein für allemal, also irreversibel, beibehalten wird, oder ob die Kräuselung reversibel durch Waschen und Trocknen aufgehoben und regeneriert werden kann. Bei den meisten synthetischen Bikomponentenfasern wird die Spiralkräuselung irreversibel entwickelt, und durch das Entspannen des Differentialschrumpfes der beiden Komponenten während der ersten Behandlung bei höherer Temperatur im trockenen oder im nassen Zustand fixiert. In der Praxis kommt dies entweder während der Faserproduktion oder später, während des Färbens in einem Textilbetrieb vor. Die Kräuselung der Faser wird dabei direkt von jenen Zugkräften beeinflusst, die während des Kräuselvorgangs auf sie einwirken. Die so erhaltene Kräuselung ist daher auch während nachfolgenden Naß- und Trockenbehandlungen so lange konstant, bis die Temperaturgrenze der ursprünglichen Kräuselentwicklung wesentlich überschritten wird. Im praktischen Einsatz werden derart hohe Temperaturen aber kaum erreicht.

Im Gegensatz dazu kann eine reversible Kräuselung durch Naßbehandlungen aufgehoben und durch nachfolgendes Trocknen wieder hergestellt werden, da sie durch einen anderen Mechanismus erzeugt wird. In reversiblen Bikomponentenkräuselfasern rührt die Schrumpfdifferenz eher vom Abschwellen der beiden Komponenten her als von deren verschiedener Desorientierung. Typische reversible Bikomponentenkräuselfasern sind die Wolle und ionisch modifizierte Acrylfasern, wie zum Beispiel die Bikomponentenfaser „Orlon“ Type 21, die hydrophile Gruppen verschiedener Konzentration in den beiden Komponenten enthält. Diese Fasern können unter großen Verzugskräften in nassem, gestrecktem Zustand hohen Temperaturen ausgesetzt werden, ohne daß ihr endgültiges Kräuselpotential beeinträchtigt würde. Die Kräuselbildung findet während des Trocknens statt, sodaß die Endkräuselung lediglich durch die freie Beweglichkeit oder durch Zugkräfte während dieses Vorgangs kontrolliert wird.

Diese zwischen irreversiblen und reversiblen Kräuselfasern bestehende Differenz ist von großer praktischer Bedeutung. Die reversible Bikomponentenkräuselfaser kann beispielsweise unter hoher Spannung (wie sie in der Kreuzspulfärbung vorkommt) verarbeitet werden und wird dennoch während einer spannungsfreien Trocknung ihr volles Kräuselpotential entwickeln. Im Gegensatz hierzu wird eine irreversible Bikomponentenkräuselfaser, wie beispielsweise eine neutral modifizierte Acryl-Bikomponentenfaser, versuchen, sich während einer Heiß-Naßverarbeitung (wie z. B. bei der Kreuzspulfärbung) zu kräuseln. Da die Spannung während der Kräuselentwicklung dann hoch ist, wird die irreversible Bikomponentenkräuselfaser nur eine geringe Kräuselung entwickeln.

D. Auswirkungen der Bikomponentenkräuselung

Die Spiralkräuselung der Bikomponentenfaser verleiht Garnen und Geweben Bauschigkeit, Sprungkraft, Elastizität sowie zahlreiche Möglichkeiten, den Griff der Ware in einem Ausmaß zu variieren, wie dies mit Monokomponentenfasern nicht erreicht werden könnte. Bausch ist das Volumen, das ein gegebenes Materialgewicht einnimmt. Maximaler Bausch wird beim Einsatz von Bikomponentenfasern dann erreicht, wenn

jede Einzelfaser die Möglichkeit hat, sich individuell zu krauseln, das heißt nicht in der gleichen Phase wie die anderen Fasern.

Gespinnene Hochbauschgarne können immerhin auch mit Monokomponentenfasern erzielt werden. Dies geschieht durch die Beimischung von Fasern, die einen hohen Schrumpf aufweisen und die die mitverarbeiteten Fasern mit niedrigerem Schrumpf zum Bauschen bringen. Wir haben jedoch in diesem Fall ein Garn vor uns, das einen Kern von unter Spannung stehenden Fasern enthält, die die Dehnung begrenzen und eine geringe Elastizität aufweisen.

Zusätzlich zu Bausch und hoher Elastizität erlaubt die Spiralkrauslung, eine höhere Sprungkraft und einen besseren Griff zu erzielen. Man kann diese Eigenschaften weitgehend verändern, wenn man einen weichen oder — wenn verlangt — einen etwas kernigeren Griff zu erhalten wünscht. Dies wird ermöglicht, indem man den Titer der Fasern und gegebenenfalls die physikalischen oder die chemischen Eigenschaften der beiden Komponenten variiert.

III. Praktische Beispiele von Bikomponentenfasern

A. Nylon-Bikomponentenfasern

Die erste aus dem Schmelzfluß gesponnene Bikomponentenfaser „Cantrece“-Nylon wurde von Du Pont im Jahre 1963 eingeführt. „Cantrece“-Nylon ist ein selbstkrauselndes Garn für die Strumpfindustrie, das aus einem Nylon 66-Homopolymer und einem Nylon 66-Copolymer hergestellt wird. Durch diese Kombination wird das gewünschte differenzierte Schrumpfpotential erreicht²⁵. Kürzlich führte Monsanto eine neue Bikomponentenfaser ein, in der die beiden Komponenten aus Polyamid und Polyurethan bestehen („Monvelle“²⁷).

Abbildung 9 zeigt eine Querschnittsansicht der „Cantrece“-Faser in unverzogenem Zustand. Die Faser wurde langsam abgeschreckt, um Sphärolithe im Homopolymeren zu erhalten. Die Größenordnung des Schrumpfes wird durch die chemische Zusammensetzung der beiden Komponenten und durch ihre physikalische Orientierung während des Verstreckens kon-

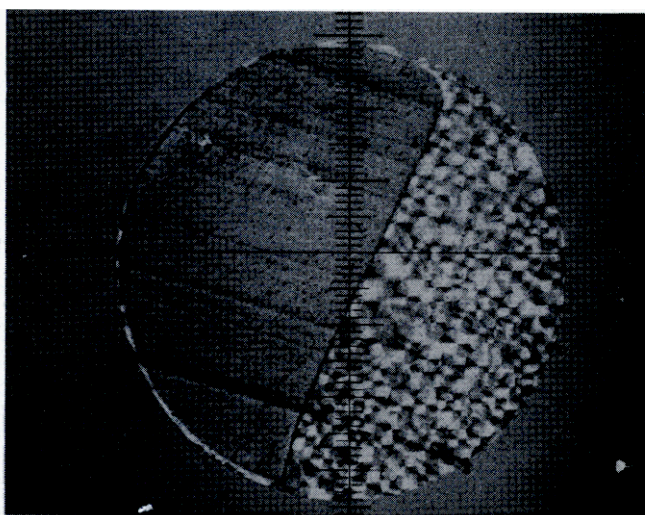


Abb.9: Querschnitt eines „Cantrece“-Nylonfilaments

trolliert. Ihre Krauslung wird durch Dämpfen unter geringer Spannung entwickelt und fixiert, worauf sie wiederum gestreckt wird, um eine metastabile, gerade Faser zu erhalten. Diese Faser hat die Tendenz, zum gekrauselten Zustand zurückzukehren, wenn man die Beweglichkeit der Polymersegmente erhöht.

In der Praxis wird die Faser ungekrauselt zum Strumpf verarbeitet, und hierauf die Krauslung dadurch wieder entwickelt, daß man unter geringer Zugbeanspruchung und standiger Bewegung die Ware dampft und somit den einzelnen Fasern eine größtmögliche Bewegungsfreiheit einräumt. Im Gegensatz zu dem nach dem Texturierverfahren verarbeiteten Nylon benötigt Bikomponent-Nylon keinen Texturierprozeß vor dem Einsatz in der Wirkerei und ergibt daher dort bessere Laufeigenschaften. Die regelmäßige Spiralkrauslung und das Ausfallen von Schleifenbildungen bzw. Garnverwicklungen im Strumpf aus Bikomponent-Nylon ermöglichen ein außergewöhnlich feines und sauberes Warenbild.

B. Neutral modifizierte Acryl-Bikomponentenfasern

Bei diesen Fasern bestehen die beiden Komponenten aus modifiziertem Polyacrylnitril, in denen neutrale nicht-ionogene Monomere, wie Methylacrylat, Vinylacetat oder Methacrylnitril, in verschiedenen Mengen eingebracht wurden, um so das gewünschte differenzielle Schrumpfpotential zu ermöglichen. Die meisten Bikomponenten-Acrylfasern gehören zu dieser Type. Die Krauslung wird in der Regel während des Herstellungsprozesses beim Trocknen entwickelt. Während der textilen Weiterverarbeitung mag die Krauslung zeitweilig ausgestreckt werden, doch wird die Faser jeweils zu ihrer ursprünglich gekrauselten Form zurückkehren, wenn sie Trockenhitze oder einem Naß-Heißverfahren ausgesetzt wird. Grundbedingung ist dabei allerdings, daß die auf die Faser einwirkenden Zugkräfte entsprechend niedrig gehalten werden.

Ein Beispiel von neutral modifizierten Acryl-Bikomponentenfasern ist „Orlon“ Type 24, eine pillarme 10-dtex-Faser, die kürzlich von Du Pont entwickelt wurde. Da die Gleichgewichtskrümmung einer Bikomponentenfaser umgekehrt proportional zur Dicke der Faser ist, hat dieser relativ grobe Titer einen hohen Krauselumfang. Dies zeigt Abbildung 10, in der eine „Orlon“-Faser, Type 24, 10dtex, mit einer Faser der Type 23, 6,7 dtex, verglichen wird. Die Kombination des höheren Deniers mit den spezifischen Kräusel-eigenschaften der Type 24 ergeben in der Ware den

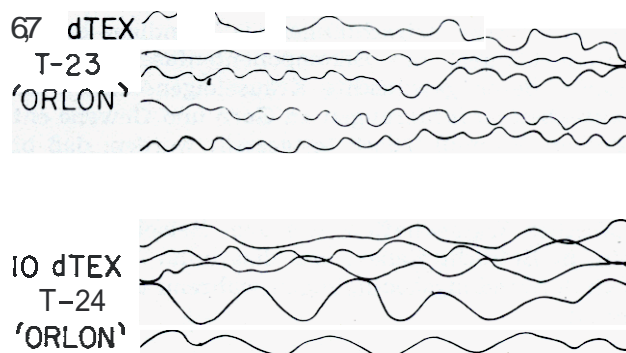


Abb.10: In der Flocke gefärbte, neutral modifizierte Acryl-Bikomponentenfasern

gesuchten kernigen Griff, der Shetlandqualitäten ähnlich ist. Die Type 24 gelangt zum Einsatz, wenn in bauschigen Handstrickgarnen, in gestrickter Außenbekleidung oder in streichgarnartigen Geweben Wolle imitiert werden soll.

C. Ionisch-modifizierte Acryl-Bikomponentenfasern

Diese Bikomponentenfasern zeigen in ausgeprägter Weise die reversible Kräuselung. Wie bereits betont, beruht der Mechanismus dieser Fasern auf dem unterschiedlichen Schrumpf, der durch das ungleiche Abschwellverhalten der Komponenten während der Kräuselbildung hervorgerufen wird. Die Längskomponente des Abschwellens bedingt die Kräuselung, die im allgemeinen dann am ausgeprägtesten ist, wenn die Orientierung der Komponente mit dem höheren Schrumpf so niedrig wie möglich gehalten wird. Heißbehandlung in gequollenem gestrecktem Zustand vermindert die Orientierung der höherschumpfenden Komponente und ermöglicht daher ein Freiwerden größerer Kräfte bei der später stattfindenden Kräuselentwicklung. Dies ist besonders in der Färberei von Bedeutung.

Der unterschiedliche Quellwert der beiden Komponenten wird durch Einbau verschiedener, auf Feuchtigkeit ansprechender, meistens ionischer Gruppen in beiden Komponenten erreicht. So enthalten beispielsweise die höher- und niedrigerschrumpfenden Komponenten der Acrylfaser Type 21 „Orlon“ („Sayelle“ *) 250 bzw. 60 meq/kg von ionischen Gruppen.

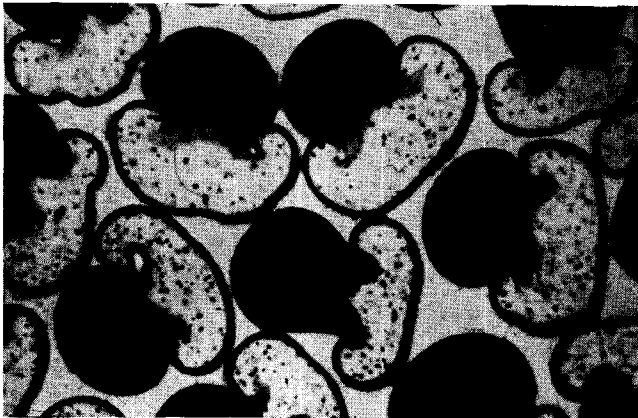


Abb. 11: Querschnitt von „Orlon“-Fasern T 21, 6,7 dtex

Abbildung 11 zeigt einen Querschnitt von Fasern der Type 21, in dem beide Komponenten ungleich anfärbbar sind, weil sie ionogen verschieden zusammengesetzt sind. Ähnlich wie Wolle ist diese Faser unter Heiß-Naßbedingungen, sobald die Hochschrumpfkomponekte stark angeschwollen ist, relativ gerade. Während des Trocknens der Faser schrumpft diese Komponente stärker als die andere und löst dadurch die Kräuselbildung aus. Dieser Krümmungsvorgang der Faser, auf englisch mit dem Ausdruck "squirm" bezeichnet, bedeutet, daß sich der Vorgang anlässlich jeder Naß-Trocknungsbehandlung wiederholt. In der Praxis wird die volle Kräuselentwicklung des öfteren

verzögert, indem die Faser in gestrecktem Zustand gehalten wird, bis im endgültigen Garn- bzw. Gewebeausrüstungsprozeß das Material durchnetzt und unter minimalem Zug getrocknet wird, um so die volle Bikomponentenkräuselung herbeizuführen.

IV. Textile Weiterverarbeitung und Ausrüstung

Bikomponenten-Acrylfasern werden in den Vereinigten Staaten nach dem Baumwoll-, Woll- bzw. Kammgarnsystem verarbeitet. Ein Spinnkabel wird auf dem Pacific Converter oder nach dem konventionellen Reißverfahren hergestellt. Da die Kräuselbildung weitgehend während des Färbens und Ausrüstens kontrolliert wird, wollen wir diesen Verarbeitungsstufen unsere besondere Aufmerksamkeit schenken.

Um die Kräuselbildung bei irreversiblen Bikomponentenkräuselfasern auszulösen, müssen diese unter geringstmöglicher Spannung gefärbt werden. Günstige Bedingungen für das Kräuseln während des Färbens bestehen beim Färben in der Flocke, im Kammzug, im Strang, im Kuchen oder in der Stückfärberei. Beim Stückfärben müssen alle Zugbeanspruchungen oder Warenspannungen so weit wie möglich verhindert werden, um die volle Kräuselbildung zu gewährleisten.

Reversible Kräuselbikomponentenfasern können nach allen bekannten kommerziellen Verfahren gefärbt werden, sogar auf der Kreuzspule oder im Stück, wenn die Faser gleichzeitig unter hoher Spannung verarbeitet wird. In den Vereinigten Staaten werden die Kreuzspulfärbung und die Stückfärbung als am wirtschaftlichsten angesehen, und dies sind daher die am häufigsten gewählten Färbeverfahren bei der Herstellung von gestrickter Oberbekleidung. Da die reversiblen Kräuselbikomponenten ihre Kräuselung während des Trocknens entwickeln, werden durch spannungsloses Trocknen die besten Resultate erzielt.

Reversible Bikomponentenkräuselfasern, wie z. B. „Orlon“ Type 21, sind weitgehend ionogen modifiziert und haben demzufolge hohe Anfärbegeschwindigkeiten. Dies kann zur Folge haben, daß es bei Mischungen von Bikomponenten- mit Monokomponentenfasern schwierig wird, färberisch gute Egalitäten zu erzielen. Der Einsatz von kationaktiven oder anionaktiven Bremsmitteln (Retardern) ergibt annehmbare Anfärbegeschwindigkeiten, kann jedoch auch Blockierungserscheinungen auslösen und ein unvollständiges Ausziehen des Bades nach sich ziehen. Außerdem entstehen durch Verwendung dieser Zusätze höhere Färbekosten.

Ein erst kürzlich entwickelter polymerer Retarder²⁹, der zur Klasse der polymeren Amine gehört, gestattet jedoch, diese Probleme zu lösen. Wie aus Abbildung 12 hervorgeht, umgibt dieser polymere Retarder die Oberfläche der Faser mit einer Art Film und dringt nicht in das Faserinnere selbst ein, wie dies bei monomeren Bremsmitteln der Fall ist. Das polymere Bremsmittel reduziert die Konzentration der Farbstoffmoleküle auf der Faseroberfläche und verzögert dadurch die Diffusion des Farbstoffes in das Innere der Faser. Dank diesem Mechanismus wird nur ein Zehntel der Quantität des polymeren Retarders benötigt, im Vergleich zum Bedarf an monome-

* Du Pont's eingetragenes Warenzeichen

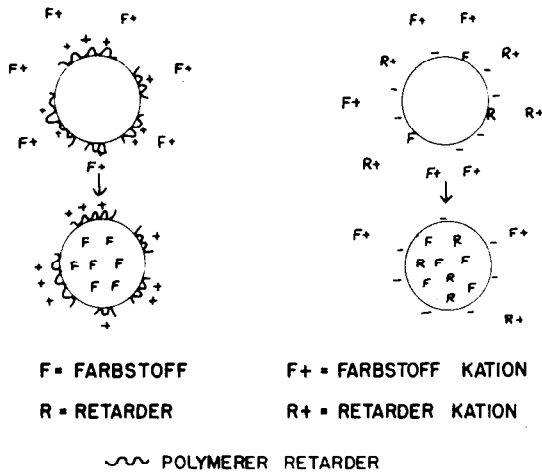


Abb. 12: Färben mit polymeren und mit konventionellen Retardern

ren Bremsmitteln, wodurch sich die Kosten vermindern lassen. Außerdem verdrängt der polymere Retarder keinen Farbstoff von den farbstoffbindenden Gruppen innerhalb der Faser und ermöglicht somit ein gutes Ausziehen des Farbbades.

V. Fasermischungen

Der Einfluß der Bikomponentenkräuselung, besonders dann, wenn es sich um die reversible Kräuselung handelt, ist so stark dominierend, daß er selbst in Mischungen mit Monokomponentenfasern immer noch gut wahrgenommen werden kann. Das optimale Mischungsverhältnis wurde bei 60/40 gefunden, und Garne, die 60% der Bikomponentenfaser „Orlon“ mit 40% Monokomponentenfasern enthalten, werden von Du Pont in den USA unter dem Warenzeichen „Wintuk“ propagiert. Es wird beabsichtigt, eine solche Mischung unter der Bezeichnung „Orlon“ 12 in Europa einzuführen. Diese Mischungen verleihen dem Material die gewünschten Eigenschaften und ermöglichen neben der modischen Anpassungsfähigkeit wirtschaftliche Vorteile. So kann man beispielsweise durch das Beimischen einer Monokomponentenfaser eine bessere Pillingkontrolle erzielen und das Verziehen in naß-heißem Zustand beseitigen.

Durch die richtige Wahl der Monokomponentenfaser werden Griff und Färbbarkeit der Mischung modifiziert, ohne daß man dadurch Bauschfähigkeit und Elastizität, die der Mischung durch die Bikomponente verliehen werden, wesentlich beeinflusst. So ermöglichen beispielsweise Monokomponentenfasern mit

	'ORLON' T-42 MONOKOMP.	'ORLON' T-21 BIKOMPLEMENT	'WINTUK' T-21/T-42 Mischung	WOLLE
Bausch im Zylinder (cm ³ /g bei 7 p/cm ²)	17-20	24-26	22-24	22
Dehnung, %	10	20-30	15-25	20
Elastizität, % (% Dehnung x % Arbeitserholung x 0,1)	50-60	100-150	80-120	80-140

Abb. 13: Eigenschaften von vierfachen Handstrickgarnen von 100 tex

niedrigem Einzeltiter einen weichen und solche mit einem groben Titer einen kernigeren Griff der Mischung. Monokomponentenfasern mit ungewöhnlich weichen oder glatten Griffereigenschaften, wie z. B. Type 43 oder die oberflächenmodifizierte Type 28 „Orlon“, werden dann eingesetzt, wenn man diese Charakteristika der Mischung verleihen will. Sauer anfärbbare Monokomponentenfasern werden zugemischt, um Kreuzfärbungen mit vielseitigen modischen Mischfarbbeeftekten zu ermöglichen.

VI. Die Bedeutung der Bikomponentenfasern auf dem Chemiefasermarkt

A. Einsatzmöglichkeiten von synthetischen Bikomponentenfasern

Die physikalischen Eigenschaften von Bikomponentenfasern sind jenen der synthetischen Monokomponentenfasern sowie auch jenen der Wolle in vielfacher Beziehung überlegen (Abb. 13). Im Vergleich zur Monokomponentenkräuselung verleiht die Bikomponentenkräuselung eine einzigartige und sehr geschätzte Kombination von hohem Bausch, Elastizität und Springkraft, verbunden mit wollartigen Eigenschaften.

Die Dehnbarkeit sowie das Wiedergewinnungsvermögen der alten Form, die den Bikomponentenfasern zu eigen ist, tragen zu Tragekomfort und Formbeständigkeit von Kleidungsstücken bei und verleihen insbesondere handgestrickten Artikeln ein besseres Maschenbild. Werden sie zu Hause gewaschen und in der Trockentrommel getrocknet, so werden die ursprünglichen Kräuseleigenschaften stets wiederhergestellt. Abbildung 14 zeigt die Waschbarkeit eines Artikels aus „Wintuk“-Garn in der Maschine. Eine gehäkelte Kinderdecke wurde entzweigeschnitten; die eine Hälfte wurde gewaschen, hierauf im „Tumbler“ getrocknet und neben die andere Originalhälfte gelegt, um das absolut einwandfreie Aussehen, das dem Einsatz der Bikomponentenfaser zuzuschreiben ist, zu demonstrieren.

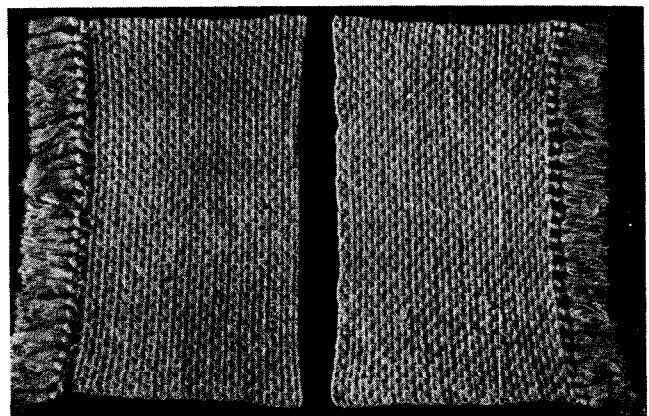


Abb. 14: Gehäkelte Kinderdecke aus „Wintuk“ vor dem Waschen in der Maschine (links) und nach dem Waschen in der Maschine (rechts)

Bikomponentenfasern besitzen eine große Anpassungsfähigkeit, die sich im textilen Verarbeitungsprozeß und besonders bei der Ausrüstung von Textilien durch Mischen mit ausgewählten Monokomponentenfasern erzielen läßt.

Im Vergleich zur natürlichen Bikomponentenfaser Wolle sind Acryl-Bikomponentenartikel von Natur aus mottensicher und verursachen keine Allergien. Ihr niedriges spezifisches Gewicht von 1,17 im Vergleich zu 1,32 von Wolle verleiht ihnen gegenüber dieser eine um 12% höhere Bauschigkeit. Weiterhin besteht keine Verfilzungsgefahr bei Behandlung in der Waschmaschine.

B. Tendenzen in den Vereinigten Staaten

Während die Nylon-Bikomponentenfasern hauptsächlich in der Strumpfindustrie eingesetzt werden, haben die Acryl-Bikomponentenfasern eine bedeutende Position im Markt für Sweater, Handstrickgarne und Teppiche erzielt. Seit 1967 hat der Verbrauch von bikomponentem „Orlon“ um 34% pro Jahr zugenommen. Gleichzeitig verminderte sich der Wollverbrauch um 3% pro Jahr. Der größte Teil dieser Zuwachsrate ist der Type 21 „Orlon“ zuzuschreiben, besonders im 60/40%igen Mischungsverhältnis mit Monokomponentenfasern („Wintuk“-Mischung). Dieser Trend wird voraussichtlich anhalten, da der Handel den hohen Gebrauchswert der Type 21 „Orlon“ erkannt hat. Wir glauben, daß die Acryl-Bikomponentenfasern in steigendem Ausmaß in Rundstuhlware und auch in gewobenen Artikeln zum Einsatz gelangen werden, wo sie angenehme ästhetische Eigenschaften sowie Pflegeleichtigkeit ermöglichen.

C. Aussichten in Europa

Abbildung 15 illustriert die Veränderungen im Faserverbrauch in den Vereinigten Staaten während der letzten 15 Jahre. Der Einsatz von synthetischen Fasern nahm rapid zu, während Baumwolle und Wolle mengenmäßig ständig eine fallende Tendenz aufwiesen. Dies kann durch das dauernd zunehmende Bedürfnis für pflegeleichte Kleidung, durch die für Naturfasern ungünstige Preisentwicklung sowie die Einschränkungen in der Versorgung auf dem Gebiete der natürlichen Fasern während der letzten Jahre erklärt werden.

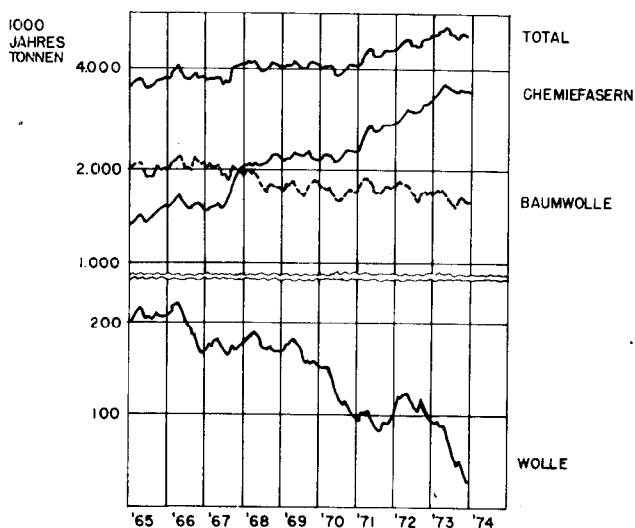


Abb. 15: Trends im Faserverbrauch der USA

Ein weiterer Faktor ist die Einführung von variierbaren synthetischen Fasern, einschließlich der bikomponenten Acrylfasern, als Wollersatz. Wenn auch die

Marktkonditionen in Europa von denen der Vereinigten Staaten verschieden sein mögen, so zeigt es sich doch auch hier, daß in den letzten Jahren ein ähnlicher vermehrter Einsatz von synthetischen Fasern und ein mengenmäßiges Abfallen der Anwendung von Naturfasern konstatiert wurde. Dies wird durch Abbildung 16 nachgewiesen.

	1965	1968	1971
Baumwolle			
W. Europa	1590	1470	1430
N. Amerika	2111	1972	1814
Wolle			
W. Europa	604	592	588
N. Amerika	172	147	100
Chemiefasern			
W. Europa	1528	1904	2350
N. Amerika	1556	2210	2589
Total			
W. Europa	3877	4107	4500
N. Amerika	3842	4331	4504

Abb. 16: Textilfaserverbrauch in Westeuropa und in Nordamerika (1000 Jahrestonnen)

Das rapide Anwachsen des Marktanteils von bikomponenten Acrylfasern, das in den Vereinigten Staaten in den späten 60er Jahren begann, startete in Westeuropa in den frühen 70er Jahren. Pro Kopf der Bevölkerung ist der Verbrauch von Wolle in Westeuropa immer noch annähernd dreimal größer als in den USA. Man kann daraus schließen, daß die Acryl-Bikomponentenfasern in Europa ein gutes Wachstumspotential haben, da sie in idealer Weise an die Stelle von Wolle treten können.

Literatur:

- 1) E. M. Hicks, E. A. Tippetts, J. V. Hewett und R. H. Brand; Conjugate Fibers in "Man-made Fibers: Science and Technology", Vol. I, Interscience 1967
E. M. Hicks et al.; Textile Progress 3, 1 (1971)
- 2) R. A. Buckley und R. J. Phillips; Chem. Eng. Progress 65, 41 (1969)
- 3) R. Jeffries; Bicomponent Fibres, Merrow, England (1971)
- 4) W. Wronski und J. Ploszajski; Lenzinger Berichte, Heft 36, 176 (1974)
- 5) M. Horio und T. Kondo; Text. Res. J. 23, 373 (1953)
- 6) E. H. Mercer; Text. Res. J. 23, 388 (1953); 24, 39 (1954)
- 7) T. D. Brown und W. J. Onions; J. of the Text. Inst., Transactions 52, T 101 (1961)
- 8) W. A. Sisson und F. F. Morehead; Text. Res. J. 23, 152 (1953)
- 9) R. H. Brand und P. Kende; Text. Res. J. 40, 169 (1970)
- 10) R. H. Brand und R. E. Scruby; Text. Res. J. 43, 544 (1973)
- 11) R. H. Brand und S. Backer; Text. Res. J. 32, 39 (1962)
- 12) W. E. Fitzgerald und G. B. Hughey; Amer. Dyest. Rep. 55, P 191 (1966)
- 13) W. E. Fitzgerald und J. P. Knudsen; Annual Conf. Text. Inst. 51, 134 (1966)
- 14) R. H. Brand; Text. Res. J. 41, 70 (1971)

- 15) A. El-Shiekh, J. F. Bogdan und R. K. Gupta; Text. Res. J. **41**, 281, 916 (1971)
- 16) S. Backer und S. Batra; Text. Res. J. **41**, 1008 (1971)
- 17) W. L. Yang und S. K. Yang; Text. Res. J. **42**, 298 (1972)
- 18) G. Ronca und E. Sorta; Faserforsch. Textiltechn. **23**, 55 (1972)
- 19) S. Batra; Text. Res. J. **44**, 377, 386 (1974)
- 20) S. Timoschenko; J. Optical Soc., Am. **11**, 233 (1925)
- 21) S. Timoschenko und J. N. Goodier: "Theory of Elasticity"; McGraw Hill (1951)
- 22) H. K. Müller; unveröffentlicht
- 23) H. W. Holdaway; J. of the Text. Inst., Transactions **47**, T 586 (1972)
- 24) G. Ronca und E. Sorta; Faserforsch. Textiltechn. **23**, 277 (1972)
- 25) E. A. Tippetts; Text. Res. J. **37**, 524 (1967)
- 26) M. E. Dullaghan und A. J. Ultee; Text. Res. J. **43**, 10 (1973)
- 27) A. H. Bruner, N. W. Boe und P. Byrne; J. Elastoplastics, Vol. **5**, 201 (1973)

Diskussion

Steurer: Sie erwähnten bei den Bikomponentenfasern die „Seite-an-Seite-Konjugation“. Es gibt Du Pont-Fasern und auch noch andere Typen, die nicht nach dieser Methode hergestellt werden. Kann man dazu noch etwas sagen?

Heuberger: Soviel ich weiß, haben die anderen Bikomponentenfasern kommerziell keine große Bedeutung erlangt, wenigstens nicht in den Vereinigten Staaten. Die wichtigste Bikomponentenfaser in den Vereinigten Staaten ist die Orlon®-Type 21. Bikomponentenfasern der Fibrillen/Matrixtype und der Mantel-Kerntype findet man nicht auf dem Markt. In Europa ist die Courtaulds Courtelle® LC eine der wichtigsten Bikomponentenfasern, und dies ist eine Seite-an-Seite-Bikomponentenfaser.

Albrecht: Aber sicher zu einem anderen Zweck als zu dem, den Sie beschrieben haben.

Heuberger: Ja, es ist eine neutralmodifizierte Bikomponentenfaser, die sich anders verhält als die Orlon®-Type 21.

Herion: Ich habe zwei Fragen. Die erste betrifft den Mechanismus der Kräuselung. Es ist doch wohl so, daß der Modul des gekräuselten Bikomponentengarnes viel geringer ist als der des Falschdrahtstreichgarnes. Können Sie da vielleicht kurz erklären, woran das liegt? Ist das in der Hauptsache die Geometrie, die so angesprochen worden ist, oder hängt das auch etwa mit der Entwicklungsbehandlung zusammen? Wie Sie ausführten, herrscht da immer eine gewisse Spannung, die vielleicht nicht die volle Entwicklung zuläßt.

Die zweite Frage bezieht sich auf den Einsatz. Es wurde erwähnt, daß die Polyamidgarne hauptsächlich nur auf dem Strumpfssektor eingesetzt werden. Besteht da die Aussicht, daß dadurch im Laufe der Zeit unter Umständen auch andere Kräuselverfahren tangiert werden? Ist dies auf die niedere Kräuselung zurückzuführen? Oder was ist sonst der Grund, weshalb die Polyamidgarne heute nur auf diesem Sektor eingesetzt werden? Könnte es die Qualität oder könnten es auch die hohen Herstellungskosten und somit der teurere Preis sein?

Heuberger: Die erste Frage betrifft die texturierten Fasern im Vergleich zur Bikomponentenfaser. Die Moduln sind stark von den Komponenten abhängig. So sind zum Beispiel die Moduln der Polyester von denen der Acrylfaser verschieden, und daher kann man die Moduln von bikomponenten Acrylfasern nicht gut mit denen von texturierten Polyesterfasern vergleichen.

Wir können jedoch Nylon-Bikomponentenfilamente mit texturierten Nylonfilamenten vergleichen und finden, daß das texturierte Nylon etwas höhere Moduln hat, was mit der Entwicklungsbehandlung zusammenhängt. Bis jetzt

wurde das Nylon-Bikomponentenfilament nur im Strumpfssektor angewandt, wo es spezielle ästhetische Qualitäten offeriert. Seine Einsetzung in andere Sektoren ist nicht durch die Qualität, aber vielleicht durch den Preis beschränkt.

Albrecht: Eine Zusatzfrage dazu, Herr Heuberger. Reichen die Scheuerwerte von dieser Faser aus, um die Strumpffqualität zu gewährleisten?

Heuberger: Ja, die Scheuerwerte genügen für gute Strumpffqualität.

Steurer: Können Sie etwas über die Größe der Schrumpfung sagen? Es gibt Verarbeiter, die einen recht weiten Bereich der Schrumpfung verlangen, und zwar zwischen 15 und 40%, bezogen auf Kochschrumpf.

Heuberger: Die bevorzugte Schrumpfung in den Vereinigten Staaten liegt zwischen 20 und 30%. Die Bikomponentenfasern haben zwei verschiedene Schrumpfungen, die Faserschrumpfung und die Kräuselschrumpfung, die so eingestellt sind, daß beide zusammen etwa 25% Schrumpfung ergeben. Je nach der Anwendung, aber besonders, wenn man im Stück färbt, kann man maximal 30% Schrumpfung tolerieren. Bei höherer Schrumpfung erhält man ein unregelmäßiges Warenbild.

Albrecht: Können Sie in diesem Zusammenhang auch etwas zur Schrumpfkraft sagen?

Heuberger: Ich kann mich nicht genau erinnern, aber ich glaube, sie ist nicht sehr groß.

Küther: Sie sprachen von der Kräuselauslösung während des Trocknungsprozesses. Nun ist ja bekannt, daß die Kräuselung bzw. der Kräuselindex von der Temperatur abhängt. Selbst bei gleicher Farbstoffaufnahme kommt dann im Warenbild eine unterschiedliche Farbnuancierung durch den Kräuselungsunterschied zum Vorschein. Können Sie dazu noch etwas sagen?

Heuberger: Wenn ich Sie recht verstehe, wollen Sie wissen, ob man Farbnuancen bei verschiedenen Trocknungstemperaturen erhalten kann.

Küther: Im Warenbild, das ist richtig. Das heißt also, eine gleiche Farbstoffaufnahme bei unterschiedlicher Zahl von Kräuselungen bedeutet einen unterschiedlichen optischen Farbeindruck.

Heuberger: Soviel ich weiß, haben wir diesbezüglich keine Schwierigkeiten.

Tusveld: Sie haben über den Einsatz von bikomponentem Cantrece® in Strümpfen gesprochen. Auch über das wollähnliche Material Orlon®. Aber über endlose Bikomponentenfasern sagten Sie nichts. Wo liegen deren Einsatzgebiete? Warum scheinen sie auf dem Markt noch nicht auf? Sie behaupteten, die Kräuselung sei so ungeheuer gut, ebenso die Waschealität, woran fehlt es also?

Heuberger: Die Cantrece®-Nylon-Bikomponentenfaser ist eine endlose Faser. Orlon® ist eine Stapel- oder Kabelfaser. In Amerika gibt es keine endlosen Acrylfasern, weil sie zu teuer sind. Man liest über endlose Acrylfasern in Japan und in Europa, aber so viel ich weiß, haben sie keine große Bedeutung erlangt.

Albrecht: Darf ich die Frage ergänzen: Sehen Sie in der Bikomponentenfaser die zukünftige texturierte Faser, und in dem Bikomponenten-Filamentgarn die Ablöse der falschdrahttexturierten Garne?

Heuberger: Nein, das Bikomponenten-Filamentgarn und das texturierte Garn haben verschiedene Funktionen und verschiedene ästhetische Eigenschaften. Ich glaube, die beiden Prozesse können miteinander leben und werden miteinander wachsen.

Theidel: Sie sind auf den Färbemechanismus eingegangen und auch auf die Verwendung der Retarder, die nicht immer ganz unproblematisch einzusetzen sind, wie die Färber wissen. Gibt es prinzipiell nicht auch bei den Bikomponentenfasern die Möglichkeit der Spinnfärbung? Und haben Sie nicht auch schon längst eine Standardpalette von Schwarz nach Weiß?

Heuberger: Ja, natürlich besteht die Möglichkeit der Spinnfärbung. Aber in Amerika ist zum Beispiel die Sweaterproduktion eine Modeproduktion. Jeder Produzent will seine eigenen speziellen Modefarben haben, und es wäre praktisch schwierig, diese Farben zu offerieren.

Dazu möchte jeder Produzent sein Geheimnis für die nächsten Herbst- oder Winterfarben beschützen, um eine große Überraschung zu haben.

Albrecht: Könnte man sie überfärben?

Heuberger: Ja, man könnte sie überfärben.

Albrecht: Darf ich noch eine Frage stellen? Sie haben über den Kräuselumfang gesprochen — wie wird der Kräuselumfang gemessen?

Heuberger: Er wird optisch bestimmt.

Albrecht: Auf der einen Seite haben Sie vom Kopf her aufgenommene Bilder gezeigt und auf der anderen Seite die Seitenansichten. Wird der Kräuselumfang aus der Seitenansicht gemessen, oder wird er von oben fotografiert?

Heuberger: Der Kräuselumfang ergibt sich aus der Endansicht. Diese Endansicht wird aus zwei Photographien der Seitenansicht vom Computer errechnet; praktisch kann man die Bikomponentenfaser am besten mit der Kräuselfrequenz und dem Kräuselindex charakterisieren, und das genügt. Man kann von diesen beiden den Kräuselumfang ausrechnen, das ist einfacher.

Schilo: Ich habe eine kurze Frage zu den Grundlagen: Sie sagten, man habe auch darauf zu achten, daß man beim Spinnprozeß die Anteile der Komponenten exakt einhält. Wenn Sie dazu in der Lage sind, dann müßten Sie eigentlich auch exakte Kräuselbogenlängen finden, die ich in Ihren Bildern allerdings nicht gesehen habe. Wenn Sie nun exakte Kräuselbogenlängen haben, dann müßten Sie auch noch eine Phrasierung oder eine Lockenbildung finden, die aber wiederum zu einem Verlust an Volumen führte. Können Sie dazu etwas sagen? Dieser Effekt dürfte insbesondere bei Filamentgarnen auftreten.

Heuberger: Wie Sie in den Bildern der Faserquerschnitte sehen können, sind die beiden Komponenten gut kontrolliert. In der Entwicklung der Kräuselung, im Garn oder im Stück gibt es verschiedene Hemmungen, beispielsweise Friktionshemmungen, die die Entwicklung einer idealen Spirale hindern und daher eine Lockenbildung vermindern.

Albrecht: Herrn Schilo als kleine Antwort: Ich bin schon die ganze Zeit bemüht, dieses Kabel hier zu trocknen, das heißt in den Händen irgendwie trocken zu machen. Sie können allein hierbei schon wunderbare Studien über die Gleichmäßigkeit der Locke machen. Hier sind einzelne Kabelstränge schon fast so schön, ja sie sehen fast noch schöner aus als die fotografierten Aufnahmen.

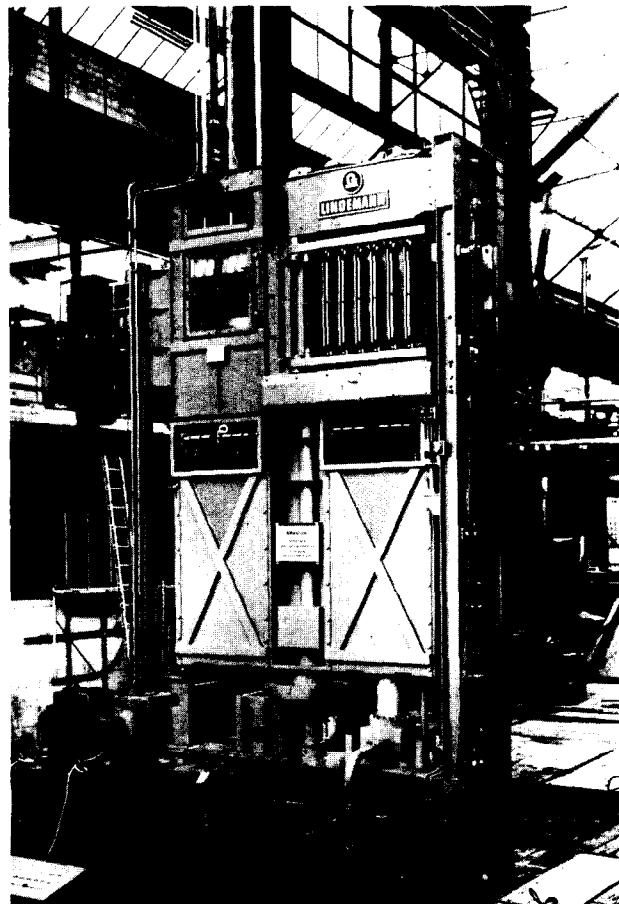
Heuberger: Wenn Sie eine einzelne Faser nehmen und trocknen lassen, ist sie eine ideale Spirale, aber in einem Faserbündel kann sie sich nicht ideal entwickeln.

Reichstädter: Können Sie, bitte, etwas Näheres über die Benützung von diesen Bikomponentenfasern in der Teppichindustrie sagen?

Heuberger: In den USA wird die Acrilan®-Bikomponentenfaser hauptsächlich in der Teppichindustrie eingesetzt, entweder 100%ig oder in einer Mischung mit Monokomponentenfasern. Am wichtigsten scheint hier, daß man wollähnliche Qualitäten bekommt und daß man im Stück färben kann.

Albrecht: Ich glaube, der große Fortschritt ist eben die Stückfärbung für Teppiche.

Hydraulische Ballenpresse für Textilfasern



LINDEMANN Ballenpressen

sind seit Jahrzehnten weltbekannt.

Zunächst wurden diese Pressen für Naturfasern hergestellt. Aufgrund der mit dem Bau dieser Pressen gesammelten Erfahrungen wurden später Ballenpressen für Kunstfasern gebaut. Aus diesen Pressen entwickelten sich dann die heutigen Ballenpressen für Chemiefasern, die den Forderungen für weitgehend automatischen Betrieb entsprechen.

Das Foto zeigt eine solche Presse, Modell BUDOM 10 L, auf dem Prüfstand in unserem Werk. Diese Presse hat eine Preßkraft von 215 t. Die Vorpressung erfolgt von oben, die Fertigpressung von unten. Die Fasern werden durch einen mechanischen Gabelspeiser zugeführt. Die Presse BUDOM 10 L kann auch mit vollautomatischer Bandverschnürung ausgerüstet werden.

Neben der oben abgebildeten Ballenpresse bauen wir weitere Modelle, die allen heutigen Anforderungen gerecht werden.

Unser Prospekt informiert Sie ausführlich. Fordern Sie ihn an.



LINDEMANN

LINDEMANN KG · DÜSSELDORF

4000 Düsseldorf, Erkrather Str. 401, Postf. 5229, Tel.: (0211) 21051, Telex: 08 581 318

Prüfen in einem modern organisierten Textil-labor

Dr.-Ing. Rolf G u s e
Institut für Textiltechnik, Reutlingen

In einem Fertigungsbetrieb machen die Laborkosten einen erheblichen Anteil der Produktionskosten aus. Daher ist es äußerst wichtig, daß die Laborprüfung so rationell wie möglich durchgeführt wird. Hierzu sind moderne Prüf- und Auswertungsgeräte zwar unumgänglich, es muß aber eine Reihe von Maßnahmen hinzukommen, welche die Art des Prüfungs- und Auswertablaufs sowie die innerbetriebliche Organisation betreffen, um einen wirklichen Rationalisierungseffekt zu erzielen.

Anhand einiger Beispiele werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie mit Hilfe einer On-line-Auswertung und geeigneter statistischer Rechenmethoden in einen Prüfvorgang eingegriffen und dieser soweit wie möglich abgekürzt werden kann. Darüberhinaus werden organisatorische Maßnahmen besprochen, die den Informationsaustausch zwischen Verkauf bzw. Produktion und Labor verbessern und damit zur Hebung der Laboreffizienz geeignet sind.

Expenses for testing are a relatively high part of total production costs in a mill. Therefore, it is important to rationalize testing as much as possible. For this one needs modern testing and evaluation equipment. But to get a real increase in efficiency, further efforts have to be made which are related to the way of testing, evaluating, and laboratory organisation.

Some possibilities are shown how to evaluate data with an on-line computer, and how to use proper statistics in order to shorten the testing procedure. Moreover, methods are discussed to improve information flow between selling department, production, and laboratory. This could lead to a further increase of the efficiency of testing.

1. Einleitung

Ein Prüflabor ist grundsätzlich unproduktiv. Man könnte daher leicht zu Überlegungen veranlaßt werden, Prüflabors ganz zu streichen. Solche Überlegungen werden durch Argumente gestützt wie — die Produktion läuft störungsfrei — oder — es gibt praktisch keine Reklamationen — oder im Falle der Eingangskontrolle — bei der eingehenden Ware gibt es kaum Beanstandungen. Dabei wird leicht übersehen, daß diese guten Ergebnisse mit eine Folge der Laborprüfungen sein können. Beispielsweise könnte sich ein Lieferant auf die fehlende Eingangskontrolle seiner Kunden einstellen und mit der Qualität der gelieferten Ware relativ großzügig verfahren.

Das Ziel der Reorganisation eines Textillabors kann es daher nicht sein, das Labor und damit die Anzahl der Prüfungen blindlings zu verkleinern, sondern vielmehr durch eine sorgfältige Aufstellung der Beurteilungskriterien und eine danach gerichtete Auswahl der Prüfmethode und Auswertung die Gleichzeitigkeit der Messung und Auswertung zu gleich guten oder besseren Aussagen bei verringerten Kosten zu kommen. Dabei sind unter den Aussagen nicht einfach Meßergebnisse zu verstehen, sondern zum einen Feststellungen darüber, ob eine bestimmte Qualität zu akzeptieren ist, und zum anderen Vorhersagen darüber, ob es voraussichtlich zu Produktionsstörungen oder Reklamationen kommen wird.

Der Sinn aller Prüfungen sollte es sein, unter vernünftigem Aufwand — und das ist wichtig — möglichst nahe an wirklich exakte Aussagen heranzukommen. Hierzu ist eine Reihe von Vorbedingungen zu erfüllen, die nachfolgend angeführt sind:

- Die technischen Voraussetzungen müssen, um das Prüfen und Auswerten schnell und doch umfassend vornehmen zu können, sowohl im Hinblick auf die Prüfgeräte als auch hinsichtlich der Auswerteinrichtung gegeben sein.
- Die Stichprobenauswahl, der Stichprobenumfang und die Auswertungen müssen nach statistischen Gesichtspunkten richtig durchgeführt werden.
- Zwischen Labor und Produktion bzw. zwischen Labor und Verkauf müssen Rückkopplungen vorhanden sein.

2. Die technischen Voraussetzungen für eine rationelle Laborprüfung

Sieht man von der Probennahme einmal ab, die später noch behandelt werden wird, so gliedert sich die Laborprüfung in zwei Abschnitte, nämlich in die eigentliche Prüfung und in die sich anschließende Auswertung.

Der Stand der Automatisierung der Laborprüfungen richtet sich vor allem nach zwei Gesichtspunkten: Die Automatisierung sollte erstens mit vernünftigem technischem Aufwand möglich sein (das ist beispielsweise bei der Faserprüfung weitgehend noch nicht der Fall); zweitens müssen zu einer Prüferie sehr viele Einzelprüfungen gehören, weil sonst die Rüstzeiten zu hoch würden, die dann eine sinnvolle Automatisierung unmöglich machen. Aus diesem Grund hat sich beispielsweise die Automatisierung der Prüfung textiler Flächengebilde bis jetzt nicht durchsetzen können. Dagegen ist die Garnprüfung auf Grund der beiden genannten Voraussetzungen weitgehend automatisiert.

Wie sich aus diesen Beispielen ergibt, ist die automatisierte Prüfung durchaus nicht immer die Voraussetzung für ein rationell arbeitendes Textillabor. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß eine rationelle Auswertung der Meßergebnisse nur mit geeigneten Hilfsmitteln zu bewerkstelligen ist, wobei ich unter „geeigneten Hilfsmitteln“ ein breites Spektrum an Möglichkeiten verstehe, die nachfolgend näher beschrieben werden.

a) Die Auswahl der Auswertekonfiguration

Für die Verbindung zwischen Prüfgerät und Rechner gibt es mehrere grundsätzliche Möglichkeiten, die noch beliebig abgewandelt werden können. Vier dieser Möglichkeiten sind in Abbildung 1 dargestellt.

Die erste und einfachste Lösung besteht darin, die an den Prüfgeräten anfallenden Daten von Hand an einen Rechner weiterzugeben. Dabei ist sowohl das einfache Eintasten der Daten in die Tastatur einer programmierbaren Tischrechenmaschine als auch das Ausfüllen von Belegen gemeint, die von Beleglesern übernommen werden und die Meßdaten einer Rechenanlage zugänglich machen.

Die drei weiteren in dieser Abbildung angegebenen Lösungen können vom Aufwand her einander

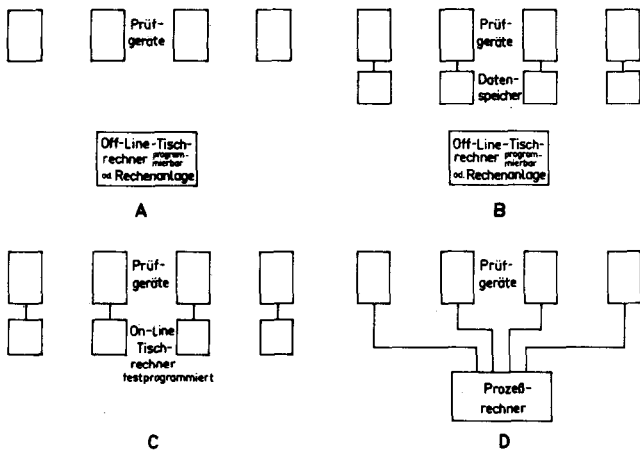


Abb. 1: Verschiedene Konfigurationen des Systems Prüfgerät — Auswertegerät

durchaus gleichwertig sein. In der Anlage B gibt es einen zentralen Off-line-Rechner, der über Datenträger die an den Meßgeräten anfallenden Daten erhält. Diese Datenträger können beispielsweise Magnetbänder, Lochstreifen oder Lochkarten sein, wobei wegen der geringen anfallenden Datenraten für das Textillabor im allgemeinen nur Lochstreifen oder Lochkarten in Frage kommen. Der Off-line-Rechner könnte sowohl ein Tischrechner im Labor als auch ein zentraler Rechner des Unternehmens sein.

Im Beispiel C ist jedem Prüfgerät ein eigener On-line-Tischrechner zugeordnet, sodaß diese Kombination als Einheit betrachtet werden kann, die völlig unabhängig von den anderen Geräten arbeitet.

In der Ausführung D sind alle Prüfgeräte an einen gemeinsamen Prozeßrechner angeschlossen, der die Prüfgeräte quasi gleichzeitig bedient.

Die Lösungen A bis D haben bestimmte Vor- und Nachteile, die im konkreten Fall gegeneinander abgewogen werden müssen.

Der Aufwand der für eine Prüfung erforderlichen Auswertegeräte hängt von verschiedenen Faktoren ab, und zwar:

- von der Anzahl der zu einer Prüfung gehörenden Einzelprüfungen,
- vom Aufwand für diese Einzelprüfungen,
- von der anfallenden Datenrate und
- vom Rechenaufwand für die Auswertung.

Ist die Anzahl der zu einer Prüfung gehörenden Einzelprüfungen gering, wie dies beispielsweise bei vielen Gewebepfahrungen der Fall ist, wird man sich für einen zu mehreren Arbeitsplätzen gehörenden, einfachen programmierbaren oder auch nicht programmierbaren Off-line-Tischrechner entscheiden, in den die Daten von Hand eingegeben werden. Die einzelnen Rechenschritte laufen dann nach Knopfdruck automatisch ab. Das gleiche gilt für Prüfungen, die umfangreiche Manipulationen erfordern und als Ergebnis nur wenige Meßwerte liefern. Beispiele hierzu sind die Einzel-faserlängenmessung und die Fasertiterbestimmung. Ähnliche Erleichterungen lassen sich bei Vorhandensein einer Rechenanlage über Belege, in die die

Meßdaten eingetragen werden, und entsprechende Belegleser erreichen.

Bei den genannten Prüfungsarten lohnt es sich nicht, Eingabetastaturen für einen Zentralrechner einzurichten oder gar programmierbare Tischrechner an jede Prüfeinrichtung zu stellen.

Der Vorteil der Lösung A liegt, bei geringen Investitionskosten, vor allem in der Straffung der Auswertearbeit, sodaß sich für die genannten Prüfungsarten ein echter Rationalisierungseffekt erzielen läßt.

Bei hohen Einzelprüfungsanzahlen, wie sie beispielsweise bei Garnprüfungen notwendig sind, ist in Verbindung mit einem Prüfautomaten eine On-line-Datenverarbeitung mit einem geeigneten Rechner (On-line-Tischrechner oder Prozeßrechner) aus verschiedenen Gründen vorzuziehen. Das gleiche gilt bei hohen Datenraten, wie sie beispielsweise bei kontinuierlichen Reibungsmessungen anfallen. Die manuelle Übertragung von Meßdaten von einem Druckerprotokoll oder einer analogen Meßwertaufzeichnung in eine Rechnertastatur ist häufig mit hohen Fehlerraten behaftet, die laut einer Untersuchung von Becker, Mönchengladbach, bis zu 50 Prozent erreichen können. Dabei liegen diese Fehler oft in der Größenordnung der erwarteten Meßwertunterschiede, sodaß sie nicht bemerkt werden.

Bei der automatischen Auswertung werden die Daten direkt vom Prüfgerät übernommen, sodaß Fehler im allgemeinen ausgeschlossen werden können. Nach unseren Erfahrungen führen Fehler in Rechnern eher zu ganzen Ausfällen oder unsinnigen Ergebnissen, die rasch erkannt werden.

Neben der schnellen und sicheren Datenübertragung und der nahezu augenblicklichen Auswertung ergibt sich als weiterer Vorteil die Möglichkeit, noch während der Prüfung in den Prüfvorgang eingreifen zu können. Auf die hiermit verbundenen weitreichenden Folgen für die Prüfungs-rationalisierung wird später noch eingegangen.

Bei einem hohen Rechenaufwand für die Auswertung, der zumeist mit einer hohen Datenrate einhergeht, ist ein On-line-Auswerterechner praktisch unumgänglich. Jedoch ist bei bestimmten Anwendungen der Auswerterechner schon in das eigentliche Meßgerät integriert, wie dies beispielsweise beim Spektrographen eines bekannten Garn-gleichmäßigkeitsprüfgerätes verwirklicht ist.

Es würde den Rahmen des Themas sprengen, wenn ich auf alle möglichen Auswerteelektroniken eingehen wollte; hierzu sei auf einige im Mai d. J. in den Melliand Textilberichten erschienene Veröffentlichungen hingewiesen, die sich speziell mit der Auswerteelektronik im Textillabor beschäftigen¹⁻⁴.

Die einfachen, nicht programmierbaren elektronischen Tischrechner sind heute schon so weit verbreitet, daß hierüber kein Wort mehr verloren zu werden braucht. Lediglich auf die programmierbaren Tischrechner und die Prozeßrechner will ich kurz eingehen, da diese Geräte seit einigen Jahren Möglichkeiten bieten, die vielfach noch nicht genügend genutzt werden.

Die programmierbaren Tischrechner gibt es als On-line- und als Off-line-Rechner. Unter Prozeßrechnern sind im allgemeinen On-line-Rechner zu verstehen. Dabei ist mit "On-line" eine direkte Verbindung zwischen Prüfgerät und Rechner gemeint. "Off-line" bedeutet dagegen das Fehlen dieser Verbindung. Dabei ist es unerheblich, ob die Meßwerte von Hand oder über einen Zwischenspeicher, wie beispielsweise Lochstreifen oder Magnetband, vom Meßgerät zum Rechner übertragen werden. In jedem Fall liegt eine zeitliche Verzögerung zwischen dem Anfall der Meßwerte und der Auswertung, sodaß bei Prüfautomaten ein direkter Eingriff vom Rechner in den Prüfablauf schon aus diesem Grund nicht möglich ist.

Die programmierbaren Tischrechner und die Prozeßrechner unterscheiden sich heute nicht mehr grundsätzlich voneinander. Die Unterschiede lagen ursprünglich in der Größe des verfügbaren Speichers, der Rechengeschwindigkeit und der Art der Programmierung. Inzwischen sind jedoch so weitgehende Überschneidungen in den genannten Bereichen aufgetreten, daß eine einwandfreie Unterscheidung nicht mehr möglich ist.

Man kann jedoch davon ausgehen, daß die einfachsten Versionen der programmierbaren Tischrechner ohne Peripherie und ohne On-line-Anschluß bereits ab etwa 3000,— DM erhältlich und daher auch für kleinere Textillabors erschwinglich sind, während für Prozeßrechner in der niedrigsten Ausbaustufe etwa der zehnfache Preis anzusetzen ist.

Für die meisten Anwendungsfälle gibt es wenigstens für die Off-line-Auswertung geeignete Rechner- und Peripheriekonfigurationen. Für die On-line-Auswertung kann dies bis jetzt noch nicht so uneingeschränkt gesagt werden. Auf die hierbei bestehenden Probleme wird später noch eingegangen.

Als Vorteil des Off-line-Rechners mit Datenzwischenspeicherung auf Lochstreifen wird oft angeführt, daß bei einem Rechnerausfall der Prüfbetrieb ungestört weiterlaufen kann, da ja die Datenerfassung völlig getrennt vom Rechner erfolgt. Hierbei wird allerdings übersehen, daß beispielsweise auch ein Lochstreifenstanzer ausfallen kann. Ein weiteres Argument, daß bei der Off-line-Anlage das Abfangen von Fehlversuchen leichter sei, halte ich für auch nicht ganz stichhaltig, denn bei geeigneter Programmierung ist dies auch bei einem On-line-Rechner möglich. Außerdem gehen die Ansichten darüber weit auseinander, ob ein Aussondern von Fehlversuchen, zumindest bei der Garnprüfung, im Hinblick auf rationelles Arbeiten überhaupt geschehen sollte.

Der On-line-Tischrechner und der Prozeßrechner haben beide den Vorteil, daß die Auswertung nach jeder Prüfserie und bei geeigneter Programmierung sogar nach jeder einzelnen Prüfung sofort vorliegt. Der Prozeßrechner bietet, da er nur einmal vorhanden ist und daher bei gleichen Kosten größer sein kann, die Möglichkeit, umfangreichere Auswertungen durchzuführen. Dafür lohnt er sich aber erst, wenn eine größere Anzahl von Meßgeräten daran angeschlossen wird.

Die getrennte Bestückung der Prüfgeräte mit je einem On-line-Tischrechner hat wiederum den Vorteil, daß der Ausfall eines solchen Rechners relativ leicht verkraftet werden kann, da er ja nicht die Funktionsfähigkeit des übrigen Labors berührt.

b) Hinweise für die Anschaffung von On-line-Datenverarbeitungsanlagen

Beim Einsatz von On-line-Rechnern ist daran zu denken, daß die Meßwerte nicht ohne weiteres vom Rechner übernommen werden können, sondern daß sie sozusagen „rechnergerecht aufbereitet“ werden müssen. Dies geschieht in den sogenannten "Interfaces".

Prinzipiell ist es möglich, ein Prüfgerät und einen geeigneten Rechner zu kaufen und den Anschluß einschließlich Interface entweder selbst durchzuführen oder durch eine dritte Firma durchführen zu lassen. Von diesem Verfahren muß für ein normales Textillabor allerdings dringend abgeraten werden, da der Anschluß unter praktischen Gegebenheiten, wie beispielsweise durch von Maschinen verursachte Netzstörungen, oft Schwierigkeiten bereitet. Ich habe auch schon Klagen über Unzulänglichkeiten und Störungen von Anlagen gehört, die von Prüfgeräte- und Rechnerhersteller gemeinsam installiert worden waren. Diese Schwierigkeiten liegen jedoch nicht darin, daß der störungsfreie Aufbau nicht zu beherrschen wäre, sondern daß die Zusammenarbeit zwischen Prüfgeräte- und Rechnerherstellern bisher nicht immer zufriedenstellend war. Es ist jedoch zu erwarten, daß sich dies in absehbarer Zeit bessert.

Für den Betreiber einer On-line-Anlage bedeuten diese schlechten Erfahrungen, die ich leider auch selbst bestätigen muß, daß eine solche Anlage nur aus einer Hand genommen werden darf und nur unter der vollen Garantie einer einwandfreien Funktion. Denn nur eine störungsfrei laufende Anlage bringt die Verbesserungen, durch die sie sich amortisieren soll.

3. Beispiele zur On-line-Datenverarbeitung

Am Institut für Textiltechnik in Reutlingen haben wir einen Prozeßrechner an verschiedene Meßgeräte des Labors angeschlossen. Hierzu gehören ein Reibungsmeßplatz und verschiedene Geräte zur Messung der Zugkraft am laufenden Faden sowie ein Meßgerät zur Messung der Einkräuselung und der Bauschigkeit texturierter Fäden.

Als Alternative zum Prozeßrechner wurde an einen Garnreißautomaten ein kleiner Statistik-Tischrechner, der CompuCorp 340 Statistiker, über ein einfaches Interface⁷ angeschlossen, sodaß die Auswertung stets sofort im Anschluß an jede einzelne Reißung erfolgen kann, ohne daß dadurch die Prüfgeschwindigkeit des Automaten beeinflußt wird. Am Ende einer Prüfserie können automatisch oder auf Knopfdruck direkt Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient und Vertrauensbereich der Reißkraft ausgegeben werden. Entgegen den Warnungen, die ich eben ausgesprochen habe, wurde die Installation der Einrichtungen von uns selbst vorgenommen, da wir uns im Institut ohnehin mit der Prozeßdatenerfassung in der Tex-

tilindustrie befassen und daher auch über ein entsprechendes Elektroniklabor und die hierzu notwendige Programmiererfahrung verfügen⁵.

Von den jeweiligen Anlaufschwierigkeiten, die sich beim Anschluß der einzelnen Geräte an den Prozeßrechner wie auch des Tischrechners an den Garnreißapparat ergaben, abgesehen, laufen die Anlagen inzwischen zufriedenstellend.

Auf die Möglichkeit, mit Hilfe der geschilderten Auswertegeräte einerseits zusätzliche Informationen über durchgeführte Messungen zu erhalten und andererseits unter Beachtung statistischer Gesetzmäßigkeiten Prüfaufwand einzusparen, will ich nachfolgend eingehen.

Bei einer automatischen Auswertung lassen sich neben den bisher üblichen auch solche Auswerteverfahren einsetzen, die wegen ihrer Kompliziertheit bisher nur selten angewandt wurden. Hier ist beispielsweise an Streuungsanalysen, Averageverfahren o. ä. zu denken. Durch sie wird zwar zunächst kein Prüfaufwand eingespart, es lassen sich aber ohne personellen Mehraufwand bei der Auswertung zusätzliche Aussagen über das geprüfte Verfahren machen. Beispielsweise ließe sich anhand einer automatisch durchgeführten Streuungsanalyse feststellen, ob Reißkraftschwankungen innerhalb eines Kops vorhanden sind, oder ob die Schwankungen zwischen den Kops liegen. Eine gesondert durchgeführte Streuungsanalyse würde einen erheblichen zusätzlichen Aufwand bedeuten.

Als Beispiel dafür, wie aus einer Messung durch geeignete Auswertung entscheidende zusätzliche Informationen gewonnen werden können, mögen Reibungsuntersuchungen dienen, die am Institut für Textiltechnik durchgeführt wurden^{5,8}.

An dem hierzu verwendeten Reibungsmeßplatz läuft das zu untersuchende Garn von der Aufmachungseinheit ab und wird danach über einen Fadenzugkraftaufnehmer geführt (Abb. 2). Dann folgt in Fadenlaufrichtung der Reibkörper, an dem die Garnreibung geprüft wird. Hieran schließt sich ein zweiter Fadenzugkraftaufnehmer an. Aus den beiden vor und hinter dem Reibkörper entstehenden Fadenzugkräften läßt sich der Reibwert berechnen. Die Fadenzugkraftaufnehmer sind an Meßbrücken angeschlossen, deren Ausgänge mit einem Prozeßrechner verbunden sind.

Vom Rechner können die beiden von den Fadenzugkraftaufnehmern stammenden Meßsignale 3000mal in der Sekunde abgetastet werden, sodaß auch kurzzeitige Fadenspannungsspitzen zu erfassen sind. Die Anzahl und die Höhe der Fadenspannungsspitzen sind ein Maß für die im Betrieb zu erwartende Fadenbruchzahl. Im übrigen werden die ständig einlaufenden Meßwerte in Verteilungen eingeordnet, aus denen der Mittelwert und die Streuung des Reibwertes berechnet werden können. Auf Grund der hohen Datenrate lassen sich der Reibwert und seine Streuung auch zeitabhängig erfassen. Hierdurch war es beispielsweise möglich, die Reibung in Abhängigkeit vom Kopsaufbau zu untersuchen. Dabei wurde gefunden, daß der Reibwert keine feste Zahl, sondern von vielen Faktoren abhängig und dabei auch zeitlich veränderlich ist. Davon ausgehend, daß einige Untersuchungen, wie beispielsweise die Spannungsspitzen- und Periodenerfassung, ohne Prozeßrechner oder einen entsprechenden anderweitigen Aufwand gar nicht möglich

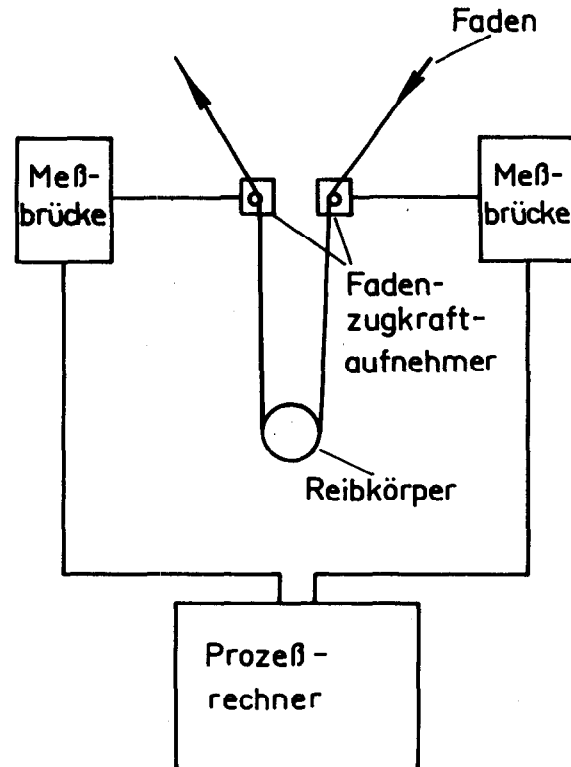


Abb. 2: Prinzipskizze eines an einen Prozeßrechner angeschlossenen Reibungsmeßplatzes

wären, bedeutet die automatische gegenüber der manuellen Auswertung über einen Schreiber zusätzlich einen erheblichen Zeitgewinn. Die durch das beschriebene Auswerteverfahren gewonnenen Zusatzinformationen lassen sich beispielsweise zur Verbesserung der Reibungsverhältnisse zwischen Garnen und Fadenleitorganen einsetzen.

4. Verminderung des Prüfaufwandes durch eine On-line-Datenverarbeitung

Die bisher erwähnten Möglichkeiten einer automatischen Datenerfassung und -verarbeitung betreffen die Auswertung selbst. Hierdurch läßt sich jedoch auch der Prüfaufwand verringern, und zwar so, daß in einer Prüferie zwischen die Einzelprüfungen Zwischenauswertungen eingeschoben werden. Auf Grund der sich hieraus ergebenden Schlußfolgerungen kann man den Umfang der Prüferie entsprechend der erforderlichen statistischen Sicherheit und dem notwendigen Vertrauensbereich noch während der Prüfung festlegen und so den Prüfaufwand auf das unbedingt Erforderliche beschränken.

Hierzu zwei Beispiele:

Derzeit ist es üblich, bei Reißprüfungen an Garnen eine bestimmte Anzahl von Einzelprüfungen durchzuführen, die auf Grund von Erfahrungen festgelegt wird. Da es stets sehr aufwendig ist, diese Zwischenauswertungen während der Prüfung durchzuführen, wird die Anzahl der Einzelprüfungen entweder etwas zu großzügig gewählt, damit die Prüfungen auf jeden Fall die geforderte statistische Sicherheit aufweisen (dies schließt ein, daß für den Großteil der Prüferien eine wesentlich geringere Zahl von Einzelprüfungen ausreichen würde), oder die Einzelprüfungszahl wird

im Mittel richtig gewählt, dann wird ein Teil der gemachten Aussagen statistisch unsicherer und die Gefahr von Fehlentscheidungen wächst. Welcher der beiden Wege gewählt wird, hängt zumeist vom zeitlichen Druck ab, der auf das Textillabor von anderer Seite her ausgeübt wird. Ist dieser Druck gering, so kann der Sicherheit der Aussage Vorrang gegeben werden, erhöht er sich, so wird man das Risiko von Fehlentscheidungen auf sich nehmen müssen.

Im Zuge einer automatischen Auswertung ist es mit relativ geringem Rechneraufwand und ohne zusätzlichen Personalaufwand möglich, nach jeder einzelnen Prüfung eine Zwischenauswertung vorzunehmen, aus der der jeweils erreichte Vertrauensbereich hervorgeht. Unterschreitet dieser einen vorgegebenen Wert, so läßt sich daraus ein Signal zum Stillsetzen des Prüfautomaten herleiten. Auf diese Weise kann die Anzahl der Einzelprüfungen bei jeder sich einstellenden Streuung einem bestimmten Vertrauensbereich entsprechend klein gehalten werden. Hierzu muß allerdings bemerkt werden, daß ein textiler Prüfautomat mit einem Auswerterechner, der das beschriebene Rückmeldesignal abgibt, meines Wissens zur Zeit noch nicht auf dem Markt ist. Dieses Verfahren ist jedoch so naheliegend, daß es bis zur Marktreife nicht mehr lange dauern kann.

Ein zweites Verfahren zur Einsparung von Prüfaufwand betrifft die Annahme bzw. Ablehnung einer Lieferung bzw. die Freigabe einer Produktion bei Vorgabe einer Toleranzgrenze. Zur Feststellung, ob der Mittelwert eines Merkmals unter- oder oberhalb einer vorgegebenen Toleranzgrenze liegt, ist in der Textilindustrie, wenn sorgfältig vorgegangen wird, heute im allgemeinen folgendes Verfahren üblich:

Im Anschluß an eine bestimmte Anzahl von Einzelprüfungen wird das Mittel der gemessenen Werte berechnet und mit Hilfe des Vertrauensbereiches entschieden, ob der Grenzwert mit einer vorgegebenen statistischen Sicherheit über- oder unterschritten wird. Um zu vermeiden, daß diese Rechnungen mehrmals durchgeführt werden müssen, wird die Anzahl der Einzelmessungen relativ groß gewählt. Die Abweichung von der Toleranzgrenze ist aber nicht konstant. So könnte beispielsweise eine starke Abweichung von der Toleranzgrenze schon nach wenigen Einzelmessungen mit Sicherheit festgestellt werden, sodaß der angesetzte große Prüfumfang dann völlig unnützlich wäre. Mit Hilfe von Zwischenauswertungen ist es auch hier möglich, die Prüfung abzubrechen, sobald ein gesicherter Abstand zur Toleranzgrenze erreicht wird.

5. Verminderung des Prüfaufwandes durch statistisch richtige Probennahme

Das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Verfahren haben wir in einem Reißversuch an Garnen erprobt, um die Veränderung des Mittelwertes und des Vertrauensbereiches eines Meßwertes bei zunehmender Prüfdauer festzustellen. An jedem Garn wurden auf einem Automaten fortlaufend Reißprüfungen durchgeführt, wobei jeweils nach einer bestimmten Anzahl von Reißungen Zwischenauswertungen des Mittelwertes, der Streuung und des Vertrauensbereiches erfolgten. In Abbildung 3 sind die Auswertungsreihen des Mittelwertes und des Vertrauensbereiches von drei der geprüften Garne dargestellt. Auf der

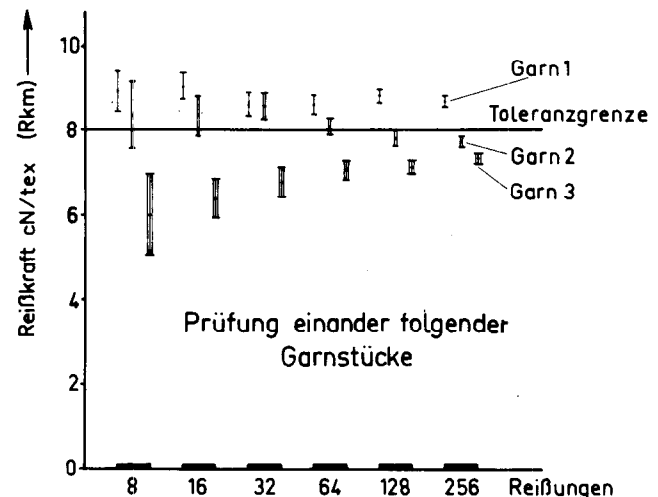


Abb. 3: Reißprüfung mit Zwischenauswertung an einanderfolgenden Garnstücken; Vertrauensbereich für 95% statistische Sicherheit

Ordinate ist die Reißfestigkeit aufgetragen, während auf der Abszisse die Anzahl der Reißungen wiedergegeben ist.

Der übersichtlichen Darstellung wegen wurde die zu jeder Zwischenauswertung nach der jeweils angegebenen Anzahl von Reißungen gehörende Reißkraft der drei Garne nebeneinander aufgetragen. Der Vertrauensbereich ist für eine 95%ige statistische Sicherheit angegeben. Die waagrechte Linie bei 8 cN/tex (Rkm) soll die Toleranzgrenze für die Annahme der Lieferung darstellen. Auf Grund der bisher angestellten Überlegungen müßte eine Aussage über Annahme oder Ablehnung einer Lieferung nach derjenigen Zahl von Einzelprüfungen möglich sein, bei der der Vertrauensbereich des Mittelwertes die Toleranzgrenze erstmals nicht mehr berührt.

Das Versuchsergebnis widerspricht jedoch zunächst diesen Vorstellungen. Beispielsweise wäre das Garn 2 nach 32 Reißungen mit mehr als 95%iger statistischer Sicherheit anzunehmen, während es nach 256 Reißungen mit gleicher Sicherheit abgelehnt werden müßte. Ein Blick auf die mitgeschriebenen Reißdiagramme (Abb. 4) zeigt, daß die Reißwerte nicht die für die genannten Auswertungen erforderliche und stillschwei-

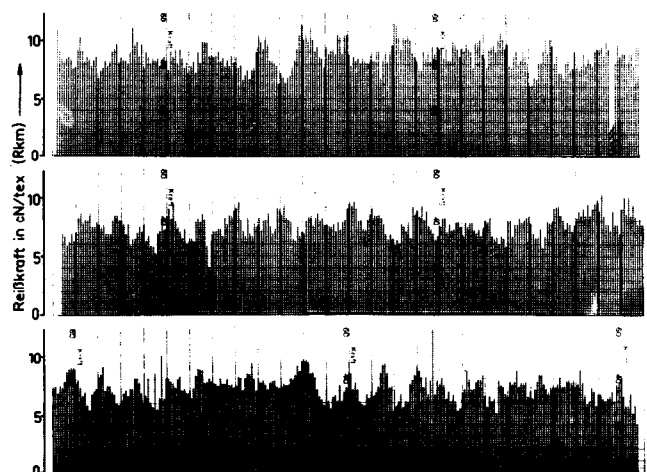


Abb. 4: Reißdiagramme der drei für statistische Untersuchungen geprüften Garne

gend vorausgesetzte statistische Normalverteilung haben, sondern daß die Garne periodenbehaftet sind. Wir hatten dieses Beispiel gewählt, da in der Praxis wenig auf diese Dinge geachtet und im allgemeinen nach einem festen Schema eine Anzahl von Reißungen durchgeführt wird, nach der man anschließend Mittelwert, Standardabweichung und Vertrauensbereich berechnet.

Nun ist aber ein Prüfumfang von 50 bis 100 Reißungen nicht aus der Luft gegriffen, sondern durchaus praxisüblich. Diese Auswertung zeigt somit, daß der zu einem bestimmten Prüfumfang errechnete Vertrauensbereich diesen Namen nicht verdient, wenn die Prüfung in der allgemein üblichen Weise durchgeführt wird, das heißt, wenn aufeinanderfolgende Garnstücke vom Kops abgezogen und gerissen werden. (Von der Prüfung mehrerer Kopse sei hier zunächst einmal abgesehen.)

Im weiteren Verlauf des Versuches wurden aus dem gesamten vorliegenden Prüfumfang von insgesamt 256 Reißungen die im Diagramm angegebenen Anzahlen von Reißungen für die Auswertung ausgewählt, aber nicht der Reihenfolge nach, sondern in unterschiedlichem, durch Zufallszahlen bestimmtem Abstand innerhalb des gesamten Bereiches von 256 Messungen.

Diese Auswertung ergibt jetzt ein wesentlich einheitlicheres Bild (Abb. 5). Für jedes der drei Garne liegt der aus einem bestimmten Prüfumfang gewonnene Mittelwert stets innerhalb des Vertrauensbereiches eines aus einem geringeren Prüfumfang erhaltenen Mittelwertes. Das heißt, wenn ein Stichprobenmittelwert die Toleranzgrenze erstmalig um mehr als den Vertrauensbereich über- oder unterschreitet, dann läßt sich auch eine eindeutige Aussage über Annahme oder Ablehnung der betreffenden Lieferung machen, ohne daß diese Aussage revidiert werden müßte, wenn noch weitergeprüft wird.

In dem in Abbildung 5 dargestellten Beispiel kann bereits nach 16 Reißungen entschieden werden, daß das Garn 3 abzulehnen ist. Nach 32 Reißungen liegt das Garn 1 auf der Annahmeseite, bei Garn 2 dagegen ist erst nach 128 Reißungen eine Ablehnung statistisch gesichert. Dieses Verfahren, das hier anschaulich dar-

gestellt wurde, läßt sich durch Folgeprüfpläne, Berücksichtigung von Verteilungsformen, Festlegung von Höchstprüfumfängen und anderes mehr noch verfeinern. Möglichkeiten hierzu sind der überaus zahlreich vorhandenen Statistik-Literatur zu entnehmen.

Mir ging es hier in erster Linie darum, einmal zu zeigen, daß man bei statistisch richtiger Entnahme — entgegen einer viel geäußerten Ansicht — den Probenumfang in vielen Fällen gegenüber dem noch heute üblichen verringern kann, wenn man bei der Auswertung zusätzlich die Möglichkeiten der Online-Datenverarbeitung einsetzt.

Bei der Beurteilung eines Kopses darf das Garn beispielsweise nicht hintereinanderweg geprüft werden, sondern es müssen zwischen den Prüfungen Garnstücke verworfen werden. Dabei sollten diese Stücke unterschiedlich lang sein, damit die Messungen nicht mit den Längen möglicherweise vorhandener Perioden zusammenfallen. Für die praktische Prüfung ergäbe sich allein durch das Verwerfen von Garnstücken bei automatischer Auswertung keine und bei manueller Auswertung nur eine geringe Zeitersparnis. Sehr wichtig ist es dabei, daß das nichtgeprüfte Garn schnell abgezogen wird. Dies ließe sich mit Hilfe eines speziellen Abzugs, der durch Nockenscheiben mit unregelmäßigen Nockenabständen oder durch andere entsprechende Maßnahmen gesteuert werden könnte, relativ leicht verwirklichen. Möge dies den Meßgeräteherstellern als Anregung für eine Weiterentwicklung ihrer Geräte dienen. In dem geschilderten Versuch wurden die Zwischenauswertungen nicht automatisch ausgeführt, weil die erwähnten technischen Voraussetzungen dazu fehlen. Aus den Untersuchungen geht aber klar hervor, durch welche Maßnahmen der Prüfaufwand erheblich verringert werden könnte.

Die Untersuchung zeigt noch etwas anderes. Bei der Beurteilung einer Garnlieferung wird die statistische Sicherheit der Prüfung überwiegend von der Anzahl der untersuchten Kopse beeinflusst, weil hierbei voneinander unabhängige Garnstücke entnommen werden. Denn bei der derzeit üblichen Prüfung einander folgender Garnstücke eines Kopses ist die Aussage bei 10 Garnprüfungen pro Kops im Grunde nicht viel sicherer als bei nur einer einzigen Prüfung pro Kops, wie dies auch die gezeigten Diagramme belegen. Es bleiben daher nur die Möglichkeiten, entweder — wie von Lünenschloß, Rottmayr und Hummel⁶ vorgeschlagen — sehr viele Kops mit einer geringen Zahl von Einzelversuchen zu prüfen, oder — da dies wegen der hohen Rüstzeiten unrentabel ist — nur eine geringe Kopsanzahl zu nehmen, dabei aber die statistisch richtige Entnahme der Garnstücke eines jeden Kopses zu gewährleisten, was durch die geschilderten Maßnahmen erreicht werden kann.

Am Beispiel der Reißfestigkeitsprüfung wurden die Möglichkeiten einer Einschränkung des Prüfaufwandes mit Hilfe einer automatischen Zwischenauswertung bei richtiger statistischer Entnahme gezeigt. Dieses Beispiel wurde gewählt, weil in den meisten Textillabors eine derartige Prüfung anfällt und außerdem die Automatisierung auf diesem Gebiet am weitesten fortgeschritten ist. Gleiche Möglichkeiten gibt es aber auch für viele andere Prüfungen, und zwar auch dann, wenn die einzelnen Meßwerte von Hand in die Rechenmaschine eingegeben werden müssen. Auf programmierbaren Tischrechnern können die hierzu er-

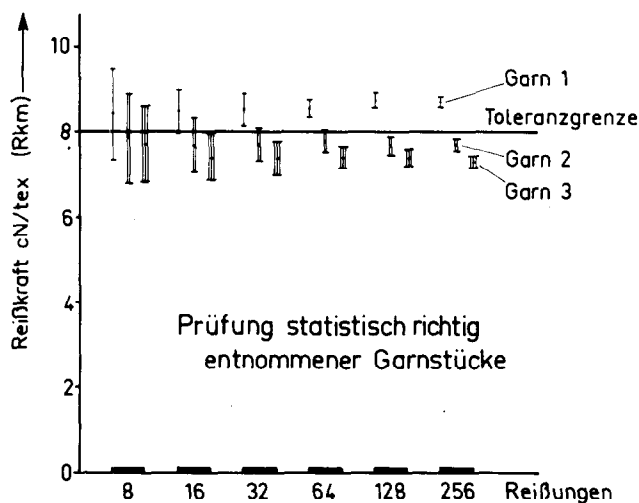


Abb. 5: Reißprüfung mit Zwischenbewertung an statistisch richtig entnommenen Garnstücken; Vertrauensbereich für 95% statistische Sicherheit

forderlichen Programme so gestaltet werden, daß sich fortlaufend Zwischenergebnisse berechnen lassen, ohne für das Endergebnis die Rechnung wiederholen zu müssen. Dieses Verfahren eignet sich besonders dann, wenn die Einzelprüfung sehr teuer oder zeitaufwendig ist, und es sich daher zu wissen lohnt, ob weitergeprüft werden muß, oder ob das erreichte Prüfungsergebnis als Kriterium für eine zu treffende Entscheidung ausreicht.

6. Verminderung des Prüfaufwands durch organisatorische Maßnahmen

Eine organisatorische Möglichkeit, die Laboreffizienz zu steigern, ist durch eine Rückkoppelung zwischen Labor und Produktion bzw. zwischen Labor und Verkauf gegeben. Die erforderliche Genauigkeit der Messungen und die damit verbundene Anzahl der durchzuführenden Einzelprüfungen hängt sehr stark von der Reklamationshäufigkeit bzw. von der Störanfälligkeit in der Produktion sowie von dem Schaden ab, der bei einer Fehlentscheidung entsteht.

Je geringer der Schaden ist, der bei einer Fehlentscheidung erwartet werden kann, desto niedriger darf die statistische Sicherheit für das Entscheidungskriterium gewählt werden und desto geringer wird auch die erforderliche Zahl der Prüfungen sein. Daher muß stets eine Rückmeldung über tatsächliche Schadensfälle stattfinden, damit daraus die Schärfe der Prüfung abgeleitet werden kann.

Es sollte beispielsweise eine Jahresstatistik über die durch Reklamationen verursachte Schadenssumme geführt werden, die den Mehrkosten für eine schärfere Prüfung gegenübergestellt werden kann. Bei einem Kostenvergleich müssen allerdings auch nicht direkt in Geld faßbare Faktoren, wie beispielsweise das Image des Unternehmens o.ä., mit einer bestimmten Gewichtung berücksichtigt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Einsparung von Laborkapazität betrifft die Organisation zwischen Qualitätskontrolle und Produktion. In vielen Unternehmen liegt die Verantwortung für die Freigabe einer Produktionscharge allein bei der Qualitätskontrolle. Das kann dazu führen, daß das Labor von der Produktionsleitung über zu erwartende Qualitätsminderungen gar nicht informiert wird, weil diese hofft, die Fehler seien nicht so gravierend, daß sie später zu Reklamationen führen könnten, und daher glaubt, sie nicht vorzeitig zugeben zu müssen. Bei einer später tatsächlich eintretenden Reklamation hat die Qualitätskontrolle in der genannten Organisationsform dann die Hauptlast der Verantwortung zu tragen, weil sie die fehlerhafte Ware nicht abgefangen hat. Die Qualitätskontrolle wird sich gegen einen solchen Vorwurf begrifflicherweise durch einen relativ hohen Prüfaufwand zu schützen versuchen.

Bei der Aufteilung der Verantwortung für die Freigabe einer Produktionscharge ist deshalb ein besserer Informationsaustausch zwischen Produktionsleitung und Qualitätskontrolle zu erwarten, da beide infolge ihrer gemeinsamen Aufgabe so eng wie möglich zusammenarbeiten werden. Nun wird beispielsweise die Produktionsleitung eher dazu bereit sein, das Labor darüber zu unterrichten, wenn in der Produktion bestimmte Fehleinstellungen vorgelegen haben, die dann möglicherweise zu einer Qualitäts-

minderung führen könnten. Das Labor wird in diesem Fall die Qualität besonders scharf prüfen.

In der übrigen Zeit kann mit einer verminderten statistischen Sicherheit der Fehlererkennung und dadurch mit einer geringeren Stichprobenanzahl gearbeitet werden, da die Entscheidungssicherheit ja durch anderweitige Informationen wieder erhöht wird.

7. Schlußbetrachtung

Die ständig steigenden Anforderungen hinsichtlich Fehlerfreiheit gelieferter Waren machen einen hohen Aufwand an Messung und Produktionsüberwachung erforderlich. Gleichzeitig steigen die Kosten für das hierzu benötigte Personal. Um die zu bewältigenden Prüfaufgaben trotzdem rationell durchführen zu können, sind moderne Prüf- und Auswertegeräte unumgänglich. Offensichtlich ist aber der Irrtum weit verbreitet, daß allein schon durch das Aufstellen von Automaten oder Computern die Laborarbeit zu rationalisieren sei.

Es wird hier so lange keinen Fortschritt geben, so lange die Prüfungen in der gleichen Art und im gleichen Umfang wie bisher durchgeführt und die zusätzlich anfallenden Informationen nicht zum Eingriff in die Produktion und zur Verminderung des Prüfungsumfanges genutzt werden.

Mein Referat sollte einen Einblick in die Möglichkeiten einer Automatisierung der Labordatenverarbeitung geben sowie dazu anregen, den Prüfaufwand durch Einsatz von Direktauswerteverfahren, durch Beachten der statistischen Regeln für die Probenahme sowie durch organisatorische Maßnahmen zu vermindern.

Literatur:

- 1) Reutlinger Kolloquium: „Maßnahmen zur verbesserten Effektivität des Textillabors“; Institut für Textiltechnik Reutlingen, 1974
- 2) R. Guse: „Spezielle Verfahren zur Berechnung statistischer Kenngrößen im On-line-Betrieb“; Melliand Textilber. 55 (6), 526—529 (1974)
- 3) J. C. Promoll: „Einsatz von elektronischen Rechnern im Textillabor“; Melliand Textilber. 55 (6), 523—525 (1974)
- 4) H. Dinkel: „Prozeßrechner und programmierbare Tischrechner für die Auswertung und für die Steuerung von Meßgeräten“; Melliand Textilber. 55 (6), 521—522 (1974)
- 5) „Kleincomputer zur On-line-Auswertung von Labormessungen“; Textil Praxis 28 (9), 490—491 (1973)
- 6) J. Lünenschloß, H. Rottmayr, E. Hummel: „Die Abhängigkeit der Festigkeitsergebnisse von Geräte-, Klima- und Materialeinflüssen unter besonderer Berücksichtigung der Inhomogenität der Fasergarne“; Textil Praxis 20 (11), 934—945; (12), 1023—1035 (1965)
- 7) „Automatische Auswertung an Zugprüfmaschinen“; Textil Praxis 29 (5), 582—585 (1974)
- 8) P. Ehrler, R. Guse: „Kriterien des Reibungsverhaltens von Garnen und ihre Ermittlung“; Chemiefasern 7, 568—572 (1974)

Diskussion Guse

Heckbusch: In welcher Größenordnung liegen die Kosten, zum Beispiel für den Anschluß eines Reißgerätes an den Rechner?

Guse: Ich schätze, daß der Marktpreis für eine derartige Anlage etwa 10.000 DM ausmacht.

Stein: Ich darf dazu sagen, daß wir solche im On-line-Verfahren arbeitende Auswertanlagen für unseren Statimat, das heißt den automatischen Festigkeitsprüfer, schon seit langer Zeit liefern. Die Preise liegen unter 10.000 DM für einen Tischrechner, der druckt. Und zwar druckt er den Mittelwert für die Kraft, den Mittelwert für die Dehnung und die zugehörige Standardabweichung aus.

Topf: Wir haben in Ihrem ersten Bild die verschiedensten Möglichkeiten gesehen, irgendein Prüfgerät im On-line- oder im Off-line-Betrieb mit Rechnern zu kombinieren. Nach welchen Gesichtspunkten könnte man eventuell die Frage entscheiden, ob es sinnvoller ist, im On-line- oder im Off-line-Betrieb zu arbeiten.

Guse: Wenn man an einen Prozeßrechner mehrere Geräte anschließt, muß gewährleistet sein, daß diese Geräte möglichst oft in der gleichen Konstellation betrieben werden. Dies wird in einem Labor, das Qualitätskontrolle betreibt, im allgemeinen gegeben sein, während in einem Forschungslabor oder in einem Labor, das vornehmlich Reklamationen bearbeitet, die Zusammensetzung der verwendeten Geräte oft wechselt. Diese Unterscheidung ist aus folgendem Grunde wichtig. Damit mehrere Geräte gleichzeitig von einem Rechner bedient werden können, muß ein Steuerprogramm geschrieben werden. Dieses Programm wechselt im allgemeinen mit der Art und der

Anzahl der Geräte. Es ist ersichtlich, daß umso geringere Programmierarbeit anfällt, je weniger Gerätekombinationen am Rechner betrieben werden.

Wenn die Gerätekonstellation sehr variabel und die Auswertung nicht zu umfangreich ist, wird es wirtschaftlicher sein, das einzelne Prüfgerät mit einem kleinen Tischrechner auszustatten. Bei sehr hohen Datenraten, wie ich es bei den Reibversuchen schilderte, kann es allerdings trotzdem erforderlich sein, einen Prozeßrechner einzusetzen. Bei relativ geringen Datenraten und schwieriger Auswertung kann es richtig sein, die Messungen auf Datenträger aufzunehmen und diese dann in einem Zentralrechner auszuwerten.

Wenn es jedoch einmal möglich sein wird, Meßautomaten einzusetzen, bei denen die Prüfung von der Auswertung her beeinflußt werden kann, ist ein direkter Rechneranschluß unumgänglich.

Köb: In einem größeren Labor gibt es jedoch nicht nur das Problem der Datenerstellung, sondern auch das der Datensammlung. Von einem Garn werden beispielsweise die Nummer, die Reißfestigkeit, die Scheuerfestigkeit u. a. an verschiedenen Arbeitsplätzen gewonnen.

Die Schwierigkeit besteht nur darin, die Werte für eine bestimmte Probe so zu sammeln, daß sie später fehlerfrei einander zugeordnet werden können. Wenn dies mit einem zentralen Rechner vollautomatisch gelöst werden soll, ist der Aufwand zu hoch.

Guse: Aus diesem Grunde nehme auch ich an, daß es in absehbarer Zeit nicht möglich sein wird, eine generelle Automatisierung des Textillabors durchzuführen. Die Automatisierung der Datenerfassung muß sich im wesentlichen auf die Prüfungen beschränken, bei denen schon eine gewisse Automatisierung des Prüfungsvorgangs vorhanden ist und die Meßwerte als elektrische Größen anfallen. Bei den weitgehend von Hand ausgeführten Prüfungen wird man im allgemeinen auf Belegkarten oder ähnliches zurückgreifen müssen.

Einflußgrößen für die Makrostrukturentwicklung und die thermische Stabilität texturierter Polyesterfäden

16. Mitteilung über das Fixieren von PES*
 Professor Dr. G. Valk,
 unter Mitarbeit von Dr. G. Heidemann,
 Dr.-Ing. H.-J. Berndt und A. Bossmann,
 Textilforschung Krefeld

Die verfahrenstechnische Beherrschung der Makrostrukturentwicklung von Flächengebilden aus texturierten Polyesterfäden gehört z. Z. zu den interessantesten Entwicklungsaufgaben in der Maschinen- und in der Veredlungsindustrie. Hierbei geht es im wesentlichen um die optimale Prozeßführung bei der Ausrüstung spannungsempfindlicher Textilien mit Rücksicht auf Spannung, Temperatur, Verweilzeit und Mechanik. Zu diesem Problemkreis werden in der vorliegenden Arbeit für eine bestimmte Verfahrensvariante erste Forschungsergebnisse mitgeteilt.

Most interesting developments are under investigation in today's machine and finishing industry with respect to structure (bulk) development of woven fabrics and knitted articles. These are mainly concerned with optimum conditions for tension, temperature, treatment time and mechanical action. The present paper gives first results in this direction for one special process combination.

1. Einführung

Im Rahmen unserer verfahrenstechnischen Arbeiten zur thermischen Behandlung von PES-Fäden wurde in der ersten Stufe untersucht, wie im Hinblick auf Farbstoffaufnahme, Dimensionsstabilität, Elastizität und gewisse andere Fasereigenschaften optimal zu fixieren ist. Über diese ausschließlich an nichtmodifizierten glatten Fäden durchgeführten Untersuchungen haben wir bei der Dornbirner Chemiefasertagung 1972² vorgetragen. Die erfolgreiche Bearbeitung des angestrebten Ziels setzte die Entwicklung brauchbarer Analysentechniken voraus, die im Verlauf des weiteren Programms beträchtlich verbessert und erweitert wurden³⁻⁶.

In der zweiten Arbeitsstufe konnte dann gezeigt werden, daß sowohl für physikalisch als auch chemisch modifizierte PES-Fäden prinzipiell gleiches Verhalten gegeben ist. Über diese Ergebnisse wurde bei der letzten Chemiefasertagung berichtet⁷.

Logischerweise mußte sich jetzt die Untersuchung thermischer Folgeprozesse anschließen, so wie sie in der Praxis der textilen Verarbeitung und Veredlung bis hin zur Konfektion vorkommen. Der erste thermische Folgeprozeß der beim Faserhersteller vorgenommenen Fixierung ist im vorliegenden Fall die Texturierung. Zunächst galt es also, texturierte Fäden in ihrem für die Weiterverarbeitung maßgeblichen Eigenschaftsbild zu charakterisieren, um dann diese Materialien weiteren Folgeprozessen (Waschen, Trocknen,

Thermofixieren, Färben) zu unterwerfen. Nur bei Kenntnis aller wesentlichen Einflußgrößen ist eine materialspezifische und wirtschaftliche Prozeßführung im Hinblick auf bestimmte gewünschte Endigenschaften möglich.

Aus dem Bereich dieser Arbeiten sollen nun diejenigen Ergebnisse vorgestellt werden, die für die Makrostrukturentwicklung und die thermische Stabilität texturierter Polyesterfäden verantwortlich sind.

2. Problemerkklärung

Die in der Textilveredlung vorgenommene Strukturentwicklung von Web- und Maschenware aus texturierten PES-Fäden wird zur Zeit sowohl in der Maschinenindustrie als auch in der Textilveredlungsindustrie im Hinblick auf optimale Verfahrensführung durchleuchtet. Aus den bisher von uns erarbeiteten Ergebnissen werden wir jedoch sehen, wie entscheidend, und zwar sowohl für die Verfahrensführung als auch für den Warenausfall, schon die richtige Materialauswahl bei der Herstellung der Flächengebilde ist, das heißt, in welcher Weise die Strukturentwicklungsprozesse durch Fasererzeugung, Texturierung und Konstruktion des Flächengebildes steuerbar sind.

Zu diskutieren ist also die zentrale Frage: Welche Größen sind bei den Materialien unterschiedlicher Vorgeschichte für Temperatur, Verweilzeit und mechanische Belastung zu wählen, um in der ersten Stufe (hier der Waschprozeß) möglichst viel Schrumpfung, das heißt, optimale Makrostrukturentwicklung, auszulösen?

3. Versuchsmaterial

a) Sieben kommerzielle HE-Garne, die aus fünf verschiedenen PES-Typen bei vier verschiedenen Texturierern hergestellt wurden:

HE 1 A: PES-TYPE 1 (dtex 76 f 24, glzd.),
 Texturierer A

HE 2 A: PES-Type 2 (dtex 76 f 24, matt),
 Texturierer A

HE 3 A: PES-Type 3 (dtex 76 f 24, glzd. prof.),
 Texturierer A

HE 3 B: PES-Type 3 (dtex 76 f 24, glzd. prof.),
 Texturierer B

HE 3 C: PES-Type 3 (dtex 76 f 24, glzd. prof.),
 Texturierer C

HE 4 D: PES-Type 4 (dtex 76 f 24, glzd. prof.),
 Texturierer D

HE 5 D: PES-Type 5 (dtex 76 f 36, matt prof.),
 Texturierer D

Die Texturierer A bis C haben zwecks Produktion von Garnen mit gleicher Handelsbezeichnung angeblich unter gleichen Bedingungen gearbeitet.

b) Sieben in Eigenregie aus PES-Type 1 (dtex 76 f 24, glzd.) bei Texturierer E hergestellte HE-Garne:

HE 1	VE (%)	T (°C)	Spindeldrehzahl (U/min)
E 1	+ 1	200	260.000
E 2	+ 2	215	260.000
E 3	+ 1	230	260.000
E 4	— 3	200	260.000
E 5	— 3	215	260.000
E 6	— 3	230	260.000
E 7	— 3	230	310.000

* 15. Mitteilung siehe Lit. 1

c) glattes PES-Garn (dtex 76 f 24, ungedreht).
Die Materialien a) und b) wurden als Schußmaterial, Material c) als Kettmaterial eingesetzt.

4. Versuchsdurchführung

a) *Weben*

Konventionelle Webmaschine mit Unifil-Einrichtung

Anzahl der Schäfte: 4
Tourenzahl: 195 Schuß/min
Gewebebindung: K $\frac{2}{2}$ Z
Kettfadendichte: 40 Fäden/cm
Schußfadendichte: 34 Fäden/cm

b) *Waschen*

Breitwaschmaschine „Fluid-O-Tex“ (Fa. Artos)
Entwicklungswanne: 70 °C, 3 min, mechanische Bearbeitung durch Walkkörper
Saugtrommelwaschabteile: 1. Trommel 70 °C
2. Trommel 100 °C

c) *Trocknen*

Siebbandtrockner (Fa. Artos) bei 120 °C ($\Delta T_{\text{eff}} = 125 °C$)

d) *Fixieren*

Luftkissenspannrahmen (Fa. Artos)
Temperatur: 180 °C ($\Delta T_{\text{eff}} = 185 °C$)
Warenführung: spannungslos in Schußrichtung, 7 % Voreilung in Ketttrichtung

e) *Prüfung der HE-Garne*

Einkräuselung: DIN 53.840 und ⁸
Schrumpfkraft: Eigenbau ^{9, 6}
Thermomechanische Analyse: DuPont-Gerät 941 ³
Hydromechanische Analyse: Eigenbau (s. auch Lit. 10)
Heißwasserschrumpf: Strang mit definierter Belastung in thermostatisiertem Gefäß. Erfassung der Längenänderung manuell außerhalb des Gefäßes
Temperatur: 60, 80 und 100 °C
Verweilzeit: 15 min

f) *Prüfung der Gewebe*

Heißwasserschrumpf: Gewebestreifen mit definierter Belastung im gleichen Gefäß wie Garne
Temperatur und Verweilzeit wie bei Garnen
Wannenschrumpf: in Anlehnung an DIN 53.892, Abs. 6. 2, spannungslose Behandlung im flachausgebreiteten Zustand, durch Gitter unter Wasser gehalten

Waschmaschinen-schrumpf:

in Anlehnung an DIN 53.892, Abs. 6.3.1, in Haushalts-Trommelwaschmaschine (Kochwaschgang)

g) *Ermittlung der Korrelationskoeffizienten* ¹¹

5. Ergebnisse

Das Schrumpfverhalten von zwei kommerziellen HE-Garnen und den daraus hergestellten Geweben in Wasser als Funktion von Behandlungstemperatur und -spannung ist in den Abbildungen 1 und 2 wiedergegeben. Daraus ist zu entnehmen, daß der Schrumpf temperatur- und belastungsabhängig ist. Während bei weitgehend spannungsloser Behandlung (0,001 p/dtex) der Schrumpf mit steigender Temperatur zunimmt, bleibt dieser schon bei einer Belastung von 0,005 p/dtex annähernd konstant.

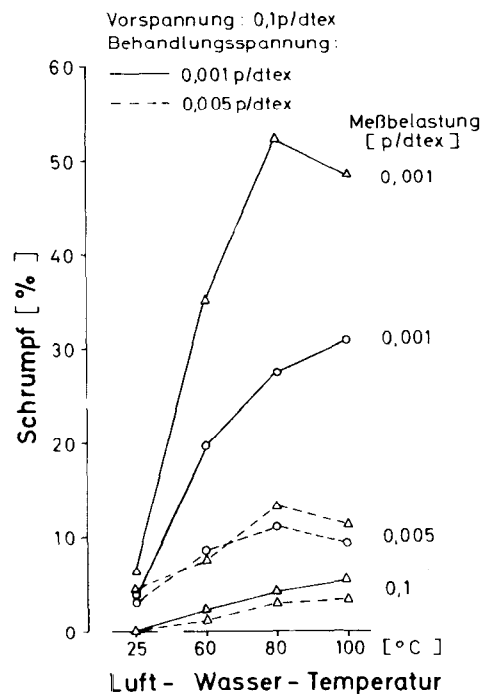


Abb. 1: Heißwasserschrumpf von HE-Garnen (PES-Material: O—O HE 2A, Δ—Δ HE 5 D)

Die unteren beiden Linienzüge in Abbildung 1 und 2 stellen den Substanzschrumpf dar, der durch Ausmessen der Längenänderung unter erhöhter Belastung (0,1 p/dtex) ermittelt wurde. Daraus folgt, daß in diesem Fall der Schrumpf zu über 90 % durch Kräuselkontraktion entstanden ist.

Prinzipiell werden an Faden und Gewebe gleiche Ergebnisse erzielt, nur liegen die Schrumpfwerte bei Geweben auf Grund eingeschränkter Bewegungsmöglichkeiten um die Hälfte niedriger als bei Fäden. Der durch ihre Vorgeschichte bestimmte unterschiedliche Zustand der texturierten Ausgangsmaterialien macht sich insbesondere bei der Behandlung unter geringen Spannungen deutlich bemerkbar.

Als nächstes erhob sich die Frage, wie sich die unter gleichen Bedingungen verwebten HE-Garne in der Ausrüstung verhalten, wobei davon ausgegangen

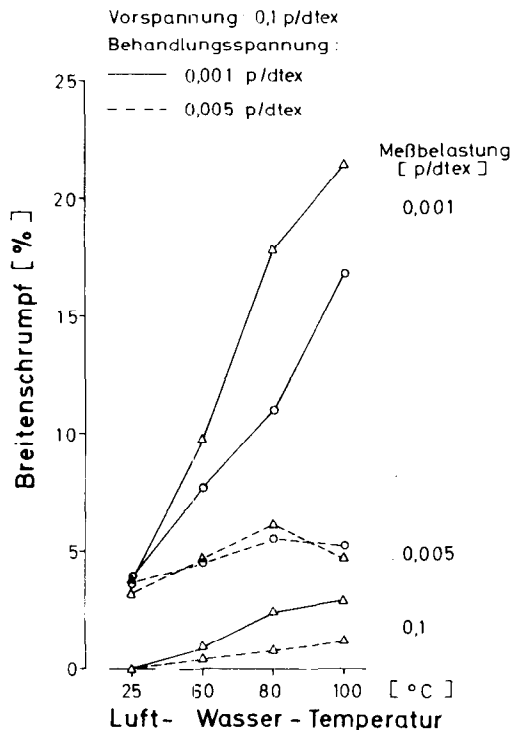


Abb. 2: Heißwasserschumpf von Geweben aus kommerziellen HE-Garnen (Schuß-Material: O—O HE 2A, Δ — Δ HE 5 D)

wurde, daß u. a. der Faktor „innere Materialspannung“ unbekannt ist. In Abbildung 3 sind die Breitenänderungen der Gewebe aus den kommerziellen HE-Garnen von der Rohware ausgehend bis zum Fixier-

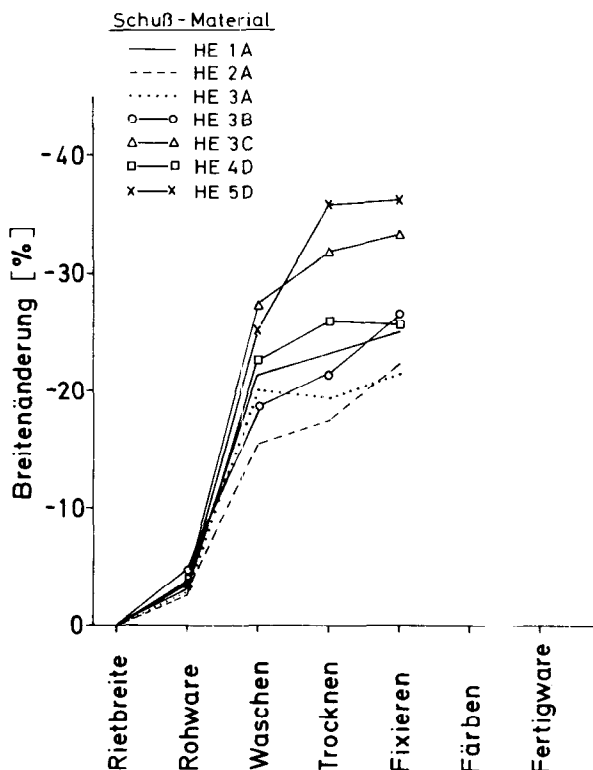


Abb. 3: Breitenänderung von Geweben aus kommerziellen HE-Garnen (PES) in verschiedenen Ausrüstungsstufen

prozeß (bezogen auf die einheitliche Rietbreite) dargestellt.

Diese Abbildung zeigt, daß in der gewählten Prozeßführung ca. zwei Drittel des Gesamtschrumpfes auf den Waschprozeß entfallen. In den Rest teilen sich Relaxation nach dem Entfernen der Ware aus der Webmaschine (ca. 5—10 %), Trocknen (10—20 %) und Fixieren (ca. 10—15 %). Das Verhalten der einzelnen Gewebeabschnitte ist — wie bereits weiter oben erläutert — stark materialabhängig.

Völlig analoges Verhalten zeigen die Gewebe aus den von uns unter Variation der Texturierbedingungen hergestellten HE-Garnen (Abb. 4). Diese Abbildung liefert die Erklärung für das unterschiedliche Verhalten der kommerziellen Garne in Folgeprozessen, das im einzelnen von folgenden Veränderungen der Texturierbedingungen abhängt:

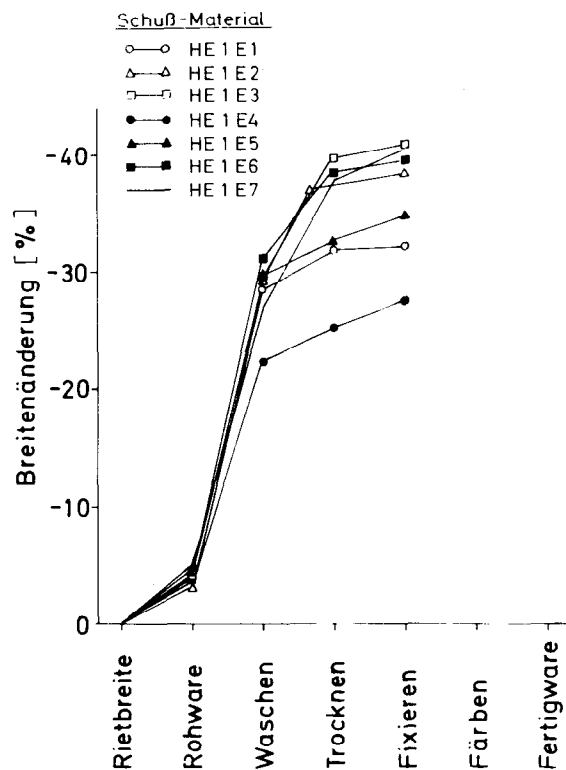


Abb. 4: Breitenänderung von Geweben aus unterschiedlich texturierten HE-Garnen in verschiedenen Ausrüstungsstufen

- a) Eine Temperaturerhöhung bei der Texturierung vergrößert den Schumpf, wobei aber von der Effektivtemperatur¹² der Texturierung auszugehen ist.
- b) Bei Spannungserhöhung in der Texturierzone wird der Schumpf reduziert.
- c) Eine Erhöhung der Spindeltourenzahle erhöht auch den Schumpf.

Die deutliche Differenz zwischen maximalem und minimalem Schumpf zeigt, daß die Strukturentwicklung durch die Wahl der Texturierbedingungen entscheidend steuerbar ist. Daraus leitet sich aber die Frage ab, wovon das bisher geschilderte unterschiedliche Verhalten abhängt.

Zur Beantwortung wurden die verwendeten HE-Garne mit Hilfe thermo- und hydromechanischer Untersuchungsmethoden analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Abbildungen 5 bis 9 dargestellt.

In Abbildung 5 wird das temperaturabhängige Schrumpfkraftverhalten von kommerziellen HE-Garnen mit dem unter definierten Texturierungsbedingungen hergestellten HE-Garnen verglichen. Diese Abbildung demonstriert, daß nicht nur die Texturierungsbedingungen (Temperatur, Spannung, Drall) sondern auch noch andere Einflußgrößen während der Texturierung das völlig andere Verhalten der herkömmlichen Garne beeinflussen. Während die in Eigenregie hergestellten Garne erst oberhalb einer Meßtemperatur von 120 °C ein den Texturierungsbedingungen entsprechendes, sinnvoll

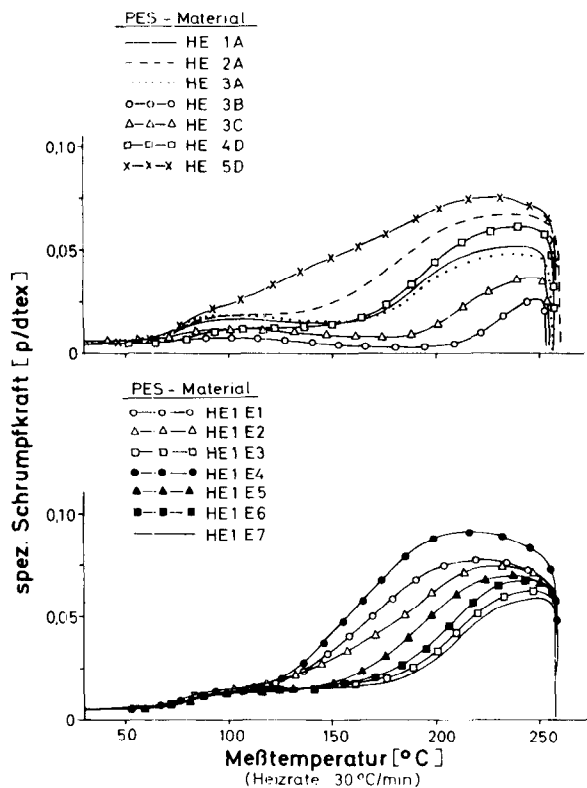


Abb. 5: Temperaturabhängiges Schrumpfkraftverhalten von kommerziellen HE-Garnen (oben) und von HE-Garnen mit definierten Texturierungsbedingungen (unten)

abgestuftes Schrumpfkraftverhalten zeigen, treten bei den kommerziellen Garnen schon bei 100 °C Meßtemperatur größere Abweichungen auf. Die unterschiedlichen Garntypen können hierfür nicht die einzige Ursache sein, da die gleiche Rohgarntype HE 3, die von den drei verschiedenen Texturierern verwendet wurde, in diesem Bereich ebenfalls ein völlig abweichendes Verhalten zeigt.

An einer ausgewählten Probe mit hohem Schrumpf wurde das Längenänderungsverhalten in Heißluft (thermomechanische Analyse) unter Variation der Belastung untersucht. Als kleinste Belastung wurde 0,001 p/dtex gewählt, die im Gewebe einer Warenspannung von ungefähr 0,25 kp/m entspricht.

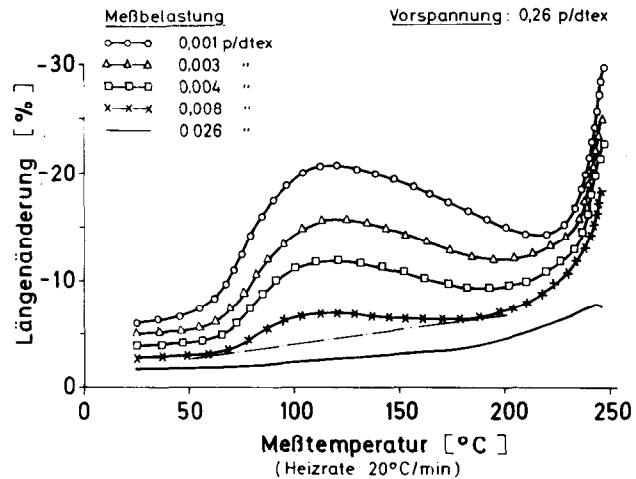


Abb. 6: Temperatur- und spannungsabhängiges Längenänderungsverhalten von PES-HE-Garn (HE 1 E7)

Abbildung 6 zeigt bei ca. 120 °C Meßtemperatur ein ausgeprägtes Maximum, das — durch eine gestrichelte Basislinie von der Grundkurve abgetrennt — den Kräuselkontraktionsanteil darstellt. Dafür spricht die Längung der Probe einerseits mit zunehmender Temperatur bei der gewählten Meßbelastung und andererseits mit zunehmender Meßspannung. Bei annähernd 0,01 p/dtex Meßbelastung wird bei dem untersuchten Garn die Entwicklung der Kräuselung verhindert, und nur aus dem Substanzschrumpf der Fäden resultiert eine Verkürzung der Proben, vor allem oberhalb von 220 °C Meßtemperatur.

In Abbildung 7 sind die durch die Basislinie abgetrennten temperaturabhängigen Kräuselkontraktionsanteile der kommerziellen HE-Garne bei einer einheitlichen Belastung von 0,001 p/dtex zusammengefaßt. Die Höhe dieser zwischen 50 und 110 °C ermittelten Maxima liefert in der Praxis eine gute Korrelation zum Gewebeschrumpf nach dem Trocknen (vgl. Abb. 3 und Tab. 1).

Um zu erfahren, in welchem Medium die bessere Entwicklung der Makrostruktur zu erwarten ist, haben

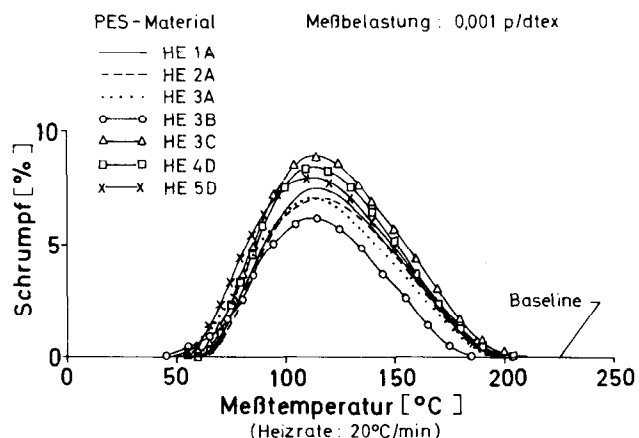


Abb. 7: Kräuselkontraktionsanteil im temperaturabhängigen Längenänderungsdiagramm von PES-HE-Garnen

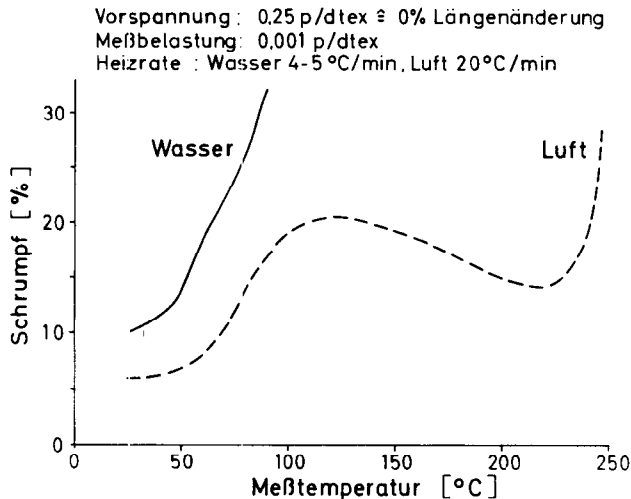


Abb. 8: Hydro- bzw. thermomechanische Analyse von PES-Material HE 1 E1 (Fäden), 76 dtex

wir vergleichende Untersuchungen des temperaturabhängigen Schrumpfverhaltens in Luft (thermomechanische Analyse) und Wasser (hydromechanische Analyse) durchgeführt. Abbildung 8 zeigt, daß der Schrumpfung in Wasser bei gleicher Meßbelastung wesentlich höher ist als in Luft und auch früher einsetzt. In Wasser wurde selbst bei 95 °C das Maximum noch nicht erreicht.

Für die bessere Kräuselungsentwicklung ist sicher einerseits die Verringerung der Faser-an-Faser-Reibung durch das „Schmiermittel“ Wasser und andererseits die Verringerung der Einfriertemperatur bzw. der inneren Reibung durch das sorbierte Wasser verantwortlich zu machen.

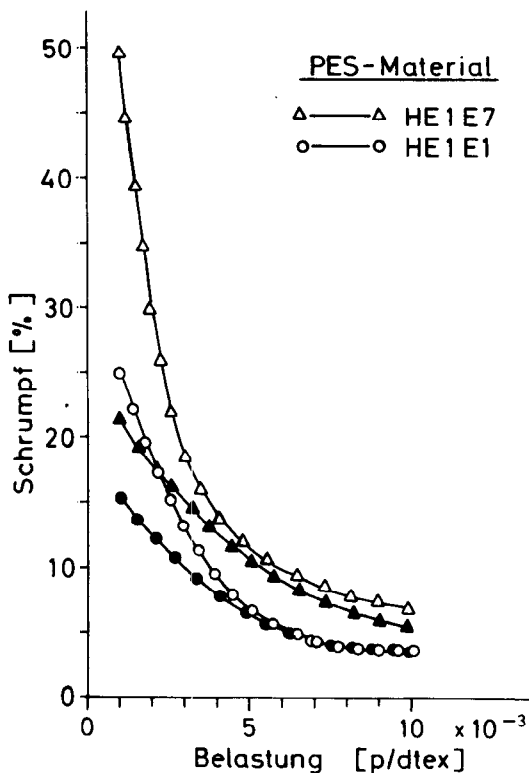


Abb. 9: Belastungsabhängige Längenänderung von PES-HE-Garnen in Wasser (O△) und in Luft (●▲)

Ein noch besseres Schrumpfergebnis wurde bei schockartigem Kontakt des Fadenmaterials mit der vorgeheizten Flotte beobachtet.

Das belastungsabhängige Schrumpfverhalten von zwei stark differierenden HE-Garnen in Heißluft bei 120 °C und in Wasser bei 80 °C (vgl. Abb. 9) macht noch einmal die Vorteile einer spannungsarmen Behandlung zwecks optimaler Strukturentwicklung deutlich. Schon bei Spannungen von 0,005 p/dtex ergeben sich hinsichtlich der Strukturentwicklung aus einer hydrothermischen Behandlung keine Vorteile gegenüber einer Luftbehandlung bei zum Beispiel 120 °C.

Abschließend soll eine Gegenüberstellung von Garn- und Gewebedaten zeigen, inwieweit Messungen am Faden oder am Rohgewebe zur Charakterisierung des zu erwartenden Warenausfalls während der Ausrüstung herangezogen werden können. Zu diesem Zweck wurden für je zwei Meßwertreihen die Korrelationskoeffizienten r bestimmt und in Tabelle 1 zusammengefaßt.

	Meßbedingungen		Gewebebeschripl						
	Methode	Temperatur [°C]	Belastung [p/dtex]	Laborversuche			Praxisversuche		
				Becher 80 °C 0,001 p/dtex	Wanne 100 °C 0 p	Waschmaschine 0 p	Waschmaschine 120 °C 0 p	Trocknel 180 °C 0 p	Fixieren 180 °C 0 p
Garnmaterial	Ein-kräuselung	120	0	0,80	0,85	0,77	0,80	0,84	0,88
		120	0,005	0,35	0,20	0,16	0,46	0,46	0,37
	SK	180		0,66	0,03	0,07	0,01	0,05	0,09
	TMA	80	0,001	0,84	0,83	0,66	0,69	0,69	0,70
	HMA	80	0,002	0,17	0,18	0,30	0,37	0,27	0,16
Gewebe	Strang im Becher	80	0,001	0,95	0,95	0,95	0,99	0,98	0,91
		80	0,005	0,69	0,50	0,48	0,59	0,64	0,48
	Streifen im Becher	80	0,001	0,01	0,95	0,90	0,96	0,95	0,88
		80	0,005	0,01	-0,18	-0,18	0,03	0,09	-0,32
	Wanne	60	0	0,89	0,76	0,74	0,75	0,76	0,77
		100	0	0,95	0,86	0,86	0,89	0,93	0,94
Waschmaschine	100	0	0,90	0,86	0,86	0,96	0,96	0,94	

Tabelle 1: Korrelationen zwischen Eigenschaften von PES-HE-Garnen bzw. Geweben und dem Gewebeschrumpfung in verschiedenen Produktionsstufen

Eine gute Korrelation liegt dann vor, wenn ein hoher Korrelationskoeffizient (wir haben die Grenze bei $r = 0,85$ gezogen) bei einer statistischen Sicherheit über 95 % gefunden wird. Diese Bedingungen sind beispielsweise bei der Korrelation zwischen dem Strangschumpfung und dem Breitenschumpfung des Gewebes nach der Industrieräsche gegeben (vgl. Abb. 10): Alle Meßpunkte liegen auf oder unmittelbar neben einer Geraden. Das ergibt einen Korrelationskoeffizienten von 0,99 bei einer statistischen Sicherheit von mehr als 99,9 %.

Aus Tabelle 1 lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- a) Die besten Korrelationen zum späteren Warenausfall werden bei Geweben durch Prüfung im spannungslosem Zustand (Wannen- und Waschmaschinenschumpfung) erhalten.

Anderslautende Empfehlungen aus der Literatur⁸ haben wahrscheinlich darin ihre Ursache, daß die

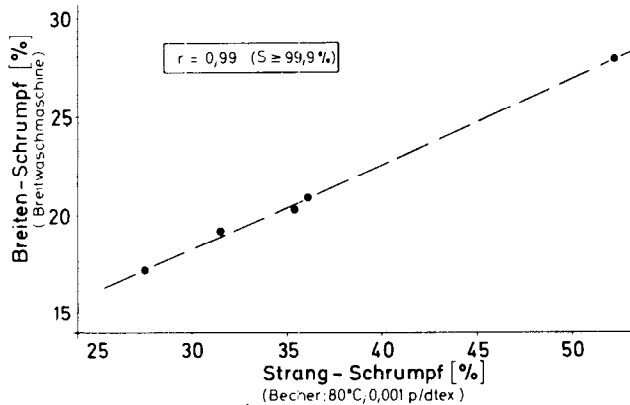


Abb. 10: Korrelation zwischen Fadenschumpf und Gewebeschrumpf in Wasser

dort untersuchten Flächengebilde durch Spannen im Fixierprozeß nochmals eine Dimensionsänderung erfuhren. Unser Material konnte im Fixierprozeß frei schrumpfen.

- b) Bei Messungen im spannungsarmen Zustand (bis 0,001 p/dtex) sind auch am Garn schon Aussagen über späteres Verhalten im Flächengebilde möglich.
- c) Die guten Korrelationen der Labordaten mit den Daten von Geweben aus den Praxisversuchen zeigen, daß letztere nahezu spannungslos abgelaufen waren.

6. Schlußbemerkungen

Zusammenfassend können aus den Untersuchungen folgende Empfehlungen abgeleitet werden:

- a) Optimaler Schrumpf beim Waschprozeß wird bei spannungsloser Arbeitsweise erreicht, wobei das Schrumpfverhalten materialspezifisch ist.
- b) In Wasser tritt der Schrumpf im Vergleich zu einer Heißluftbehandlung schon bei wesentlich niedrigeren Temperaturen ein, und der Absolutbetrag des Schrumpfes ist auch höher.
- c) Durch die Wahl der Temperatur und/oder Spannung im Waschprozeß läßt sich der Schrumpf entscheidend steuern. Die zu wählende Temperatur richtet sich aber auch nach anderen Randbedingungen — wie zum Beispiel der eventuell auszuwaschenden Schlichte.
- d) Bei spannungsloser Heißluftbehandlung kann bis maximal 120° C zusätzlicher Schrumpf ausgelöst werden. Beim Überschreiten der genannten Temperatur verflacht die Struktur schon durch Einwirkung geringer Kräfte.

- e) Wird eine optimale Strukturentwicklung mit Rücksicht auf bestimmte Endmaße der Ware gewünscht, so ist eine Verständigung aller an der textilen Verarbeitungskette beteiligten Partner notwendig.

Die vorliegende Arbeit wurde vom Forschungskuratorium Gesamttextil, der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) und dem Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Eine weitere Förderung durch Versuchsmaterialien und Betriebsversuche erfuhren die Untersuchungen von den Firmen der IVC, der Firma Fischer-Fürwentsches, der Firma Morawek & Co. und der Firma Artos Dr.-Ing. Meier-Windhorst KG. Für die Unterstützung unserer Arbeit sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Herrn Text.-Ing. D. Kapur danken wir für die Durchführung der Webversuche.

Literatur:

- 1) G. Heidemann und H.-J. Berndt; *Melliand Textilber.* 55, 814 (1974)
- 2) G. Valk; *Lenzinger Ber.* 34, 214—220 (1972)
- 3) H.-J. Berndt und G. Heidemann; *Dtsch. Färberkalender* 76, 408—479 (1972)
- 4) G. Heidemann, W. Ringens, G. Jellinek und G. Götz; *Chemiefasern/Textilind.* 23/75, 424—427, 545—547, 623—625 (1973)
- 5) G. Heidemann und H.-J. Berndt; *Melliand Textilber.* 54, 546—547 (1973)
- 6) H.-J. Berndt und G. Heidemann; *Melliand Textilber.* 55, 548 (1974)
- 7) G. Heidemann und H.-J. Berndt; *Lenzinger Ber.* 36, 102—109 (1974)
- 8) W. Stein und K. Wallas; *Chemiefasern/Textilind.* 23/75, 707—713 (1973)
- 9) H.-J. Berndt; *Melliand Textilber.* 53, 1271 (1972)
- 10) J. W. Lünenschloß; *Melliand Textilber.* 52, 760—772 (1971)
- 11) U. Graf, H.-J. Henning und K. Stange: „Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik“; Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1966
- 12) G. Heidemann und H.-J. Berndt; *Chemiefasern/Textilind.* 24/76, 46—50 (1974); *Tintoria* 70, 418—427 (1973)

Diskussion

Dieser Vortrag wurde gemeinsam mit dem folgenden von Dr. Schraud zur Diskussion gestellt.

Verfahrenstechniken zur Strukturentwicklung und zur Strukturstabilisierung von Maschenwaren und Geweben aus texturierten Synthetics

Dr.-Ing. Alfred Schraud

Artos — Maschinenbau KG., Seevetal/Maschen bei Hamburg

Es soll versucht werden, die Ausführungen von Herrn Professor Dr. Valk in Richtung der praktischen Anwendung zu ergänzen. Dabei wird sich ergeben, daß der Textilveredler und der Konstrukteur von Veredlungsanlagen die Strukturentwicklung und Stabilisierung nicht isoliert von den Vorgängen bei der Vorreinigung und Trocknung betrachten können. Beispielsweise die Strukturentwicklung — auch Bauschen genannt — erfordert ähnliche Behandlungsbedingungen und Anlagen wie der Waschprozeß und umgekehrt. Die Vorgänge Waschen und Bauschen verlaufen zumindest teilweise parallel, und dies ist hinsichtlich der Produktionskosten nicht unerwünscht.

Wir müssen also für die Praxis die Vorbehandlungsvorgänge Waschen, Bauschen, Trocknen und Fixieren als Ganzes betrachten. Dabei sollen zunächst die Grundlagen, das heißt die verfahrenstechnischen Prozeßbedingungen, die für die Gestaltung der Anlagen und des Veredlungsvorgangs bekannt sein müssen, so weit wie möglich geklärt werden. Die Untersuchungsergebnisse beschränken sich wie im vorangegangenen Vortrag auf texturiertes PES.

Es sollen dann zunächst die prinzipiellen Möglichkeiten der Verfahrens- und Anlagengestaltung entsprechend dem heutigen Stand der Technik dargelegt werden und dann eine aus unserer Sicht optimale Anlage für den gesamten Vorbehandlungsprozeß beschrieben werden. Hierzu ist zu bemerken, daß eine derartige optimale Anlage voraussetzt, daß das Veredlungsziel eine optimale Entwicklung der Texturierung und ihrer Effekte ist und daß man nicht gezwungen ist, größere Kompromisse zu machen. Es ist ja bekannt, daß unter gewissen Voraussetzungen von Kosten und Marktstandard, beispielsweise in den USA, auf eine Behandlung der Ware vor dem Färben sehr oft verzichtet wird und man die Rohware direkt in Jets oder in ähnlichen Färbemaschinen behandelt.

This is an attempt to supplement the representations by Prof. Dr. Valk as regards practical application. What will emerge is that the textile finishing expert and the designer of finishing plants cannot consider structure development and stabilisation isolated from the procedures occurring during pre-cleaning and drying. For example, structure development — also called bulking — requires similar conditions of treatment and plants as the washing process and vice versa. The processes of washing and bulking are at least to some extent running parallel and this is not undesirable in view of the production costs.

Thus in practical application we have to regard the processes of preliminary treatment, such as washing, bulking, drying and setting, as a whole. To start with, the basics i.e. the technological process conditions, which must be known for the design of the plants and the finishing process, must be clarified as far as possible. As in the previous talk the test results are restricted to texturized PES.

Then the principal possibilities of process and plant design according to the latest technology should be stated and a plant, as it is in our opinion best for the entire pretreatment, will be described. At this point, it must be noted that such optimum plant presumes that the object of finishing is the best development of texturization and its effects and that no greater compromises need be made. Indeed, it is known that under certain conditions of costs and market standards, e.g. in the USA, a treatment of the raw material prior to dyeing is dispensed with and the raw material is directly treated in jets or similar dyeing machines.

Verfahrensbedingungen

1. Verfahrensziel

Die Vorbehandlungsstufen Waschen, Bauschentwicklung, Trocknen und Fixieren haben die in Tabelle 1 angegebenen Zwecke und Notwendigkeiten. Das Waschen verbessert die Farbqualität und in gewissem Maße auch die Bauschentwicklung und vermeidet weitgehend die Abluftverunreinigung beim Fixieren. Das Bauschen entwickelt die Kräuselung, baut innere Spannungen ab, lockert die Struktur, gibt weichen Griff und stabilisiert die Dimensionen. Der Trockenprozeß ist die selbstverständliche Zwischenstufe vor dem Heißfixierprozeß. Bei letzterem werden — wie schon der Name sagt — die Dimensionen, insbesondere Länge und Breite, fixiert. Die Faltenempfindlichkeit und das Einrollen der Kanten und ähnliche nachteilige Eigenschaften werden stark vermindert.

Tabelle 1: Vorbehandlungsstufen und -ziele bei Maschenwaren und Geweben aus texturierten PES

Behandlungsstufe	Zweck
Waschen	Entfernen von Präparationen, um Färbung und Griff zu verbessern und um Verunreinigungen von Umwelt und Maschine beim Fixieren zu vermeiden. Möglichst auch Entfernen von Flecken und Anschmutzungen.
Bauschen	Entwicklung der Kräuselung der Fasern, Abbau innerer Spannung, Lockerung der Struktur, Verbesserung des Griffs und des Oberflächenbildes, Stabilisierung der Fläche.
Trocknen	Notwendige Zwischenstufe, dabei möglichst weitere Verbesserung der Warenqualität.
Fixieren	Dimensionsstabilität in Länge und Breite, Verbesserung der Trageigenschaften, z. B. Knitterempfindlichkeit, Verminderung der Empfindlichkeit gegen die Beanspruchung bei Veredelungsprozessen.

2. Prozeßdaten

Es würde den Rahmen dieses Vortrags sprengen, auf den Waschvorgang näher einzugehen. Das Ergebnis kann neuerdings durch den sogenannten Waschwirkungsgrad festgelegt werden und hängt von zwei weitgehend verschiedenen Einflüssen, nämlich vom Konzentrationsgefälle einerseits und dem Stoffübergang, das heißt der Löslichkeit der Verunreinigungen, andererseits ab (Abb. 1).

Die Erfordernisse des Konzentrationsgefälles müssen auch bei sehr guter Löslichkeit, also auch bei Anwendung von Lösungsmitteln wie Per, erfüllt werden. Der linke Teil des Bildschemas soll symbolisieren, daß die Verunreinigungen gelöst und aus dem Faserverband in die Flotte transportiert werden müssen. Der rechte Teil soll erläutern, daß auch bei sehr guter Löslichkeit der Verunreinigungen der Waschwirkungsgrad schlecht ist, wenn nicht durch Badtrennung und Gegenstrom ein Konzentrationsgefälle zwischen der von der Ware mitgenommenen Flotte

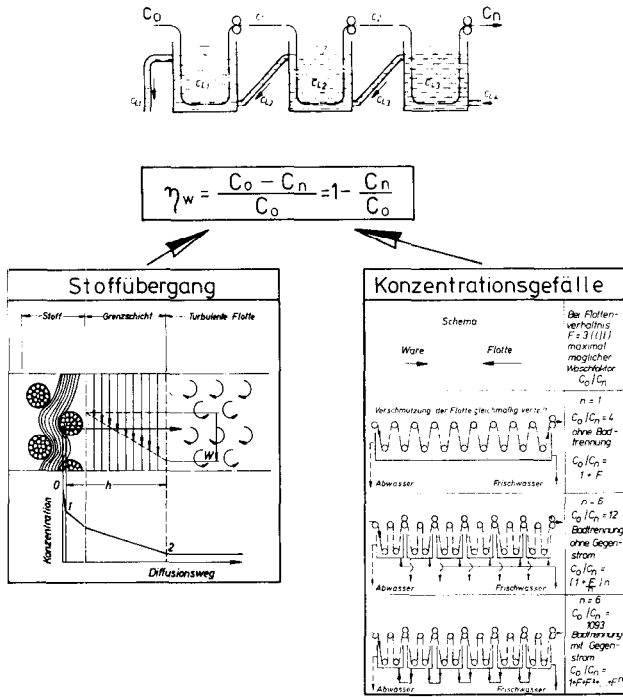


Abb. 1: Abhängigkeit des Waschwirkungsgrades von Gegenstrom und Stoffübergang

und der Waschflotte gesichert ist. Die am Auslauf aus der Waschmaschine in der Ware enthaltene Flotte muß beim Trocknen verdampft werden, wobei die in dieser Flotte gelösten Verunreinigungen sich wieder mit der Ware verbinden.

Bei der Anwendung von Lösungsmitteln muß ferner berücksichtigt werden, daß dabei meist auch die anderen Prozeßstufen, insbesondere das Fixieren, durch das Lösungsmittel-Rückhaltevermögen der Faser andere Ergebnisse liefern. Bei Verwendung von Wasser als Waschflotte müssen zur Erreichung der Löslichkeit der Verunreinigungen Waschmittel nach bestimmten Vorschriften angewendet werden. Hinsichtlich der mechanisch-physikalischen Behandlung werden bestimmte Temperaturen, eine mechanische Bewegung, eine Durchströmung durch die Waschflotte, eine bestimmte Zeit und eine minimale Spannung gefordert.

Diese Bedingungen, insbesondere Bewegung, Zeit und niedrige Spannung, werden — wie wir sehen werden — ebenfalls für den Naßprozeß vorausgesetzt. Da dieser Prozeß hier im Vordergrund steht, werden einige Untersuchungsergebnisse aus Labormessungen gezeigt.

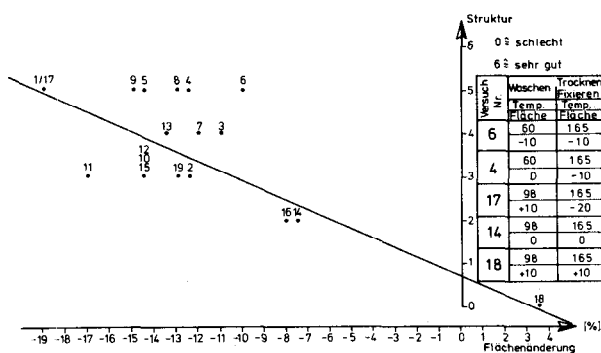


Abb. 2: Abhängigkeit der Struktur von der Flächenänderung

Zunächst die Frage: Unter welchen Bedingungen wird der beste Bauscheffekt erzielt?

Wir haben den Bauscheffekt unter anderem bei einer strukturierten Strickware aus texturiertem Polyester rein relativ hinsichtlich Griff und Aussehen beurteilt, wobei etwa 20 Proben, die den unterschiedlichsten Bedingungen beim Waschen, Trocknen und Fixieren unterworfen worden waren, in 6 Qualitätskategorien eingeteilt wurden (Abb. 2).

Wir können daraus bereits ableiten, daß ein bestimmter Flächenschrumpf eine unerläßliche Voraussetzung für einen guten Bauscheffekt ist. Dieser Flächenschrumpf braucht jedoch nicht größer als etwa 30 % des maximalen Flächenschrumpfvermögens zu sein, das bei dieser Ware etwa 35 % beträgt. Bei gleichem Flächenschrumpf werden aber bei verschiedenen Prozeßbedingungen unterschiedliche Qualitätsergebnisse erreicht.

Die Tabelle im Diagramm enthält als Beispiele typische Versuchsbedingungen. Bei dem günstigsten Versuchsergebnis, der Nummer 6, war der Ware mechanisch die Möglichkeit gegeben, 10 % in der Fläche zu schrumpfen, wobei bei 60° C noch keine Spannung entstand. Bei Versuch Nummer 4 konnte die Ware nur beim Trocknen und Fixieren schrumpfen. Bei Nummer 17 konnte die Probe bei der Naßbehandlung überhaupt nicht, beim Trocknen und Fixieren jedoch sehr stark schrumpfen. Bei Nummer 14 war die Probe während der Behandlung in Länge und Breite festgehalten. Der resultierende Schrumpf von 7 % ergab sich durch das Entspannen der Ware nach dem Herausnehmen aus der Haltevorrichtung. Bei dem Versuch mit dem ungünstigsten Ergebnis — der Num-

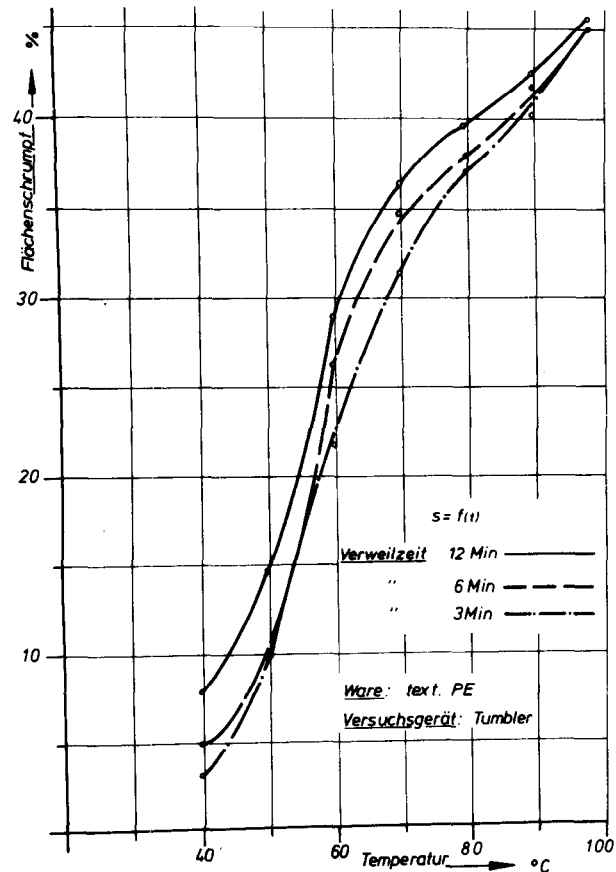


Abb. 3: Tumblerschrumpf von texturierter Polyesterware

mer 18 — stand die Probe während der ganzen Behandlung unter Spannung und wurde dadurch um 4 % in der Fläche gedehnt.

Das nächste Bild (Abb. 3) zeigt nun die Abhängigkeit des Flächenschrumpfes einer PES-Maschenware von Temperatur und Zeit bei praktisch spannungsloser Behandlung in einer Trommelwaschmaschine. Man sieht, daß der Flächenschrumpf der Behandlungstemperatur annähernd proportional ist. Die Verlängerung der Verweilzeit von 3 auf 12 Minuten hat nur einen geringen Effekt. Bei nahe 100° C haben längere Zeiten als 3 Minuten praktisch keinen Effekt mehr.

Das gleiche Ergebnis zeigte eine andere Versuchsreihe mit möglichst unterschiedlichen Geweben und Maschenwaren aus texturiertem PES, diesmal bei der konstanten Temperatur von 95° C. In dem Diagramm (Abb. 4) ist in der Horizontalen die Zeit im logarithmischen Maßstab aufgetragen. Die Vertikale ist der Maßstab für den relativen Schrumpf der unterschiedlichen Artikel. Um diese miteinander vergleichen zu können, wurde als Bezugsgröße bzw. als 100 % derjenige Flächenschrumpf der einzelnen Artikel gewählt, der sich nach 3 Minuten bei schonender Walkbehandlung ergab. Die Meßpunkte innerhalb des schraffierten Streubereichs sind alle Ergebnisse dieser Behandlung. Die beiden Meßkurven unterhalb betreffen den Schrumpf ohne Bewegung. Die Warenproben wurden in einem Siebkorb liegend in das heiße Wasser getaucht.

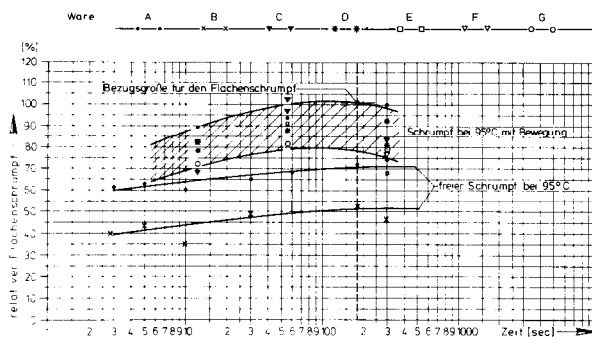


Abb. 4: Einfluß von Verweilzeit und Bewegung auf den relativen Flächenschrumpf

Wir erkennen aus diesem Bild, daß erst bei kürzeren Zeiten als 10 Sekunden eine stärkere Verminderung des Schrumpfes festzustellen ist. Aber selbst die hierbei erzielten Schrumpfeffekte sind noch wesentlich größer, als sie für die Strukturentwicklung unbedingt erforderlich sind. Eine geringe massageartige Bewegung der Ware ergibt bei Zeiten unter 10 Sekunden schon höhere Schrumpfwerte als eine ruhende Behandlung bei 3 Minuten Einwirkung. Bei bestimmten Artikeln vergrößert die Bewegung den Schrumpf sogar um den Faktor 2. Das Ausnutzen des vollen Schrumpfvermögens der Ware ist auch deshalb sinnlos, weil voll ausgeschrumpfte Ware keine glatte Oberfläche mehr hat und wellig bzw. borkig wird. Es ist wichtig zu wissen, welche Spannungen in kp/m Länge oder Breite zulässig sind, um den Schrumpf und damit den Bauschprozeß beim Waschen, Trocknen und Fixieren noch zu ermöglichen. Diesbezügliche Untersuchungsergebnisse über den Einfluß der Spannungen in Warenlaufrichtung während der Naßbehandlung sehen Sie im folgenden Diagramm (Abb. 5).

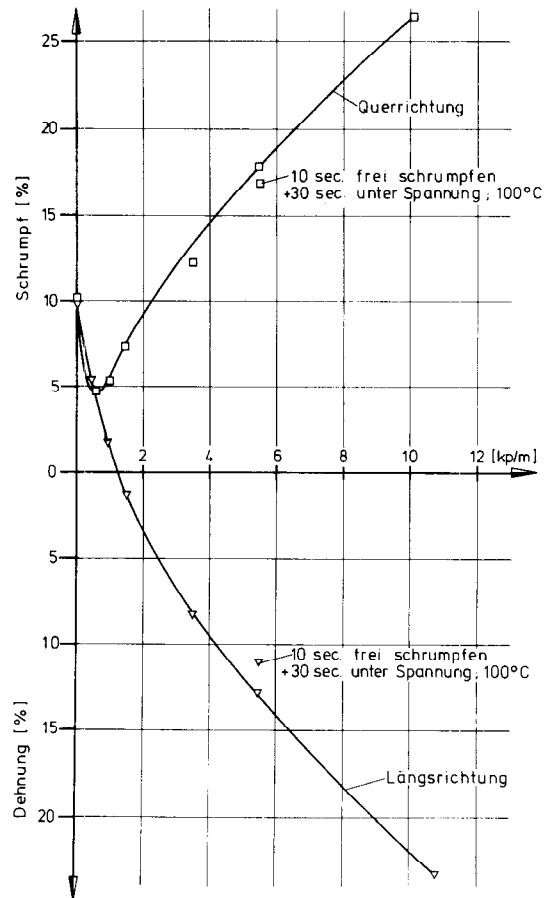


Abb. 5: Schrumpfverhalten in Abhängigkeit von der Warenspannung bei der Naßbehandlung

Spannungslos schrumpft die Ware ohne Bewegung in Wasser von ca. 100° C je ca. 10 % in Länge und Breite. Bei 0,5 kp/m Längsspannung reduzierte sich der Längsschrumpf auf 2 % und der Querschrumpf auf 5 %. Bei höheren Spannungen, zum Beispiel 2 kp/m , wurde die Ware bereits um 4 % in Längsrichtung gedehnt, der Breitenschrumpf stieg wieder auf 7 % an.

Das Ergebnis ist:

Bei Naßbehandlungen mit 100° C muß die Spannung texturierter Ware unter 1 kp/m bleiben. Dabei spielt es fast keine Rolle, ob die Spannung während der ganzen Behandlung konstant einwirkt oder nur zeitweise. Beim Fixieren mit Heißluft von 180° C ist die zulässige Spannung noch etwa um den Faktor 2 niedriger (Abb. 6). Die Charakteristik ist jedoch analog fast die gleiche.

Es erhebt sich natürlich die Frage, in welchem Umfang derartige Untersuchungsergebnisse allgemein gelten, da — wie Herr Professor Valk gezeigt hatte — das textile Substrat hinsichtlich Herstellung, Texturierung usw. unterschiedliche Eigenschaften hat. Wir glauben festgestellt zu haben, daß das relative Verhalten der verschiedenen Polyesterarne nicht sehr unterschiedlich ist, so vergrößert beispielsweise die Bewegung den Flächenschrumpf praktisch bei allen untersuchten Artikeln sehr unterschiedlicher Herkunft etwa um den Faktor 1,5 bis 2. Auch die zulässigen Spannungen dürften durch die Herkunft der Garne bei sonst gleichen Bedingungen nicht entscheidend verändert werden.

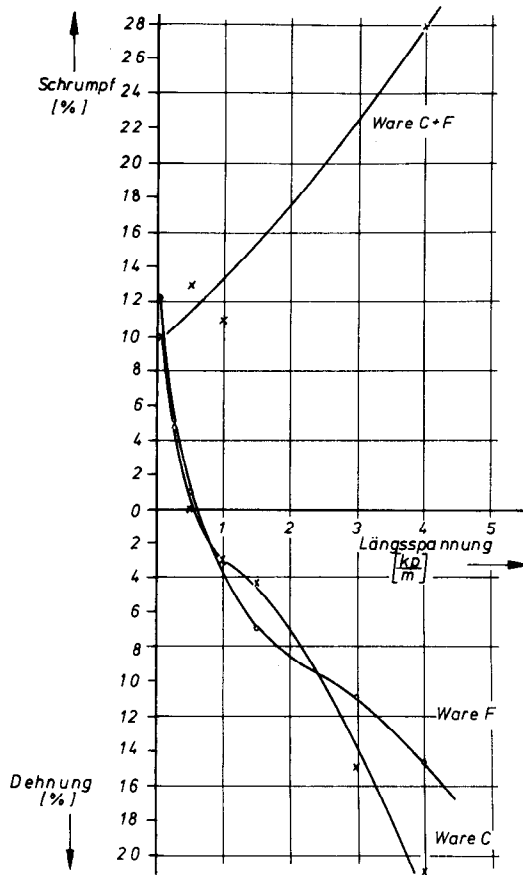


Abb. 6: Schrupfverhalten in Abhängigkeit von der Warenspannung beim Fixieren

Eine wichtige Feststellung ist auch, daß die Schrupfeffekte bei trockener Wärmebehandlung bei gleicher Temperatur wesentlich geringer sind als bei Naßbehandlung. Nach den Untersuchungen der Textilforschungsanstalt Krefeld sind 140°C in trockener Luft erforderlich, um die gleiche sogenannte Effektivtemperatur zu erreichen wie in Wasser bei Kochtemperatur. Als Ursache wird die Quellung angegeben. Der Schrupf wird bei nasser Ware vermutlich auch dadurch verstärkt, daß die Flüssigkeit zwischen den Fasern ebenso wie die Bewegung die innere Reibung vermindert. Auch durch das Waschen, wobei Präparationen entfernt werden, die die Fasern miteinander verkleben können, kann — zumindest bei bestimmten Artikeln — das Schrumpfen und das Bauschen verbessert werden.

Der Zeitfaktor bei Bauschen und Schrumpfen ist zeitweise stark überschätzt worden. Es wurde die Meinung verbreitet, daß wirklich gute Effekte nur bei Langzeitbehandlung bis zu 30 Minuten erreicht werden. Inzwischen wurde jedoch festgestellt, daß die für den Bauscheffekt erforderlichen Schrupfwerte bereits mit Behandlungszeiten von 20 bis 60 Sekunden mit Sicherheit erreicht werden.

Beim Trocknen spielen die Temperatur, die Warenspannung und der Dampfgehalt der trockenen Luft eine Rolle. In Abbildung 7 ist der unterschiedliche Verlauf der Fasertemperatur während des Trocknungsvorgangs in Heißluft und in Heißdampf zu ersehen. In beiden Medien ist die Fasertemperatur weitgehend konstant, so lange die Fasern noch von Feuchtigkeit umgeben sind. Die Temperatur des Mate-

rials beträgt dann in annähernd reiner Luft etwa 45°C und in Heißdampf ca. 100°C . Diese Temperaturen ändern sich wenig oder nicht, wenn die meßbaren Temperaturen beider Medien verändert werden. Erst, wenn die die Fasern umgebende Feuchtigkeit verdunstet ist, steigt die Materialtemperatur exponentiell zur Temperatur des Mediums hin an.

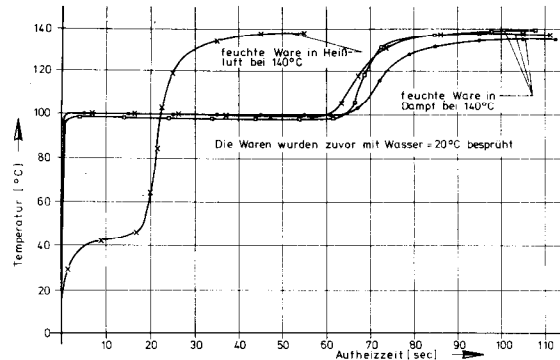


Abb. 7: Temperaturkurven für das Textilmaterial beim Trocknen in Heißluft und Heißdampf

Aus dieser Darstellung wird die Möglichkeit klar, daß beim Trocknen in Heißdampf ein beispielsweise beim Waschen nicht erzielter Naßshrumpf nachgeholt werden kann. Es ist dabei auch zu ersehen, daß die Trocknungszeit sich dann etwa um das Zweieinhalbfache verlängert. Wenn beim Trocknen über Länge und Breite des Materials gleichmäßig getrocknet wird und eine Restfeuchte von zum Beispiel 5 bis 10% nicht überschritten wird, kann theoretisch mit beliebig hoher Temperatur getrocknet werden. In der Praxis sind diese Voraussetzungen jedoch sehr schwierig zu erreichen.

Hinsichtlich der Verfahrensbedingungen für den Fixierprozeß ist die Meinung verbreitet, für eine gute Qualität wären für texturierte Fasern relativ lange Verweilzeiten nach dem Aufheizen erforderlich. Sowohl grundlegende Untersuchungen (z. B. an der Textilforschungsanstalt Krefeld; Abb. 8) als auch Praxisversuche an modernen Produktionsanlagen haben bestätigt, daß der Zeiteinfluß nicht nur beim Bauschen, sondern auch beim Fixieren stark überschätzt wurde. Aus diesem Diagramm ergibt sich, daß etwa 90% aller physikalischen Fixiereffekte 5 Sekunden nach dem Erreichen der Fixiertemperatur abgeschlossen sind. Zwar steigt die sogenannte Effektivtemperatur in der Langzeitbehandlung noch von 180°C auf 190°C , das heißt, eine Langzeitbehandlung von 180°C entspricht einer Kurzzeitbehandlung von 190°C ; aber bei texturiertem PES sind diese Unterschiede in der Fixiertemperatur von viel geringerem Einfluß auf die Gebrauchseigenschaften als bei Polyamid.

Bei gleichmäßiger Trocknung und Aufheizung kann heute die Faustregel angestrebt werden: $\text{Fixierzeit} = \text{Aufheizzeit} + 5 \text{ Sekunden}$. Inwieweit dieses Ziel erreicht wird, hängt auch vom Artikel ab.

Die Aufheizzeit trockener Ware beträgt bei modernen Fixierspannrahmen praktisch etwa 5 Sekunden je 100 g/m^2 Flächengewicht.

Die im Fixierspannrahmen für texturierten Polyester erforderliche Temperatur liegt im Bereich von 165 bis 190°C . Allgemeingültige Richtlinien, welche genauen Temperaturen innerhalb dieses Bereichs für bestimmte

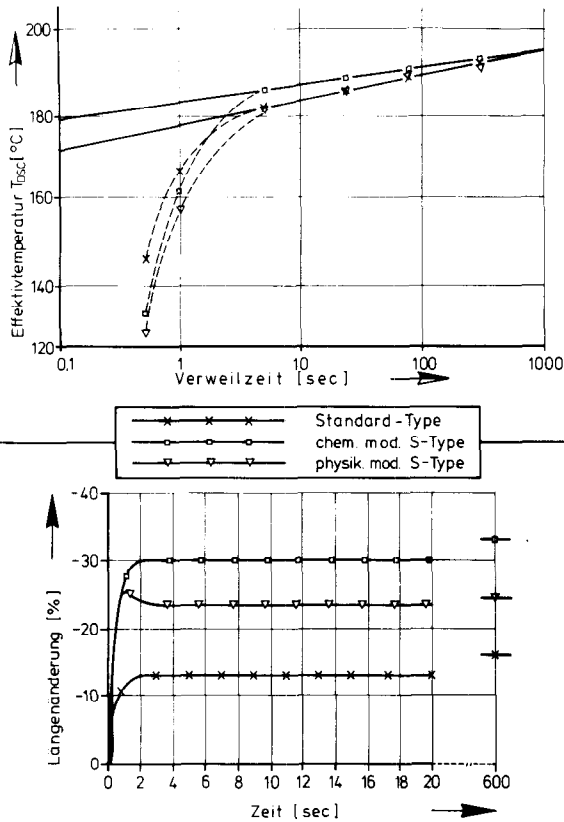


Abb. 8: Zeiteinfluß auf Effektivtemperatur und Längenänderung (Untersuchungen der Textilforschungsanstalt Krefeld)

Artikel am günstigsten sind, liegen bisher noch nicht vor. Es besteht daher die Notwendigkeit, die günstigste Fixiertemperatur anhand der Qualitätskriterien für die fertige bzw. die fixierte Ware zu ermitteln. *Je geringer die Zugspannungsbeanspruchung der Ware in Länge und Breite während des Fixiervorgangs ist, desto höher kann die Temperatur gewählt werden, desto besser wird der Fixiereffekt sein.*

Wenn man versucht, die Ergebnisse der Untersuchungen über die Prozeßbedingungen kurz zusammenzufassen, so kann etwa folgendes gesagt werden:

- Das maximale Flächenschrumpfvermögen von Geweben und Maschenwaren liegt im Bereich von 25 bis 35 %. Für die Bauschentwicklung ist meist ein Flächenschrumpf von 10 bis 15 % erforderlich.
- Um Zugbeanspruchungen und Rückdehnungen, die eindeutig nachteilig sind, zu vermeiden, darf der Flächenschrumpf der fixierten Ware bei den vorhergehenden Stufen — Waschen und Trocknen — nicht überschritten werden.

Um dies in der Praxis mit der erforderlichen Sicherheit zu erreichen, empfiehlt es sich, stufenweise das fixierte Flächengewicht anzustreben. Dafür sind bei Naßbehandlung, insbesondere mit Unterstützung durch Bewegung, Temperaturen von 60 bis 70 °C ausreichend und zweckmäßig.

Produktionsanlagen für Waschen, Bauschen, Trocknen, Fixieren

Die Kenntnis der Prozeßbedingungen — ergänzt durch praktische Produktionserfahrungen — bietet die Mög-

lichkeit, Produktionsanlagen zweckmäßig zu gestalten oder zu beurteilen. Als Beispiel sollen hier zunächst typische Anlagen in ihren prinzipiellen Eigenschaften diskutiert werden. In Abbildung 9 sind der Reihe nach folgende Anlagen für die Kombination Waschen und Naßschrumpfen schematisch dargestellt:

- eine Saugtrommelwaschmaschine sowie
- dieselbe Maschine mit vorgeschaltetem Imprägnierquetschwerk.

Dazu alternativ:

- eine Saugtrommelwaschmaschine mit Imprägniertrug,
- eine Hängeschleifenabkochmaschine mit nachgeschalteten Spülabteilen sowie
- eine Spezial-Wasch- und -Bauschmaschine mit nachgeschalteten Spülabteilen.

Die reine Saugtrommelwaschmaschine erfüllt die Forderung nach spannungsarmer Behandlung und gutem konvektivem Spüleffekt. Wenn der Verzicht auf optimalen Bauscheffekt und auf längere Waschmitteleinwirkung zulässig ist, kann diese Maschine für normale Veredlungsansprüche von Standardartikeln gut geeignet sein.

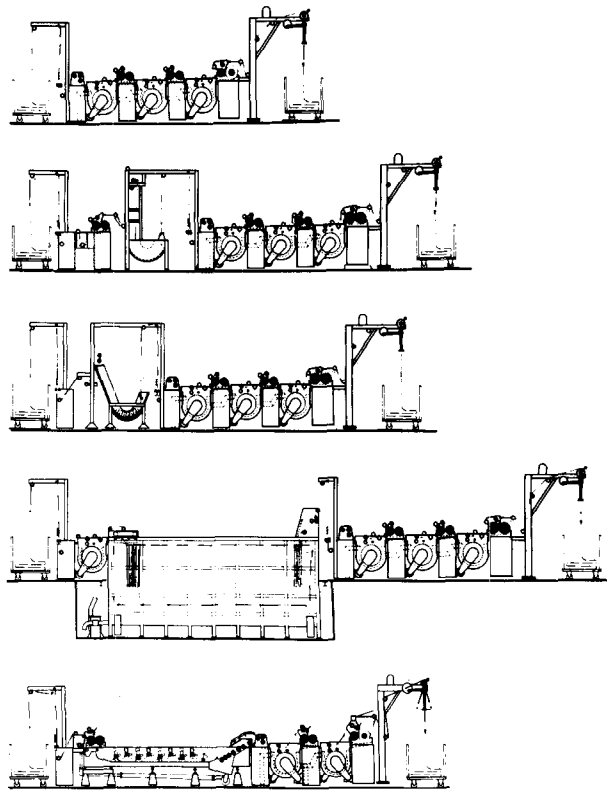


Abb. 9: Anlagentypen für die Naßbehandlung von Waren aus texturiertem PES

Durch eine vorherige Imprägnierung mit relativ hochkonzentrierten Waschmittellösungen und einer Zwischenverweilung können zusätzlich hartnäckige Verunreinigungen verschiedener Art ausgewaschen werden.

Mit der Alternative der Trogimprägnierung ist ein Verweilprozeß und ein Einwirken der Waschmittel bei höherer Temperatur möglich. Beim Auszug aus dem Imprägnierbad müssen jedoch die Probleme der Warenspannung und des Warenlaufs gelöst werden.

Die vierte Anlage mit einer Langzeitkochbehandlung wurde lange Zeit in weiten Kreisen als die optimale Lösung angesehen. Mit Wareninhalten von 200 bis 600 m ergeben sich Behandlungszeiten bis zu 20 Minuten; ferner sind Behandlungstemperaturen bis knapp unter den Siedepunkt möglich. Eine solche Maschine den speziellen Anforderungen von texturierten Maschenwaren hinsichtlich Warenspannung und Glattlaufeigenschaften — insbesondere beim Auszug aus der heißen Flotte — anzupassen, dürfte noch nicht ganz gelungen sein. Das große Badvolumen erlaubt nur geringe Chemikalienkonzentrationen. Die sowohl für den Wascheffekt als auch für das Bauschen erforderliche mechanische Bewegung der Ware ist nicht gegeben.

Bei der unten dargestellten Maschine wurde versucht, die genannten Nachteile zu vermeiden. Die in lockerer Kräuselablage im wesentlichen von der Flottenströmung transportierte Ware wird im spannungslosen Zustand sehr schonend gewalkt. Der Wareninhalt von ca. 100 m ergibt eine Behandlungszeit von ca. 2 Minuten, die nach neueren Erfahrungen in jeder Hinsicht ausreichend ist. Mit dieser Maschine sind die bei der Grundlagenerklärung festgelegten Prozeßbedingungen: Zeit, Bewegung, Spannungsarmut, Konvektion, verwirklicht worden.

Durch die Kräuselablage ist jedoch bei faltenempfindlichen Artikeln die Flottentemperatur auf 65 bis ca. 70°C beschränkt. Diese Temperatur reicht jedoch in vielen Fällen aus, um einen Garnbauscheffekt bei wirtschaftlichem Schrumpfung einzuleiten. Es ist eine vorteilhafte Verfahrensweise, die restlichen 50% bei erhöhten Temperaturen in den nachfolgenden Stufen beim Trocknen und Fixieren nach und nach zu realisieren.

Im nächsten Bild (Abb. 10) sind analog für die Trocknungsstufe die wichtigsten möglichen Anlagentypen schematisch dargestellt. Die Voraussetzung, daß in

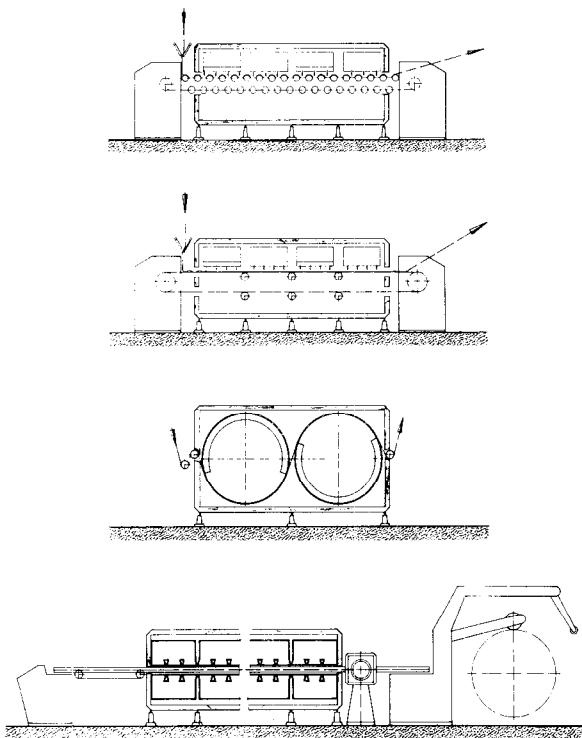


Abb. 10: Anlagentypen für die Trocknung von Waren aus texturiertem PES

Längs- und Querrichtung Warenspannungen von maximal 2 kp/m nicht überschritten werden, läßt viele der üblichen Trocknerarten (z. B. Zylindertrockner, Schwebetrockner, Hotflues und veraltete, nur für Gewebe gebaute Spannrahmen) ausscheiden. Es verbleiben als Möglichkeiten: Kurzschleifentrockner, Siebbandrockner, Siebtrommelrockner, moderner Spannrahmen mit Trageband oder Tragedüsen.

- Kurzschleifentrockner und Siebbandrockner sind sowohl theoretisch als auch nach praktischen Produktionserfahrungen ideale Maschinen für den reinen Trockenprozeß von Textilien aus texturierten Fasern.
- Die Siebtrommel ermöglicht einen sehr spannungsarmen Warenlauf, ist jedoch problematisch, wenn beim Trocknen zusätzlich ein Schrumpf- und Bauscheffekt erzielt werden soll, da die Haftreibung der Textilbahn auf der Saugtrommeloberfläche das Schrumpfen behindert.
- Wohl die wichtigste Trocken- und gleichzeitig Fixiermaschine ist der moderne Maschenwarens Spannrahmen mit mechanischer oder aerodynamischer Unterstützung der Ware. In den letzten Jahren hat die aerodynamische Lösung gegenüber dem mechanischen Trageband eindeutig den Vorrang gewonnen.

Wenn beim Trocknen besonders gute Schrumpf- und Bauscheffekte erzielt werden sollen, erfordern auch moderne Spannrahmen eine sehr sorgfältige Einstellung und Bedienung. Die nasse Ware ist doppelt so schwer wie trockene Ware und hat eine vielfach höhere Haftreibung. Hierdurch wird nasse Ware — insbesondere beim Einlauf in den Spannrahmen — einer höheren Beanspruchung ausgesetzt als trockene Ware.

- Auch die Einstellung hoher Längsschrumpfwerte bei unterschiedlichen Artikeln und die Einstellung der sogenannten Zusatzspannbreite beim Durchlaufen durch die Maschine ist bei höheren Ansprüchen problematisch. Aus diesem Grunde wird für das Trocknen und Fixieren von hochwertigen Artikeln die Kombination Kurzschleifen- oder Siebbandrockner mit Fixierspannrahmen eingesetzt.

Während wir beim Trocknen noch die Wahl zwischen mehreren unterschiedlichen Trocknertypen haben, gibt es für das Thermofixieren empfindlicher Artikel aus texturierten Fasern praktisch keine Alternative zum Spannrahmen bzw. zum Spannrahmentrockner. Nur mit dieser Maschine lassen sich beim Fixierprozeß ein vorher festgelegtes Flächengewicht und eine festgelegte Breite erreichen.

Wie bereits erwähnt, ist die Durchführung des Fixierverfahrens einfacher, und man kann bessere Bausch- und Elastizitätseffekte erzielen, wenn man beim Fixieren den Spannrahmen mit trockener Ware beschickt, obwohl die Kombination des Prozesses Trocknen und Fixieren auf großen Spannrahmentrocknern mit 8 oder 10 Feldern — insbesondere in bezug auf Personalkosten — zweifellos die wirtschaftlichste Lösung wäre. Die hinsichtlich Prozeßbedingungen und Warenqualität optimale Lösung scheint die Kombination Kurzschleifen- oder Siebbandrockner und Spannrahmen zu sein (Abb. 11).

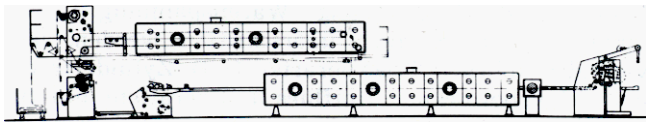


Abb. 11: Kombination Siebbandtrockner und Spannrahmentrockner

Bei diesem Projekt wurde diese Kombinationsanlage so gestaltet, daß die nach dem Farben der Ware erforderliche Behandlung: Trocknen, Appretieren, Trocknen — in einem Arbeitsgang auf der gleichen Maschine ebenso vorteilhaft möglich ist wie die Arbeitsgänge Trocknen und Fixieren in der Vorbehandlung. Bei der Vorbehandlung wird die Ware im Vortrockner bis auf etwa 5 bis 10% Restfeuchte getrocknet. Beim Fixierprozeß auf dem Spannrahmen braucht dann nur eine relativ geringe Voreilung und Schrumpfbreite eingestellt zu werden, was Warenlauf, Warenspannung und Bedienung in ihren Problemen vereinfacht und größere Verfahrenssicherheit gibt.

- Das letzte Bild (Abb. 12) zeigt nun alle Produktionseinrichtungen für die Prozesse Waschen, Trocknen, Fixieren und Appretieren. Die Naßanlage besteht aus der schon erwähnten Wasch- und Bauschmaschine mit zwei nachgeschalteten Saugtrommeln. Der Kontinuellauf von Naßanlage und Spannrahmen mit Vortrockner wird sich nur in Ausnahmefällen empfehlen.

Die **Produktionsgeschwindigkeiten** von Naß- und Trockenanlagen haben verschiedene Abhängigkeiten von Warengewichten und Warenqualitäten.

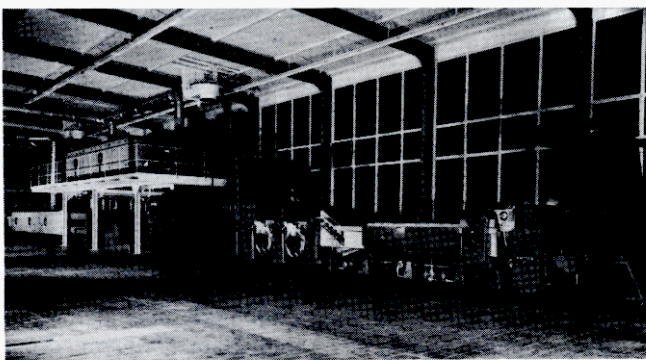


Abb. 12: Gesamtanlage für Vorbehandlung und Appretur von Waren aus texturiertem PES

Zusammenfassung

Der Erfolg der Veredlung — nämlich ein möglichst guter Gebrauchs- und Verkaufswert der Waren bei möglichst geringen Kosten — hängt nicht unwesentlich von den Verfahrensbedingungen ab. Waren aus texturierten Synthefasern wie PES erfordern gegenüber Filamentartikeln wie PES/BW-Hemden- oder -Mantelpopeline unterschiedliche Behandlungen und Parameter.

Die Behandlungsstufen dürfen in ihrer Verfahrensgestaltung nicht einzeln, sondern müssen im Hinblick auf ihre Zusammenwirkung auf das Endprodukt beurteilt werden. Wenn Waschen, Trocknen und Fixieren als Gesamtkomplex gesehen werden müssen, so gilt dies logischerweise auch für die Produktionsanlage.

Diskussion

Egbers: Herr Dr. Schraud, Ihre Arbeiten haben sehr zum Verständnis der physikalischen Vorgänge bei der Veredlung beigetragen. Ihre Untersuchungen stellen somit eine ideale Ergänzung zu dem vorhergehenden Vortrag dar. Beide Referate stehen gemeinsam zur Diskussion.

Rigged: Herr Dr. Valk, Sie zeigten die Abhängigkeit des Schrumpfens von der Behandlungstemperatur. Parameter waren die Behandlungsmedien Wasser und Luft. Für Luft hatten Sie den gesamten Temperaturbereich bis zur Schmelztemperatur vermessen, wobei ein Maximum auftrat. Gibt es eine physikalische Erklärung für dieses Maximum?

Valk: Das Maximum bei 120° C tritt nur bei texturiertem Material auf. Hier wird im Vergleich zu glattem Material zunächst der Kräuselschrumpf entwickelt, der bei höherer Temperatur durch die Meßbelastung wieder herausgezogen wird. In der Nähe des Schmelzpunktes bricht dann die gesamte Faserstruktur zusammen, und die Kurve steigt wieder an. Bei glattem Material steigt der Schrumpf kontinuierlich mit der Temperatur an. Im Referat wurde gezeigt, daß nach Abtrennung des Maximums durch eine Basislinie dieses ein gutes Maß für den Kräuselschrumpf darstellt.

Riggert: Oberhalb 1200C fällt also der Schrumpf ab, weil die Kräuselung herausgezogen wird?

Valk: Ja.

Rigged: Ware aber die Meßspannung gleich Null, so würde die Kräuselung nicht herausgezogen, sie hatten also kein Maximum?

Valk: Richtig, wenn Sie keine Meßbelastung haben, entspricht der Vorgang einer spannungslosen Fixierung. Das Material schrumpft und zieht sich wie eine Feder zusammen und wird dann in diesem Zustand fixiert.

Riggert: Wie ändert sich der Kurvenverlauf mit der Aufheizgeschwindigkeit?

Valk: Bei allen thermischen Analysenmethoden ist der Kurvenverlauf von der Aufheizgeschwindigkeit abhängig. Wir haben mit Aufheizraten von 20 oder 30° C Pro Minute gearbeitet. Bei einer Verringerung der Aufheizrate bewirkt man während der Messung eine verstärkte fortlaufende Fixierung, wobei sich der physikalische Zustand des Materials ständig verändert. Gleichzeitig treten zeitabhängige Relaxationsvorgänge auf. Im Kurvenverlauf macht sich die langsame Aufheizung wie eine zusätzliche Thermofixierung bemerkbar.

Riggert: Bedeutet das, daß die Schrumpfung kleiner ausfallen wird?

Valk: Ja, deshalb muß man beim Messen schnell aufheizen. Bei Polyester ist das nicht ganz so kritisch wie bei Polyamiden, weil die Kristallisationsgeschwindigkeit geringer ist. Bei Polyamiden müssen völlig andere Meßbedingungen gewählt werden.

Stoll: Wenn man Spritzzyklen für Polyesterspritzguß optimieren will, nimmt man auch ein DSC-Thermogramm auf und erhält dabei ein Maximum bei 120 bis 130° C. Besteht hier ein Zusammenhang mit der Kristallisationsgeschwindigkeit?

Valk: Das Maximum, von dem Sie sprechen, hat eine andere Ursache. Die Kristallisationsgeschwindigkeit steigt oberhalb 120° C kontinuierlich bis zu einem Maximum, das für Polyester bei ca. 1800C liegt, an.

Das Maximum, das bei Ihren Messungen auftritt, ist auf eine zweite Einfrier- bzw. Auftaustufe zurückzuführen. Bei dieser Temperatur werden ganze Molekülsegmente beweglich und gleiten aneinander ab. Hierdurch werden Verformungen und Kristallisation möglich.

Rupprecht: Ich wollte noch etwas zu den Korrelationskoeffizienten ergänzen. Sie hatten gesagt, daß in anderen Publikationen mit höherer Meßbelastung (z. B. 0,05 p/dtex) gearbeitet wird. Das sind insbesondere die von Ihnen zitierten Arbeiten von Herrn Dr. Stein⁸. Dazu muß aber gesagt werden, daß die Korrelationen in diesen Veröffent-

lichungen in eine andere Richtung zielen, nämlich auf die Gleichmäßigkeit. Ihre Korrelationen bezogen sich auf das Schrumpfverhalten. Hier stimme ich Ihnen voll zu, man sollte die Belastung so klein wie möglich wählen. Je höher man die Belastung wählt, desto geringer wird der Kräuselschrumpf, und man kommt schließlich zu einem Zustand, in dem nur noch der reine Substanzschrumpf gemessen wird.

Valk: Auch uns hat das Resultat hinsichtlich der Korrelationen überrascht. Wir hatten ursprünglich geglaubt, es gäbe materialspezifisch eine optimale Meßbelastung, bei der die besten Korrelationen auftreten. Darüber hinaus vermuten wir, daß möglicherweise eine Ursache für Unterschiede in den Korrelationen, die an handelsüblichen

Geweben oder Gewirken und Garndaten erhalten wurden, sowie unseren Korrelationen darin bestehen kann, daß bei den ersteren die Dimensionen des Materials durch Spannen im Fixierprozeß nochmals verändert wurden. Unser Material konnte im Fixierprozeß frei schrumpfen. Die der Praxis angemessenen Verhältnisse der Spannung auf konstante Breite werden derzeit noch untersucht.

Rupprecht: Wir haben beide Untersuchungen durchgeführt und festgestellt, daß bei den Untersuchungen, die den Ihrigen entsprechen, eine geringe Meßbelastung richtig ist, während die höhere Belastung dann günstiger ist, wenn man Korrelationen auf die Gleichmäßigkeit ermitteln will.

Stand und Zukunft der Texturierung (Podiumsdiskussion)

Diskussionsleiter: Professor Dr.-Ing. Joachim Lünenschloß, Institut für Textiltechnik der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Teilnehmer: Dipl.-Ing. Helmut Lorenz,
(in Vertretung von Dr.-Ing. Karl Bauer), Barmag Barmer Maschinenfabrik AG, Remscheid
Dr.-Ing. Fritjof Maag,
Hoechst Aktiengesellschaft, Frankfurt am Main
Dr. Karlheinz Riggert,
Zimmer AG, Frankfurt am Main
Dr.-Ing. Peter Schäfer,
Fiber Industries Inc., Charlotte, USA
Dr. Herbert Scherzberg,
Morawek Texturierwerke GmbH,
Krefeld
Dr.-Ing. Burkhard Wulforth,
Enka Glanzstoff AG, Wuppertal

Besondere Beachtung gilt in dieser Diskussion dem Falschdrahttexturieren von Polyester- und Polyamidfäden in einem Feinheitsbereich bis zu 200 dtex. Andere Texturierverfahren sowie das Texturieren grober Fäden werden nur am Rande gestreift.

Fragen der Heizkörperausführung, ihres Temperaturprofils, des Wärmeübergangs und der Fadentemperatur, aber auch Probleme der Fadenaufwindung, der Bildung des Spulenkörpers sowie der Spulengröße, an die sich die vom Verarbeiter erhobenen Wünsche anschließen, stehen zur Debatte.

Ferner werden die Möglichkeiten, die Dehnbarkeit der Fäden herabzusetzen, unter den Gesichtspunkten der Vor- und Nachteile für die Fertigung beleuchtet, ebenso die Einsatzgebiete der Garne.

In this discussion particular attention is paid to false-twist texturing of polyester and polyamide threads up to 200 dtex. Other texturing processes, such as the texturing of coarse threads are only touched upon.

Radiator finish, their temperature profile, heat transfer and thread temperature, but also problems of thread winding, formation of bobbin body and bobbin size, and requirements in this connection by the converters are discussed.

In addition, possibilities of reducing the elongation of the threads and advantages and disadvantages for the manufacture of yarns, as well as the applications of yarns are dealt with.

Albrecht: Da es nun schon zur Tradition geworden ist, den ersten Tag der Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn der Wissenschaft zu widmen, soll in diesem Jahr unter der Leitung von Herrn Professor Lünenschloß das Gebiet der Texturierung von der natur- und maschinenbauwissenschaftlichen sowie von der technologischen Seite her untersucht werden. Wir

hoffen, den gesamten Themenkreis vom Rohstoff über den Maschinenbau inklusive der Texturiermaschinen sowie der Qualität der auf ihnen erzeugten Garne erfassen und damit für zukünftige Arbeiten einen wegweisenden Akzent setzen zu können.

Lünenschloß: Nach mehr als einem Jahrzehnt beispielloser Expansion scheint die Texturierung heute für viele die Grenzen ihrer marktmäßigen Möglichkeiten erreicht zu haben. Ein Überhang an Produktionskapazitäten und unbefriedigende Erlöse kennzeichnen die augenblickliche Szene. In Westeuropa und den USA dominieren hauptsächlich die Polyester-Set-Texturiergarne, die zum überwiegenden Teil der Maschenwareherstellung dienen. Der in den letzten Jahren erreichte hohe Anteil an texturierten Garnen bei der Maschenwareherstellung läßt sicher keine weitere spektakuläre Erweiterung des Absatzes erwarten.

Die texturierten Garne haben hier in erheblicher Weise zu einem Strukturwandel dieser Industriesparte beigetragen. Anders ist es im Bereich der Webware, in dem — von speziellen Artikeln abgesehen — der Anteil texturierter Filamentgarne in Westeuropa relativ gering ist, sodaß sich noch eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten bietet.

Ist es vermessen, zu einem Zeitpunkt offensichtlicher Stagnation ein Podiumsgespräch über Stand und Zukunft der Texturierung abzuhalten? Meiner Meinung nach nein.

Technologische, qualitative und wirtschaftliche Aspekte sprechen für eine weitere Expansion der Verfahren, die dem mittlerweile fast zu einer Spezialität gewordenen glatten Filamentgarn eine Kräuselstruktur und damit fasergarnähnlichen Charakter verleihen.

Ursprünglich umfaßte der Begriff „Textur“ und „Texturierung“ alles zwischen glattem Filamentgarn und Fasergarn, was durch eine Kräuselstrukturierung aus dem glatten Faden gebildet wurde. Später wurde dieser Begriff mehr und mehr für einige wenige, in der Industrie vorrangig praktizierte Techniken reserviert. So greift man neuerdings zu Bezeichnungen wie „spun look“ oder „fibre look“, um die nach anderen Verfahren fasergarnähnlich strukturierten Filamente abgrenzend definieren zu können.

Ich persönlich neige dazu, alles, was sich vom glatten Filamentgarn ohne eine weitere Verfeinerung ableitet und einen fasergarnähnlichen Charakter anstrebt, ohne Rücksicht auf die Art des Herstellungsverfahrens und dem Ort seiner Anwendung als „Texturierung“ zu bezeichnen. Dabei ist es für diese Definition ohne Belang, ob die Veränderung durch eine Kräuselung — beispielsweise durch die Torsionskräuselung — oder durch die Ausbildung freier Faserenden verursacht wird.

Der Optimismus für die Zukunft dieser vielfältigen, sich in ihren Einsatzmöglichkeiten unterscheidenden texturierten Garne liegt im technologischen und wirtschaftlichen Vorteil gegenüber dem Fasergarn begründet, das wiederum, das sei nicht verschwiegen, in der Mischbarkeit verschiedener Faserstoffe nicht zu übersehende Vorzüge aufweist.

Der augenblickliche Stand der Texturierung ist durch die derzeitige Dominanz des Falschdrahttexturierverfahrens in einem Feinheitsbereich unterhalb von 200 dtex, das heißt in dem Bereich des vorwiegend bekleidungsmäßigen Einsatzes, gekennzeichnet.

Die Falschdrahttexturierverfahren weisen einen Anteil von nahezu 90% auf, der Rest entfällt auf die Stauchkammerverfahren, Kringelverfahren, die Luftblasttexturierung und sonstige Methoden. Größere Bedeutung haben diese anderen Verfahren zum Teil bei der Texturierung gröberer Chemiefäden, wie beispielsweise zur Herstellung von Teppichgarnen und ähnlichem.

Bei den Falschdrahtverfahren stehen im Augenblick zwei Entwicklungen, die das Bild dieser gesamten Industrie in den nächsten Jahren zu ändern versprechen, im Vordergrund. Es handelt sich dabei einmal um das „Strecktexturieren“, das in engem Zusammenhang mit der Spinntechnologie steht. Hier ergibt sich eine Vielzahl von weit über die Verfahrenstechnik hinausreichenden Fragen und Problemen bezüglich der zukünftigen Struktur und des Standortes dieser Industrie. Die andere Entwicklung konzentriert sich um eine Erhöhung der Produktion durch Verwendung andersartiger torsionerteilender Elemente, das heißt um die „Friktionstexturierung“. Hiermit soll der Sprung über die bisherigen Grenzen von rund 200 bis 230 m/min auf 400 m/min und höher ermöglicht werden.

Unser Podiumsgespräch beschränkt sich schon aus zeitlichen Gründen auf die Technik der Falschdrahttexturierung, die — wie ich schon mehrfach aufzeigte — derzeit die größte Bedeutung hat und auch meiner Meinung nach in absehbarer Zeit haben wird. Wir waren bemüht, in unseren Gesprächskreis Vertreter insbesondere solcher Industrien einzubeziehen, die den Problemen der Texturierung von der Faserherstellung — über den Texturiermaschinenbau, die Erzeugung dieser Garne usw. — bis zu ihrem Einsatz verbunden sind.

Für den Texturiermaschinenbau wurde Herr Dr. Bauer angekündigt. Er wird von Herrn Lorenz (Barmag) vertreten, der sich besonders mit den Fragen der Friktionstexturierung beschäftigt und in dankenswerter Weise kurzfristig für den verhinderten Herrn Dr. Bauer eingesprungen ist.

Herr Dr. Maag (Farbwerke Hoechst) vertritt in unserem Kreis die Anwendungstechnik, Herr Dr. Scherzberg (Morawek Texturierwerk GmbH) die Texturierung, Herr Dr. Riggert (Zimmer AG) die Verfahrenstechnik der Chemiefaserherstellung, Herr Dr. Schäfer (Fibre Industries Inc., Charlotte) die Chemiefasererzeugung und Herr Dr. Wulfhorst (Enka Glanzstoff AG) die Texturierung.

Obwohl ich einleitend schon mehrfach auf die überragende Bedeutung des Falschdrahttexturierens hingewiesen habe, halte ich es doch für sinnvoll, *alle Texturierverfahren noch einmal kurz mit ihren Vor- und Nachteilen anzusprechen und so auch die Gründe für die überragende Bedeutung des Falschdrahttexturierens sichtbar zu machen.*

Scherzberg: In der Texturierung hat sich nach dem Trend der vergangenen Jahre zur Reduzierung und Spezialisierung der verschiedenen Texturierverfahren die Situation bezüglich der Produktion weitestgehend geklärt. Aus Gründen der erzielten Qualitäten oder wegen der Wirtschaftlichkeit werden einige Texturierverfahren nun nicht mehr oder nur in geringem Umfang ausgeübt.

- Das **Agilon-Verfahren** ist heute praktisch vergessen.

- Das nach dem **Kantenziehverfahren** hergestellte Garn genügt nicht mehr den qualitativen und wirtschaftlichen Ansprüchen des Marktes.
- Die **Lamellenkräuselung** kam über die Versuchproduktion nicht hinaus. Das Garn ergab infolge der regelmäßigen Kräuselung nur beschränkte Einsatzmöglichkeiten und war trotz des kontinuierlichen Herstellungsprozesse zu teuer.
- Die **Zahnradkräuselung** wird praktisch nur noch für Borsten und Drähte, wo hohe Deformationskräfte verlangt werden, angewandt.
- Die **Knit-de-knit-Kräuselung** entspricht nicht immer dem modischen Trend, sodaß auch dieses Garn ein Spezialgarn mit geringem Anwendungsbereich geblieben ist.
- Die **Blaskräuselung mit Kaltluft** (Taslan-Verfahren) wird wegen des hierbei entstehenden speziellen Garncharakters auf Grund der sich selbst kreuzenden Schlingen sowie wegen des hohen Preises gleichfalls nur in geringem Umfang angewandt.
- Durch die **Trennwirnkrauselung** entstand immer ein Spezialgarn, das auf Monofile für den Strumpfeinsatz beschränkt war. Mit dem Rückgang der Monofile im Strumpf kam dieses Garn praktisch zum Erliegen, zumal es auch gelungen ist, Monofile nach dem Falschdrahtverfahren einwandfrei zu texturieren.
- Behauptet und weiterentwickelt haben sich die **Falschdrahtkräuselung**, die **Stauchkräuselung** und die **Blaskräuselung in Dampf oder in Heißluft**.

Die beiden zuletzt genannten Verfahren werden ausschließlich zur Kräuselung von Teppichbändchen oder -fasern eingesetzt, wobei sich die Heißblasttexturierung auf Polyamid beschränkt. Bei Polyester ist die Desorientierung bei dem spannungslos durchgeführten Wärmeprozess so groß, daß sich das Garn nicht einwandfrei verarbeiten läßt.

- Für Bekleidungszwecke schließlich wird in der Praxis nur das **Falschdrahtverfahren** benutzt. Dieses Verfahren ergibt den besten und gleichmäßigsten Garnausfall und es läßt sich immer noch am kostengünstigsten praktizieren, zumal die Geschwindigkeiten über 150 m/min als normal anzusehen sind. Es ist sehr variierbar und kombinierbar und bietet sicher noch große Möglichkeiten zur technologischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung.

Wie selten ein Verfahren bietet die Falschdrahttexturierung die Möglichkeit der Kombination mit dem Streckprozeß. Von dieser Kombination werden bereits erhebliche Mengen auf dem Markt angeboten.

Lünenschloß: *Es wäre an dieser Stelle interessant, die wirtschaftliche Bedeutung dieser Falschdrahtverfahren durch statistische Angaben zu belegen.*

Wulfhorst: Die Weltproduktion texturierter Garne für Bekleidung ist in Tabelle 1 in 1000 t und in Tabelle 2 in % angegeben¹. Diese Zahlen gelten für 1973.

Aus den beiden Abbildungen geht folgendes hervor:

- Die Weltproduktion für texturierte Garne betrug 1973 1,236.000 t (Tab. 1). In Europa-West war die

Tabelle 1: Die Weltproduktion texturierter Garne 1973 für Bekleidung (Quelle: Deutscher Zwiernerverband)

	PA	PES	Gesamt
	in 1000 t		
BRD	42	85	127
Großbritannien	37	44	81
Italien	31	34	65
Frankreich	31	15	46
Sonstiges Europa-West			67
Europa-West insgesamt			386
Europa-Ost (Statshandel)			30
USA			500
Japan			120
Sonstiges Fernost			100
Australien, Neuseeland			20
Südamerika, Afrika			80
			<u>4236</u>

Produktion 386.000 t, wobei die BRD mit 127.000 t der größte Erzeuger für texturierte Garne war. In Europa-West und in USA wurden insgesamt 70 % der Weltproduktion hergestellt (Tab. 2).

Tabelle 2: Die Weltproduktion texturierter Garne 1973 für Bekleidung (Quelle: Deutscher Zwiernerverband)

	PA/PES	Gesamt
	in %	
BRD	33/67	10,3
Großbritannien	46/54	6,5
Italien	48/52	5,3
Frankreich	67/33	3,7
Sonstiges Europa-West		5,4
Europa-West insgesamt		31,2
Europa-Ost (Statshandel)		2,4
USA		40,5
Japan		9,7
Sonstiges Fernost		8,1
Australien, Neuseeland		1,6
Südamerika, Afrika		6,5
		<u>100,0</u>

Europa-West 386.000 t 31 %
 USA 500.000 t 40 %

● In Tabelle 2 ist ferner das Verhältnis von PA/PES erkennbar. Während in der BRD (33/67) und in Großbritannien (46/54) die PES-Garne überwiegen, ist die Produktion in Italien etwa gleich groß (48/52). In Frankreich dagegen überwiegt PA (67/33). In den USA war das Verhältnis PA/PES im Jahre 1972 25/75 und in Japan 30/70².

● In Tabelle 3 ist die Anzahl der in den Jahren 1970 bis 1973 gelieferten Texturiermaschinen aufgeführt¹. Es wird dabei nach

Europa-West,
 USA und
 sonstigen Ländern

unterschieden. Insgesamt waren es:

2210 Ein-Heizer-Maschinen und
 4704 Doppel-Heizer-Maschinen.

Tabelle 3: Anzahl der in den Jahren 1970 bis 1973 gelieferten Texturiermaschinen (ohne außereuropäische Hersteller, Quelle: Deutscher Zwiernerverband)

	Anzahl		Kapazität in t ^{x1}
	Einheizermaschinen	Doppelheizermaschinen	
Europa - West	878	1199	269 000
USA	121	1758	324 000
Sonstig	1211	1747	387 000
	2210	4704	<u>980 000</u>
Weltmehrproduktion von texturierten Garnen in 1973 gegenüber 1969			706 000 t
Weltmehrkapazität in 1973 gegenüber 1969 (Kapazität der 1973 installierten Maschinen nur zur Hälfte angesetzt)			<u>800 000 t</u>

^{x1} Einheizermaschine 60 jato
 Doppelheizermaschine 180 jato
 Quelle: Deutscher Zwiernerverband

Es fällt dabei auf, daß in USA nur 6 % Ein-Heizer-Maschinen und 94 % Doppel-Heizer-Maschinen installiert wurden. Hier sind die hohen Investitionen für PES-Set-Garne erkennbar. Die insgesamt gelieferten Maschinen ergeben eine Kapazität von etwa 980.000 t, wobei die Jahresproduktion von Ein-Heizer-Maschinen mit 60 t und für Doppel-Heizer-Maschinen mit 180 t angesetzt wird. Wenn die Kapazität der 1973 installierten Maschinen im Lieferjahr (1973) nur zur Hälfte angesetzt wird, ergibt sich für 1973 gegenüber 1969 eine Weltmehrkapazität von etwa 800.000 t. Dieser Weltmehrkapazität steht eine Weltmehrproduktion von etwa 700.000 t gegenüber. Dabei ist zu berücksichtigen, daß neue Texturiermaschinen teilweise als Ersatzinvestition anzusehen sind.

Das Verhältnis von Kapazität zu Produktion für die BRD geht aus den Abbildungen 1 a und 1 b hervor¹.

	Einheizer - Maschinen	Doppelheizer - Maschinen
1970	261	98
1971	109	48
1972	34	59
1973	58	141

Abb. 1 a: Neu installierte Texturiermaschinen in der BRD (Quelle: Deutscher Zwiernerverband)

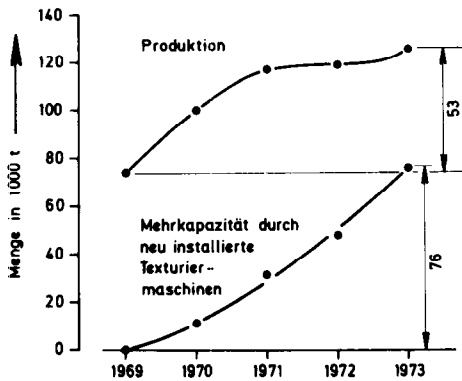


Abb. 1 b: Die Produktion texturierter Garne in der BRD (Quelle: Deutscher Zwirnerverband)

In Abbildung 1 a ist zunächst einmal die Anzahl der in der Zeit von 1970 bis 1973 neu installierten Texturiermaschinen angegeben. Es sind insgesamt 1970 bis 1973

462 Ein-Heizer-Maschinen und
346 Doppel-Heizer-Maschinen.

Während 1970 noch die Ein-Heizer-Maschinen überwogen, wurden 1973 etwa dreimal so viele Doppel-Heizer- als Ein-Heizer-Maschinen installiert.

In Abbildung 1 b sind Produktion und Mehrkapazität aufgetragen. Von 1969 bis 1971 stieg die Produktion noch steil an. Danach wurde die Steigerungsrater geringer (USA-Export!). Ab 1971 ging der Export nach den USA deutlich zurück und somit auch die Gesamtproduktion.

Die Mehrproduktion im Jahre 1973 gegenüber 1969 betrug 53.000 t. Die Mehrkapazität durch neu installierte Maschinen war dagegen 1973 gegenüber 1969 76.000 t. Der Anstieg der Mehrkapazität hält nach 1971 noch unvermindert an, obgleich die Produktion nicht mehr zunimmt. Auch hier ist zu berücksichtigen, daß es sich bei den Investitionen teilweise auch um Ersatzinvestitionen handelt. Der Unterschied zwischen Mehrkapazität und Mehrproduktion ist 1974 noch größer als 1973. Diese Überkapazität ist für jeden Texturierer auf dem Markt deutlich spürbar.

Es besteht nun die Frage, in welchem Maße die Produktion in den nächsten Jahren verlaufen wird. Nach Angaben des US-Texturierverbandes wird in den USA bis 1977 mit folgenden jährlichen Steigerungsraten gerechnet³:

PES	7,3 %
PA	3,0 %
Acetat	2,1 %

Die jährliche Steigerungsrater von PES ist mit 7,3 % etwa so groß wie die von Chemiefasern insgesamt (6,8 %). Heberlein/Marktforschung⁴ rechnete in der BRD bis 1978 mit einem Verbrauchsanstieg für Texturgarne von 7 % pro Jahr, eine Schätzung, die meines Erachtens ziemlich optimistisch ist.

Lünenschloß: Nach Darstellung des Status der Texturierung und der von verschiedenen Seiten aufgestellten Prognosen sollten wir uns dem ersten Schwerpunkt unseres Gespräches, das heißt der Strecktexturierung, einer nun schon seit Jahren erfolgten Entwicklung, zuwenden.

Welche Verfahren werden heute bevorzugt praktiziert und in welcher Beziehung stehen sie zu den Spinn-technologien?

Wulfhorst: Bevor die Vor- und Nachteile der Strecktexturierung sowie die Fragen der Qualität behandelt werden, ist es erforderlich, die Verfahrensstufen vom Spinnen bis zum Texturieren kurz zu erläutern. Beim konventionellen Texturieren mit Kopsen handelt es sich um drei Stufen (Abb. 2):

1. um das **Spinnen** mit einer Geschwindigkeit von 1000 bis 1500 m/min (PES 900 bis 1500 m/min, PA 800 bis 1000 m/min) und einem Spulengewicht bis etwa 6 kg;
2. um das **Streckzwirnen** mit einer Geschwindigkeit von 500 bis 1000 m/min, einem Kopsgewicht von 2,5 bis 3 kg und einer Verstreckung zwischen den Galetten von 1 : 3,7 bis 1 : 4,5;
3. um das **Texturieren** mit einer Geschwindigkeit von 100 bis 230 m/min und einer Spindeldrehzahl von 300.000 bis 500.000 min⁻¹, wobei die Fixierung zwischen dem ersten und dem zweiten Lieferwerk bei Temperatur T₁ und Drehung 2500 bis 3200 m⁻¹ sowie der Set-Prozeß (d. h. die Dehnungsreduzierung) des hochelastischen Garnes (HE-Garn) zwischen dem zweiten und dem dritten Lieferwerk bei Temperatur T₂ durchgeführt wird.

Beim Strecktexturieren wird angestrebt, den gesonderten Prozeß für die Verstreckung zu eliminieren und das Verstrecken mit dem Texturieren in einem einzigen Arbeitsgang durchzuführen.

a) *Strecktexturieren auf der Streckzwirnmachine:*

Die Aufwicklung beim Streckzwirnen erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 500 bis 1000 m/min. Magnetfalschzwirnaggregate lassen Geschwindigkeiten bis etwa 230 m/min zu. Sie sind hier nicht verwendbar. Aggregate, die im Geschwindigkeitsbereich der Streckzwirnmachine arbeiten — wie zum Beispiel bei Zahnradkräuslung, Luft- und Blasverfahren —, ergeben Garne nur eines ganz bestimmten Charakters; dadurch hat sich das Verfahren nicht durchsetzen können.

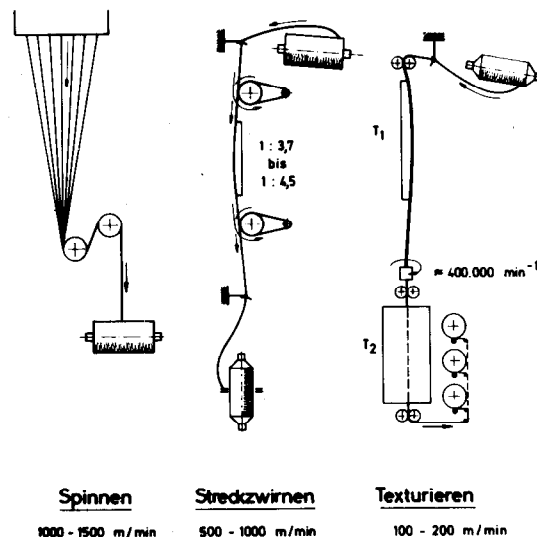


Abb. 2: Prozeßstufen beim konventionellen Texturieren

b) Strecktexturieren auf der Texturiermaschine:

Beim Strecktexturieren auf der Texturiermaschine lassen sich die herkömmlichen Magnetfalschwirnaggregate verwenden. Die Geschwindigkeit beträgt 100 bis 230 m/min. Das Strecktexturieren kann einmal

— als Zweizonen- oder Sequentialverfahren und zum anderen

— als Einzonen- oder Simultanverfahren

erfolgen (Abb. 3). Im Fall 1 wird der herkömmlichen Texturiermaschine eine Streckzone vorgeschaltet (Abb. 3, links), und im Fall 2 erfolgt die Verstreckung und Texturierung in derselben Zone zwischen dem ersten und dem zweiten Lieferwerk (Abb. 3, rechts).

Die Höhe der Verstreckung sowohl beim Einzonen- als auch beim Zweizonenverfahren richtet sich nach der Orientierung des vorgelegten Rohmaterials. Die Höhe der Orientierung hängt von der Aufwickelgeschwindigkeit beim Spinnen ab.

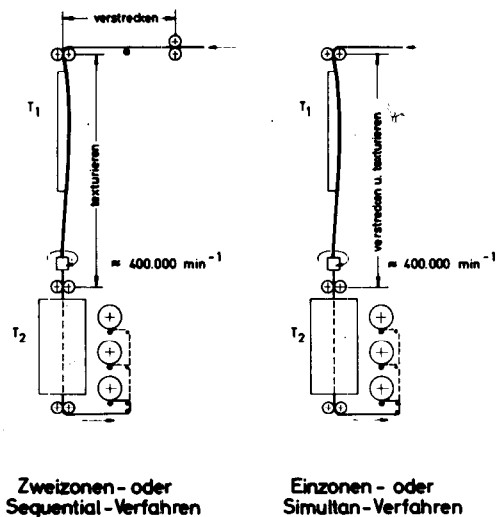


Abb. 3: Strecktexturieren

Lünenschloß: Von seiten der Anwendungstechnik ergibt sich die Frage, welche Vorteile mit diesen neuen Technologien verbunden sind.

Maag: Herr Wulfhorst, Sie haben hier die verschiedenen Möglichkeiten der Strecktexturierung aufgezeigt. Man kann sich sehr wohl vorstellen, daß die neuen Verfahren durch den Wegfall der Streckzwirner wirtschaftlich günstiger sind als die herkömmlichen Verfahren. Als Anwendungstechniker möchte ich nun die Qualität und die Eigenschaften von strecktexturierter Garnen im Vergleich zu den nach herkömmlichen Technologien hergestellten Garnen anschneiden.

Wir wissen, daß die färberische Gleichmäßigkeit und die Kräuselungsgleichmäßigkeit ebenso wie die Flusigkeit bei diesen neuen Verfahren Vorteile zu zeigen scheinen. Außerdem ist aber auch bekannt, daß durch die Texturierung des noch nicht vollständig orientierten Fadens Querschnittsveränderungen im Texturierfeld auftreten. Diese Querschnittsveränderungen geben

der Ware einen etwas härteren Griff, als man das bisher gewohnt war. Teilweise ist dies aber sogar erwünscht. Die Querschnittsdeformation führt jedoch unter bestimmten Lichtbedingungen zu einer gewissen Glitzerneigung. Daher möchte ich zur Diskussion stellen:

Welche Möglichkeiten stehen uns zur Verfügung, diese Querschnittsdeformation, wenn sie unerwünscht ist, zu verringern oder zu vermeiden?

Außerdem scheint die Kringelneigung solcher strecktexturierter Garne etwas größer zu sein als die von normal texturierten Garnen. *Was kann man tun, um die Kringelneigung zu reduzieren, sodaß es bei der Weiterverarbeitung keine Probleme gibt?*

Riggert: Bei Querschnittsuntersuchungen von simultan-strecktexturierter Fäden sind unter dem Mikroskop stark abgeplattete Kapillaren zu erkennen. Durch diese kann sowohl ein härterer Griff als auch ein Glitzereffekt entstehen. Gleichzeitig ist mit dieser Abplattung ein Anstieg des Torsionswiderstandes der einzelnen Kapillaren verbunden. Wie die Theorie der Texturierung zeigt, spielt der Torsionswiderstand der Einzelkapillaren neben dem Biege- und Drehwiderstand eine entscheidende Rolle. Der erhöhte Drehwiderstand als Folge der stärkeren Abplattung beim Simultanstrecktexturierungsprozeß findet so eine Erklärung.

Die Färbegleichmäßigkeit bei der konventionellen Texturierung, die meist von einem Streckkops ausgeht, läßt sich — wie verschiedene Untersuchungen in den letzten Jahren gezeigt haben — auf Vorgänge im Streckkops zurückführen. Sie sind als Ursache für die Inhomogenität längs des Fadens anzusehen.

Zwei Einflüsse sind dabei zu beachten. Wie jeder Streckzwirner weiß, ist die Aufspulspannung bei einem Streckkops nicht konstant. Sie schwankt je nach der Ballonbildung um einen Faktor von 1 bis 2. Der andere Einfluß hängt mit dem Wickelaufbau auf dem Streckkops selbst zusammen sowie mit der Schrumpfeigung des unter Spannung aufgewickelten Fadens. Je nach der Lage des Fadens innerhalb eines Streckkopses kann die einzelne Fadenwindung verschieden stark schrumpfen, sodaß Fadenabschnitte erhalten werden, die im Kraft-Dehnungsverhalten unterschiedlich sind. Die Folge ist, daß beim Texturierungsprozeß, genauer gesagt im Texturierfeld selbst, Fadenspannungsschwankungen entstehen. Besonders von Bedeutung ist dies bei Verwendung einer Frik-tionsspindel.

Beim Simultanstrecktexturierungsprozeß wird immer wieder hervorgehoben, daß die Fäden bessere Kräusel-eigenschaften besitzen, insbesondere mehr Bausch und eine stärkere Kräuselkontraktion. Dafür gibt es folgende Erklärung: Wenn wir von einem konventionell ver-streckten Faden ausgehen und diesen texturieren, dann müssen beim Texturierungsvorgang zunächst die kristallinen Bereiche aufgeschmolzen werden, während andere kristalline Bereiche auch erhalten bleiben. Gleichzeitig tritt eine Neukristallisation ein.

Beim Simultanstrecktexturierungsprozeß geht man meistens von einem fast nichtkristallinen Faden aus, sodaß bei diesem die Kettenmoleküle sehr schnell und ungehindert in die durch die Drehung vorgesehene Lage einschwenken können. Verständlicherweise wird hierdurch eine bessere Kräuselfixierung erzielt.

Scherzberg: In der Strickerei zeichnet sich ein klarer Trend zu leichten Warengewichten und zu klar gezeichneten Reliefs bzw. scharfen Konturen ab, der aber auch zu einem etwas stärker deformierten Garn führt.

Was die Kringelneigung anbelangt, so kann ein strecktexturiertes Material je nach der Vororientierung des vorgegebenen Spinnungsgutes auch eine geringere Kringelneigung als ein aus Kops texturiertes Material aufweisen. Man wird in Zukunft Garne mit einer etwas stärkeren Deformation und geringeren Einkräuselung bevorzugen. Außerdem wird ein Garn mit einer größeren thermo-mechanischen Stabilität und damit größeren Unempfindlichkeit gegenüber den Beanspruchungen in der Ausrüstung durch Temperatur- und Spannungsschwankungen verlangt.

Meiner Ansicht nach bringt ein strecktexturiertes Material diese Eigenschaften von Natur aus besser mit als das bisher konventionell texturierte Garn.

Lünenschloß: Zwei Eigenschaften blieben bisher unerwähnt, nämlich die *Flusigkeit strecktexturierter Fäden im Vergleich zum normalen texturierten Faden* und die sogenannten „geschlossenen Stellen“, „tight-spots“ im Englischen genannt, die bei der Strecktexturierung unter bestimmten Umständen etwas stärker und möglicherweise in anderer Art in Erscheinung treten können, aber nicht müssen.

Riggert: Zur Frage, ob ein simultan strecktexturiertes Material oder ein konventionell gestrecktes und konventionell texturiertes Material flusiger ist, muß man zunächst den Streckvorgang betrachten: Beim Simultanstrecktexturieren arbeitet man mit wesentlich niedrigeren Geschwindigkeiten als auf einer Streckzwirnmachine. Beispielsweise hat man bei einer Diabolospindel Geschwindigkeiten von 150 bis 240 m/min und entsprechend höhere Geschwindigkeiten bei einer Friktionsspindel. Die Geschwindigkeiten auf der Streckzwirnmachine liegen heute zwischen 800 und 1200 m/min für Polyester. Insofern ist die Verstreckung beim Simultanstrecktexturierungsprozeß im Vergleich zu der auf einer Streckzwirnmachine schonender. Man müßte daher weniger Kapillarbrüche beim Simultanstrecktexturierungsprozeß erwarten.

Es gibt aber eine Erscheinung, die dieser entgegenwirkt. Hierzu muß man auch die thermischen Vorgänge beim Verstreckprozeß beachten. Auf einer Streckzwirnmachine, die bei Polyester mit einer beheizten Einlaufgalette und einer nachgeschalteten Heizschiene ausgestattet ist, kommt der Faden erst dann zur Verstreckung, wenn er über den gesamten Querschnitt gleichmäßig erwärmt ist.

Anders beim Simultanstrecktexturierungsprozeß. Hier wird der Faden verstreckt, ohne daß sichergestellt ist, daß alle Kapillaren über den gesamten Querschnitt die gleiche Temperatur angenommen haben. Diese Erscheinung spricht gegen das Vorliegen optimaler Verstreckung. Man würde unter diesen Voraussetzungen mehr Kapillarbrüche und damit mehr Flusen erwarten.

Entscheidender noch ist folgende beobachtete Tatsache: Schnellgesponnenes Material verlangt bereits vom Faserhersteller einen qualitativ hochwertigeren Spinnrohstoff als solches, das konventionell mit Spinnungsgeschwindigkeiten von 1000 bis 1500 m/min erzeugt wird. Hat der Spinnrohstoff eine ungenügende Homogenität, so kommt es beim Schnellspinnen verstärkt

zu Kapillarbrüchen unterhalb der Spinnndüse, die meistens zum Fadenabriß führen. Insofern ist durch das Schnellspinnen eine Vorauslese getroffen. Meiner Meinung nach wird hierdurch bereits vorgezeichnet, daß sich ein schnellgesponnenes, vororientiertes Material auch in der Verstreckung günstiger verhalten wird.

Lünenschloß: Die Frage der Ursachen für die Entstehung „geschlossener Stellen“ und wie man diese beeinflussen kann, blieb bisher unbehandelt. Ich befürchte, daß die Zeit es uns verbietet, hierüber weiter zu diskutieren. *Wir sollten jedoch darüber sprechen, welche Auswirkungen die „geschlossenen Stellen“ auf den Einsatz der strecktexturierter Fäden haben.*

Maag: Zunächst wird das wohl von der Häufigkeit abhängen, mit der diese geschlossenen Stellen auftreten. Man kann natürlich auch einen Faden herstellen, der fast wie ein Effektgarn aussieht. Doch glaube ich, daß die Probleme heute schon so weit beherrscht werden, daß diese geschlossenen Stellen in der Maschenwareindustrie nicht sehr störend wirken.

Anders liegen die Verhältnisse bei Webwaren aus 100 % texturierten Garnen mit glatter Bindung, wo die geschlossenen Stellen als dünne Stellen besonders im Durchlicht erscheinen. Hier bedarf es noch einigen Aufwandes, um diese vom Texturieren her so niedrig wie möglich zu halten.

Lünenschloß: Aus den bisherigen Ausführungen ging hervor, daß das Strecktexturieren sehr eng, wenn nicht unlösbar, mit der Spinn-technologie verbunden

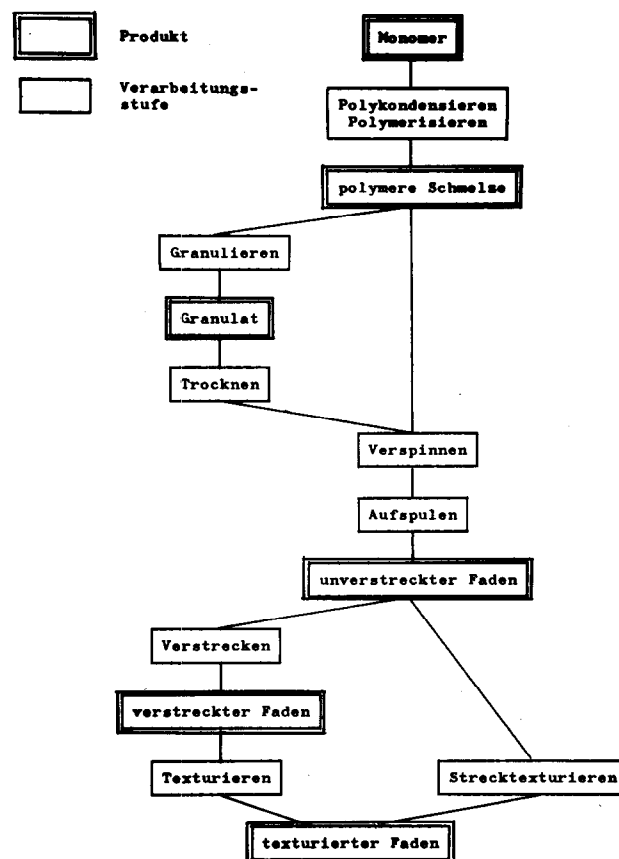


Abb. 4: Vom Monomer zum texturierten Faden

ist. Es ist daher angebracht, die mit dem Schnellspinnen, dem Spinnstrecken etc. zusammenhängenden Fragen zu besprechen.

Riggert: Zunächst möchte ich einen Überblick über den Herstellungsweg eines texturierten Fadens, ausgehend vom chemischen Grundbaustein, dem Monomeren, geben (Abb. 4). Bekanntlich dienen zur Herstellung des handelsüblichen Polyesters Glykol und Terephthalsäure bzw. Glykol und Dimethylterephthalat als Monomere. Bei der Herstellung von Polyamid 6 wird von Caprolactam und bei der Herstellung von Polyamid 66 von Hexamethyldiamin und Adipinsäure ausgegangen. Aus dem Monomeren entsteht nun durch Polymerisation bzw. Polykondensation der Spinnrohstoff, der zunächst in geschmolzenem Zustand anfällt.

Beim sogenannten „Direktspinnen“ wird die Polymer-schmelze direkt der Spinnereinrichtung zugeführt, was eine kontinuierlich arbeitende Polykondensation voraussetzt. Bei der Herstellung textiler Polyester- bzw. Polyamidendlosgarne wird jedoch häufig der Umweg über das Granulat eingeschlagen, das vor dem Verspinnen getrocknet und neu aufgeschmolzen werden muß.

An das Spinnen schließt sich die Verstreckung an, die im allgemeinen auf Streckzwirnmachines und zum Teil auch auf Streckpulmaschinen durchgeführt wird. Es ist auch möglich, Spinnen und Strecken zu einem Arbeitsgang zu verbinden. Dieses sogenannte „Spinnstrecken“ hat sich für technische Fäden als sehr wirtschaftlich erwiesen, wird aber bis heute bei der Herstellung textiler Fäden weniger angewandt.

Hingegen hat in den letzten drei Jahren die Verbindung zwischen Strecken und Texturieren eine zunehmende Bedeutung erlangt.

Hierfür gibt es zwei Verfahren:

- das Verstrecken in einem separaten Streckfeld, das dem Texturierfeld vorgeschaltet ist, das sogenannte „Sequenzverfahren“, und
- das Verstrecken im Texturierfeld, als „Simultanverfahren“ bekannt.

Abbildung 5 zeigt eine Spinnereinrichtung zur Herstellung textiler Endlosfäden, vom Granulat ausgehend. Sie besteht im wesentlichen aus dem Extruder, dem Spinnbalken, dem Blas- und Spinn-schacht sowie der Aufspulung mit Präparierung des Fadens. Der Spinnbalken faßt bis zu acht Spinnpositionen zusammen. Je

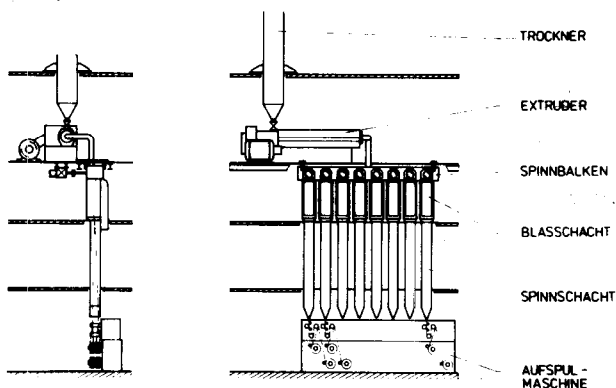


Abb. 5: Schmelzspinnereinrichtung

nach dem gesponnenen Titer können wieder je Spinnposition 4 bis 16 Fäden ersponnen werden.

Die Aufspuleinrichtung einer Spinnposition, die 16 Fäden aufnimmt, ist aus Abbildung 6 zu ersehen. Sie besitzt zwei Achsen, jede Achse wickelt gerade 8 Fäden auf.

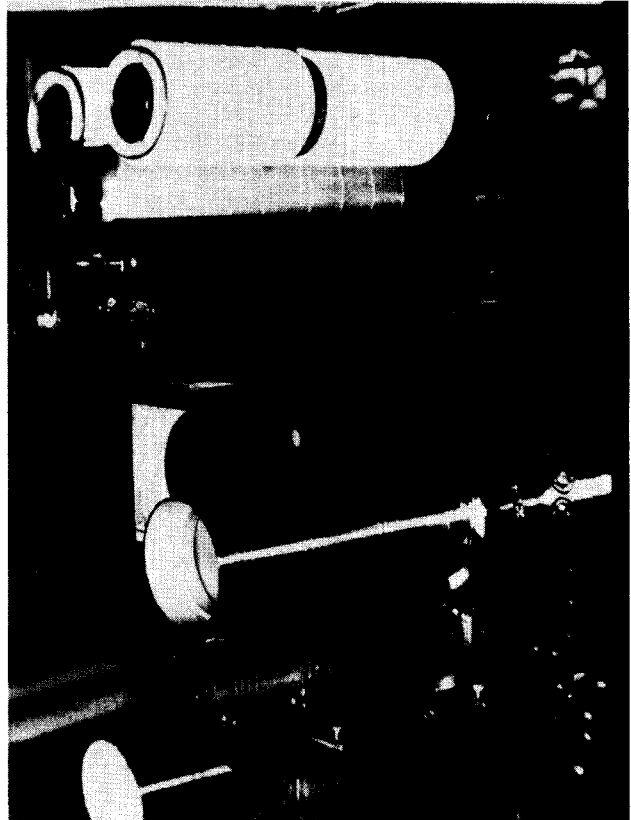


Abb. 6: Aufspuleinrichtung einer Spinnposition

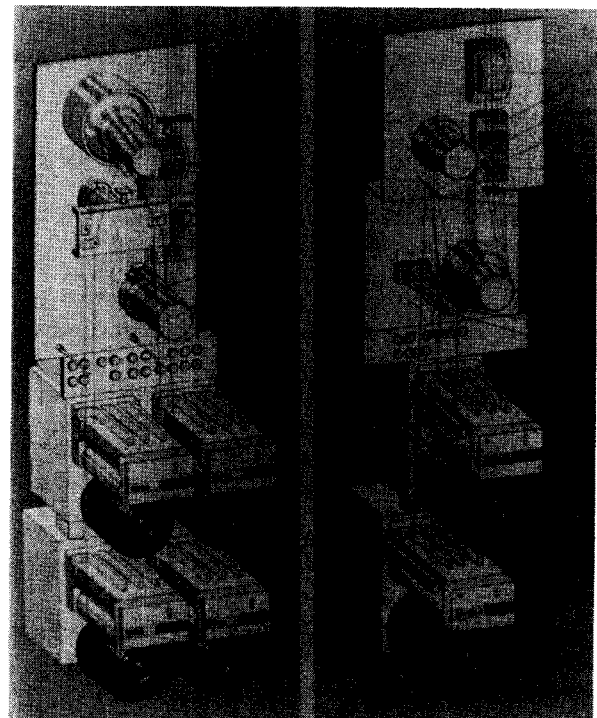


Abb. 7: Schnellspuleinrichtung (links) und Spinnstreckeinrichtung (rechts)

Für das Simultanstrecktexturieren eignen sich besonders vororientierte Fäden. Diese müssen mit sehr hohen Spinn- und Streckgeschwindigkeiten hergestellt werden. Es gibt heute Schnellspuleinrichtungen auf dem Markt, die Aufspulgeschwindigkeiten bis zu 4000 m/min erreichen. Zwei Beispiele sind in den nachsten beiden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 7, rechts, zeigt eine Schnellspuleinrichtung, bestehend aus zwei Schnellspulköpfen. Vier Fäden kommen aus dem Spinn-schacht, die zunächst präpariert werden und dann über zwei Galetten laufen und auf die beiden Spulköpfe verteilt werden. In Abbildung 7, links, ist eine Spinnstreckeinrichtung dargestellt; im Unterteil derselben die Verstreckung und Aufspulung. Auch mit dieser Anlage (Abb. 8) werden Spulgeschwindigkeiten bis zu 4000 m/min erreicht. Die Spulformate, die damit hergestellt werden können, sollen später noch besprochen werden.

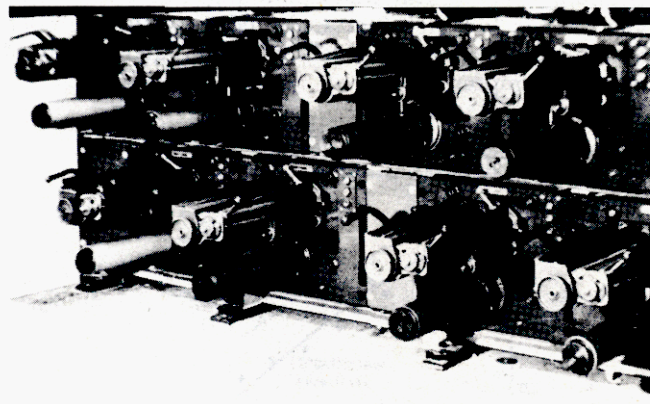


Abb. 8: Schnellspulanlage

Für den Faserhersteller bringt das Schnellspinnen neben Vorteilen auch einige Probleme mit sich, die einander kurz gegenübergestellt werden sollen (Tab. 4).

Als Vorteile können

- eine höhere Durchsatzleistung pro Spinn-düse und
 - das vollständige Entfallen von Galetten (wodurch der Spulenwechsel- und -auflegevorgang wesentlich erleichtert wird, abgesehen von den einzusparenden Investitionskosten)
- betrachtet werden. Ferner
- ist die Lagerbestandigkeit wesentlich besser, es können Fäden über mehrere Wochen lagern und auch Temperaturen ausgesetzt werden, die ungünstiger als das Normklima sind.
 - Für den Transport wirken sich die stabileren Spulenwickel vorteilhaft aus.
 - Das Verstrecken beim Faserhersteller entfällt. Es wird zum Texturierer verlagert, doch verursacht das keine zusätzlichen Kosten.

Als Nachteile gelten:

- die begrenzte Fadenzahl; der Schnellspinnvorgang ist schwieriger zu beherrschen, wenn mehr als acht Fäden pro Spinnstelle vorliegen. Negative Auswirkungen ergeben sich aber nur bei kleineren Titern,

Tabelle 4: Vor- und Nachteile bei der Herstellung vororientierter im Vergleich zu konventionellen PES-Fäden

Herstellungs- bzw. Verarbeitungsstufe	Vorteile	Nachteile
Verspinnung	größere Durchsatzleistung pro Spinn-düse galettenloses Spinnen möglich	kleinere maximale Fadenzahl pro Spinnstelle (Auswirkung besonders bei kleinen Titern) Aufspulmaschine teurer, empfindlicher und lauter etwas größere Abfallmenge wegen längerer Zeit für Spulenwechsel (durch automatische Einrichtungen vermeidbar)
Lagerung und Transport	wesentlich bessere Lagerbestandigkeit des unverstreckten Fadens stabilerer Spinnspulenwickel	
Verstreckung	entfällt vor der Auslieferung	

weil man nur hier mit mehr als acht Fäden beim konventionellen Spinnen arbeiten würde.

- Aufspulmaschinen dieser Art sind teurer, empfindlicher und außerdem wesentlich lauter in der Arbeitsweise. Der Schallpegel geht bis an die Grenze des Zulässigen sowohl in bezug auf das, was ein Mensch aushalten kann, als auch hinsichtlich der gesetzlichen Bestimmungen. Hier lägen Ansatzpunkte für Verbesserungen.
- Die Abfallmenge ist größer, da der Spulenwechsel längere Zeit in Anspruch nimmt. Die Spule muß zuerst abgebremst und die neue Spulenhülse wieder beschleunigt werden. Durch Vorrichtungen, die ein automatisches, verlustloses Spulenwechseln erlauben, entfällt dieser Punkt.

Lünenschloß: Es gabe hier sicher noch eine Fiille von Fragen zu besprechen, die mit dem Komplex Stabilität, Lagerung, Transportierbarkeit, thermische Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Vororientierung, Beurteilungskriterien für diese Eigenschaften etc. zusammenhangen. Es ließen sich auch noch die Formate der Spinnspulen, die aus einer Vergrößerung erwachsenden wirtschaftlichen Vorteile, aber auch die Grenzen der Formatvergrößerung erörtern. Das Gespräch soll nicht weiter auf die Probleme des Schnellspinnens und Strecktexturierens bei Polyamiden ausgedehnt werden, weil uns sonst die Zeit zur Besprechung der mit dem Texturieren zusammenhangenden Fragen fehlt.

Hier sollten wir einmal die Vorgänge beschreiben, die sich strukturmäßig beim Spinnen und Texturieren abspielen. Ich bin sicher, daß dieses zum Verständnis all dieser Mechanismen notwendig ist.

Scherzberg: Der Effekt der Texturierung beruht auf Strukturveränderungen durch Temperatur und Spannung sowie auf Veränderungen der Fasermantelzone durch Reibung und querschnittdeformierende Kräfte bei der Drallgebung.

Betrachtet man das Geschehen im Faden von der Entstehung aus der Schmelze bis zum fertigen texturierten Garn, so sind laufend Änderungen in der Struktur festzustellen.

Im unverstreckten Faden haben die Makromoleküle durch den Spinnvorgang eine mehr oder weniger starke Orientierung in Fadenachrichtung, hervorgerufen durch Fließvorgänge im erstarrenden Faden, auf

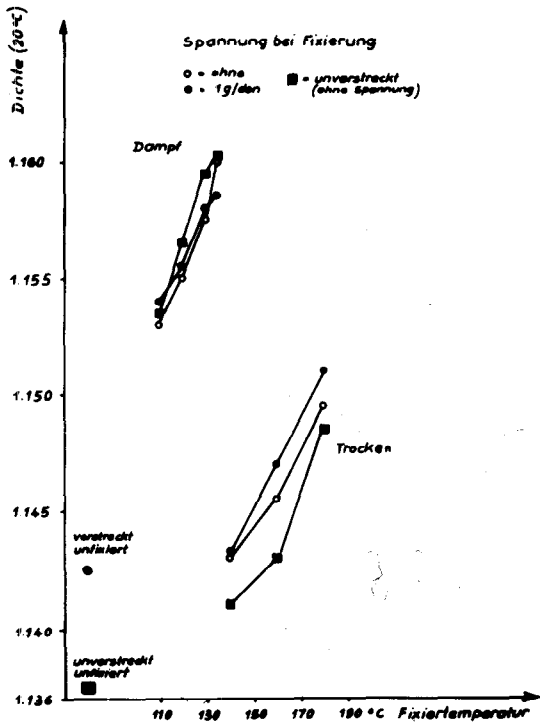


Abb. 9: Strukturänderungen des Fadens beim Fixieren und Verstrecken

Grund der Beschleunigung des Fadens von der Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze aus der Düse bis zur Aufwickelgeschwindigkeit.

Bei einer Abzugsgeschwindigkeit von 1200 m/min tritt eine Beschleunigung von ca. 4 g*, bei 3000 m/min eine solche von ca. 25 g* auf. Die infolge der Beschleunigung am Faden angreifenden Trägheitskräfte bewirken eine Vorverstreckung, das heißt eine Vororientierung des Fadens. Die Restverstreckung nimmt folglich mit steigender Spinnengeschwindigkeit ab. Gleichzeitig findet im Faden eine Rekristallisation statt (Abb. 9).

Als Maß für die Kristallinität dient die Dichte. Diese steigt mit der Fadentemperatur bei der Aufwicklung. Zwecks besserer Verstreckbarkeit bzw. zur Verzögerung der Rekristallisation wird der Faden im Schacht mit Kaltluft angeblasen. Die nachfolgende Verstreckung beginnt an einer Stelle, an der die Blättchenebenen eine besonders günstige Stellung zur Dehnungsrichtung einnehmen. Es bildet sich zunächst eine Einschnürungsstelle, wo der Verstreckungsvorgang beginnt.

Mit steigender Streckgeschwindigkeit gleiten die Ebenen leichter aneinander vorbei, das heißt mit geringerer Streckspannung.

Die Kristallinität nimmt zu, da die Kaltverstreckung in Wirklichkeit eine modifizierte Warmverstreckung ist, bei der die Wärmeenergie durch Umwandlung der mechanischen Arbeit — vor allem in der Fließzone — entsteht. Mit zunehmender Kaltverstreckung steigt die Temperatur momentan und örtlich begrenzt bis in die Größenordnung der Erweichungstemperatur und dar-

* 1 g ~ 9,81 m/s²

über an. Bei Erhöhung der Temperatur während des Steckvorgangs wird die Kristallinität gesteigert.

Man beobachtet beim kontinuierlichen Verstrecken eine Zunahme der Orientierung mit der Verstreckung und Temperatur (Abb. 10). Zur Beurteilung des Verhaltens der Molekülorientierung werden Werte aus Schallgeschwindigkeitsmessungen zur Fadenachse benutzt. Trägt man die Anfärbbarkeit gegen den Schallmodul auf, so liegt innerhalb einer gewissen Streuung die Angabe aller Wertepaare, ob für Kalt- oder für Warmverstreckung, auf einer gemeinsamen Kurve. Die Anfärbbarkeit wird im wesentlichen durch die erreichte Orientierung bestimmt.

Die Texturierung umfaßt den Vorgang der Drallerteilung in der Wärme zur Fixierung des Dralls, sowie den Vorgang der Wärmenachbehandlung, entweder zur Reduzierung der Einkräuselung oder bei der Färbung bzw. bei einem Nachbehandlungsvorgang, zum Beispiel beim Schlichten usw. Die Einflußgrößen sind Drehung, Temperatur und Spannung. Der Faden wird also in der Wärme einer mehr oder weniger großen Spannung ausgesetzt, sodaß er dabei gedehnt wird oder schrumpfen kann.

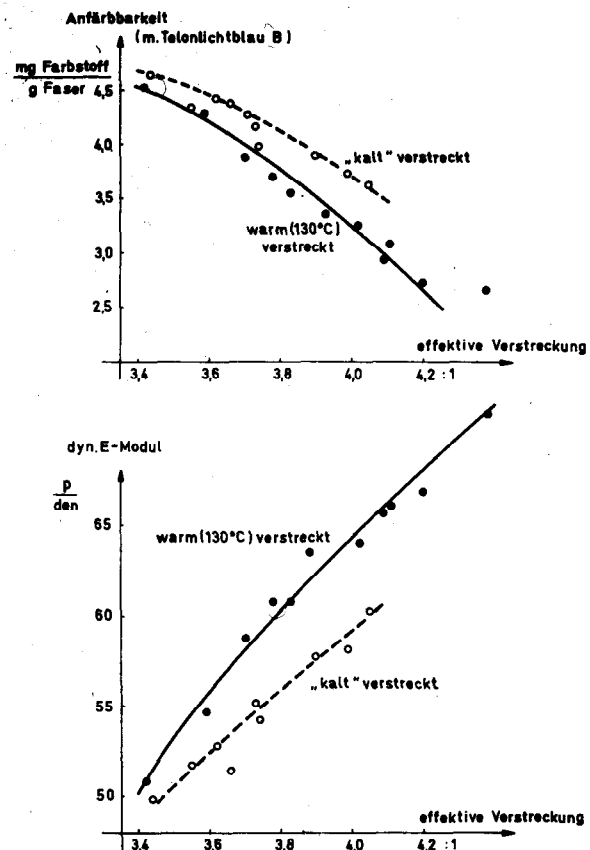


Abb. 10: Orientierungszunahme eines Fadens beim kontinuierlichen Verstrecken mit Verstreckung und Temperatur

Dehnen führt allgemein zu einer Erhöhung der Spannung und Entkräuselung der zwischenkristallinen Segmente und — je nach Temperatur — zum Ableiten ganzer Pakete, das heißt zu einer Steigerung der Orientierung. Die Temperatur besitzt einen spannungserweichenden Effekt (Abb. 11).

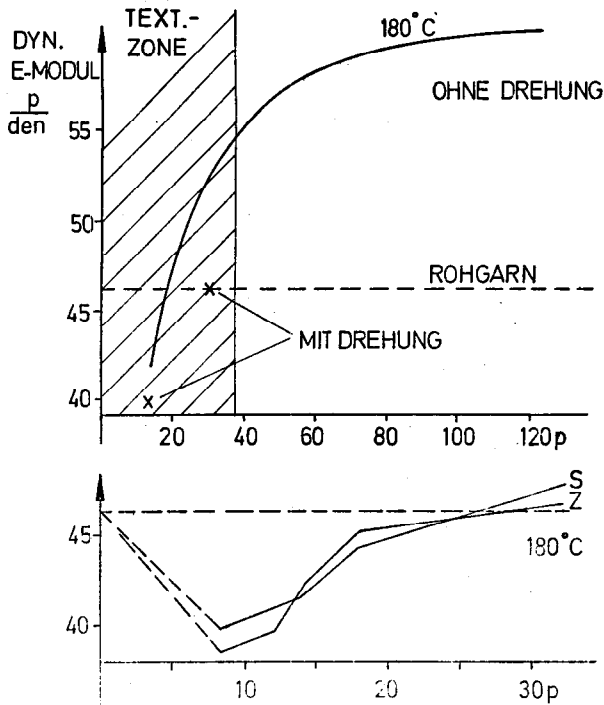


Abb. 11: Dynamischer E-Modul von Perlon für verschiedene Garnspannungen mit und ohne Drehung beim Falschdrahtprozeß

Diese temperaturabhängige Desorientierung beruht auf der Lösung von zwischenmolekularen Kräften, so daß die mehr oder weniger orientierten Polymerketten in einen energetisch ausgeglicheneren Zustand übergehen können.

Bei spannungsarmer Behandlung findet gegenüber dem Rohgarn offensichtlich noch eine Desorientierung statt. Dabei geht die Ordnung sowohl in den orientierten als auch in den weniger orientierten Bereichen zurück. Die Polymerketten knäueln.

Bei längenkonstanter Wärmebehandlung dagegen findet nur ein Schrumpf in den weniger orientierten Bereichen statt, während die orientierten Bereiche nachverstreckt werden.

Durch die Drehung wird die Kristallinität nicht beeinflusst. Die Orientierung liegt jedoch wesentlich tiefer als bei einer Temperaturbehandlung ohne Drehung. Die Drehung bewirkt also eine Auflockerung zwischenkristalliner Bereiche. Anfärbbarkeit und Einkräuselung haben fallende Tendenz mit steigender Orientierung (Abb. 12).

Die Höhe der Temperatur hat große Bedeutung für die Texturierung allgemein. Während der Temperaturbehandlung unter Drallverformung ist eine Gleichgewichtseinstellung zwischen molekularen H-Brücken in nichtkristallinen Bereichen anzunehmen, die umso vollkommener abläuft, je höher die Temperatur ist. Eine höhere Temperatur begünstigt ein Abgleiten bzw. Herausdrehen der Netzebenen oder Kristallite als Folge von Scherkräften durch die Querkräfte der Drallerteilung.

Beim Rückformen unter niedrigerer Temperatur werden neue Spannungen in das Material gebracht, das heißt, die Einstellung zwischen den molekularen H-Bindungen im nichtkristallinen Bereich wird wieder aus dem Gleichgewicht auf höhere Energie gebracht, sodaß beim erneuten Aktivieren durch Wärme im mechanisch entspannten Zustand das Material mit der Entwicklung einer Kräuselung reagiert, die dem bei höchster Temperatur eingestellten Gleichgewicht entspricht. Diese Kräuselung wird umso stabiler sein, je höher die angewandte Temperatur war.

Die Kristallinität steigt mit der Temperatur. Es entstehen neue, kleine Kristallite entsprechend der Höhe der angewandten Temperatur. Der Nachweis ist durch die DTA (Differential-Thermoanalyse) möglich.

Betrachten wir den rechten Teil des Diagramms. Wird nun ein solches texturiertes Garn einem weiteren thermischen Prozeß unterzogen, so ist das Verhalten von seiner thermomechanischen Vorgeschichte sowie von der Effektivität der Nachbehandlung abhängig, wobei auch die Aufheizgeschwindigkeit eine Rolle spielt. Der Übersichtlichkeit wegen wird nur die Anfärbbarkeit gezeigt (Abb. 13).

Allgemein findet mit Zunahme der Spannung beim Texturieren, bei spannungsloser wie auch bei längengleicher Nachbehandlung eine Abnahme der Anfärbbarkeit statt. Im Bereich kleiner Spannungen findet offensichtlich noch eine Desorientierung im Vergleich zum Rohgarn statt. Eine Erhöhung der Texturierungstemperatur wirkt spannungserweichend und ergibt im unteren Spannungsbereich eine Erhöhung der Anfärbbarkeit — je nach Schrumpfmöglichkeit in der Texturierung oder in der Nachbehandlung. Ein Vergleich

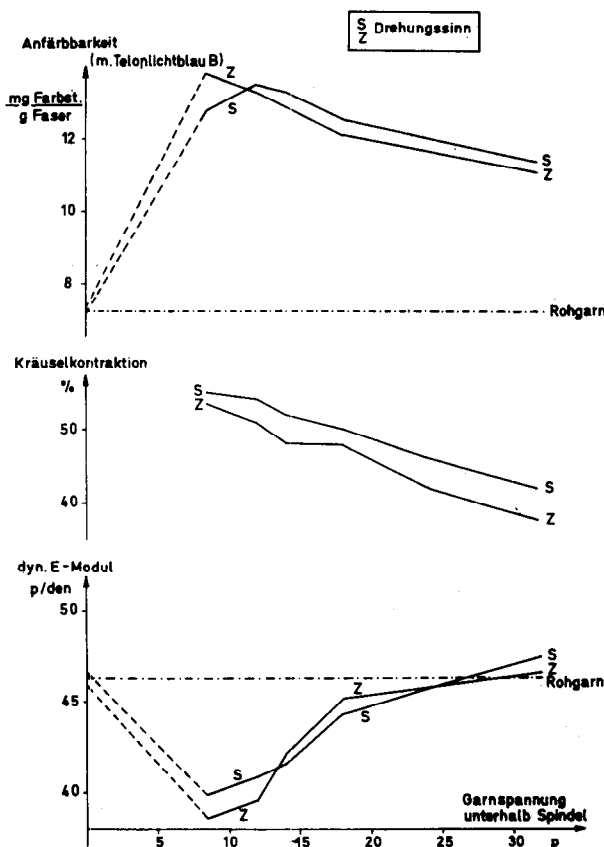


Abb. 12: Das Verhalten von Perlongarnen beim Falschdrahtprozeß; Anfärbbarkeit und dynamischer E-Modul (letzterer aus Schallgeschwindigkeitsmessungen) für verschiedene Streckgrade von Perlonseide

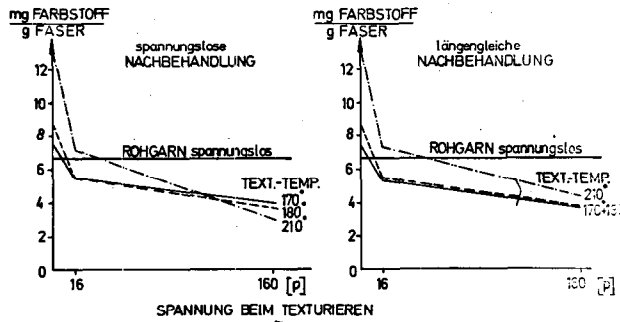


Abb. 13: Die Anfärbarkeit für verschiedene Garnspannungen bei gleicher Nachbehandlungstemperatur (180° C)

der beiden Diagramme zeigt jedoch, daß die Durchführung der Nachbehandlung — ob spannungslos oder längengleich — einen Einfluß hat.

Bei spannungsarmer Texturierung besteht zwischen spannungsloser und längengleicher Nachbehandlung zwischen den beiden Diagrammen praktisch keine Differenz in der Anfärbarkeit.

Bei mittlerer Spannung, beispielsweise bei 16 bis 30 p, will das Garn beim Texturieren mit der geringeren Texturertemperatur (die Nachbehandlungstemperatur beträgt 180° C) infolge der höheren Nachbehandlungstemperatur nachschrumpfen. Bei spannungsloser Nachbehandlung kann es diesen Vorgang ausführen, das Garn färbt dunkler an als bei der längengleichen Nachbehandlung, bei der der Schrumpf behindert ist.

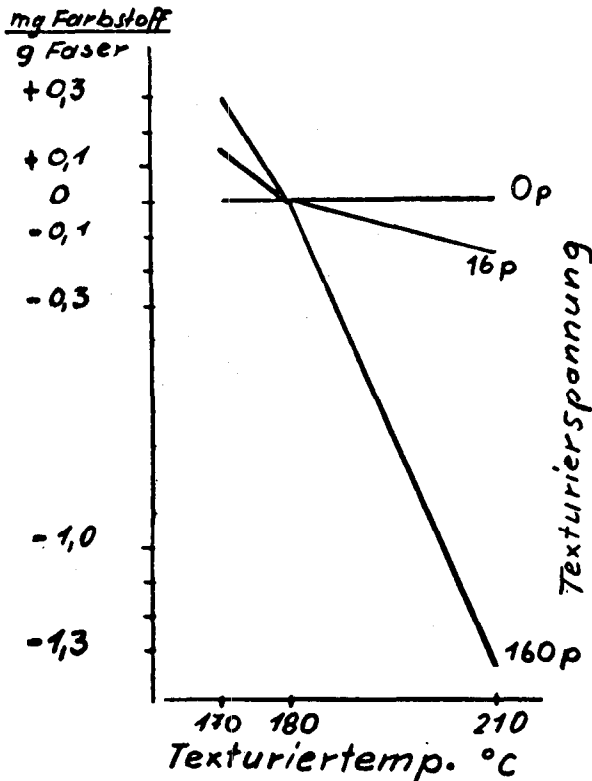


Abb. 14: Differenzen in der Anfärbarkeit bei spannungsloser/längengleicher Nachbehandlung (in 180° C HL)

Bei hoher Texturertemperatur ist die Anfärbarkeit höher als bei tiefer Texturertemperatur, jedoch färbt das spannungslos nachbehandelte Garn heller an als das längengleich behandelte Garn. Die größten Differenzen in der Anfärbarkeit auf Grund von Temperaturschwankungen in der Texturierzzone treten bei spannungsloser Texturierung auf. Abbildung 14 zeigt die Differenzen des eben gezeigten Diagramms 13 in der Anfärbarkeit bei spannungsloser und längengleicher Nachbehandlung unabhängig von der Farbtiefe, die jeweils entsprechend Temperatur und Spannung beim Texturieren auf unterschiedlichem Niveau lagen.

Beim spannungslosen Texturieren (0 p) ist es praktisch gleich, ob das Material spannungslos oder unter Spannung nachbehandelt wird. Diese Texturierung zeigt jedoch sehr starke Anfärbedifferenzen bei Temperaturschwankungen in der Texturierzzone. Bei Texturertemperaturen unterhalb der Nachbehandlungstemperatur überwiegt die Nachbehandlungstemperatur. Das spannungslos nachbehandelte Garn färbt dunkler an, da es nachschrumpfen kann, während bei längengleicher Nachbehandlung dieses Nachschrumpfen behindert wird.

Bei Texturertemperaturen über der Nachbehandlungstemperatur, bei 210° C zum Beispiel, färbt das spannungslos nachbehandelte Garn jedoch heller an, und zwar umso heller, je stärker die Spannung beim Texturieren war. Eine hohe Aufheizrate begünstigt diesen Effekt. Man deutet diesen Vorgang bei der spannungslosen Erwärmung mit einer Strukturänderung, die durch die Zunahme von Kettenfaltungen charakterisiert ist. Außer einem Dichte- und Kristallinitätswachstum ist noch eine Abnahme der Reißdehnung zu verzeichnen, was gegen eine Desorientierung spricht. Nach Dismore und Statton findet eine gewisse Disproportionierung der Molekülanordnung im Sinne besser gepackter und durch Kettenfaltung begrenzter Kristalllamellen und stärker aufgelockerter nichtkristalliner Bereiche statt. Entsprechend dieser Deutung findet bei längengleicher Nachbehandlung diese Umkehrung des temperaturabhängigen Anfärverhaltens nicht statt, da das Garn unter Spannung steht und Kettenrückfaltungen nicht so frei erfolgen können.

Wir bewegen uns bei der Texturierung in dem Bereich, in dem solche Kettenrückfaltungen leicht auftreten können, insbesondere wenn mit hohen Aufheizraten gearbeitet wird, das heißt mit schnellen Aufheizgeschwindigkeiten. Der Trend der technischen Entwicklung geht in diese Richtung.

Es gibt auch einige Nachbehandlungsvorgänge von texturierten Garnen, die mit einer Dehnungsbeanspruchung in der Wärme verbunden sind, zum Beispiel das Schlichten der Kette für die Weberei. Hier kommt es besonders auf das KD-Verhalten in der Wärme an. Die Temperaturen sind relativ niedrig, jedoch über der Einfriertemperatur.

Das unter Spannung texturierte HE-Garn zeigt ein steileres KD-Verhalten als das spannungslos texturierte HE-Garn sowie auch das Set-Garn. Ein Set-Garn, das spannungslos nachbehandelt wurde, hat das flachste KD-Verhalten.

Ein flaches KD-Verhalten bedeutet bei gleichen Spannungen eine wesentlich größere Materialdehnung mit

der Gefahr der bleibenden Dehnung bei Anwendung entsprechend hoher Spannungen.

Spannungsunterschiede beim Schären können zu unterschiedlichen Spannungen bei konstanter Dehnung und zu Anfarbbarkeitsdifferenzen führen.

Lünenschloß: Diese Ausführungen geben dem Praktiker sicher eine Reihe von Erklärungen für die ihm aus der Erfahrung bekannten Vorgänge. *Wir wollen jetzt zu dem zweiten großen Komplex überwechseln, nämlich zum Falschdrahttexturieren mit hoher Geschwindigkeit. Wir sind mit unseren bisherigen Möglichkeiten, das heißt mit der Diabolospindel, an einer Grenze angelangt, die durch verschiedene Eigenarten dieser Spindeln etc. gegeben ist.*

Lorenz: Das Streben nach höherer Wirtschaftlichkeit und besserer Maschinenausnutzung hat in den letzten Jahren die Texturiergeschwindigkeiten zum Teil sprunghaft ansteigen lassen. Abbildung 15 zeigt recht anschaulich, wie die Maschineninvestitionskosten und die Energiekosten pro Pfund bzw. pro Kilogramm texturierten Garnes mit der Geschwindigkeit abfallen. Die Investitionskosten sind dimensionslos angeführt, das heißt auf 100% bezogen, sodaß sie in dieser Darstellungsweise für jede Maschine gültig sind. Die Energiekosten sind auf Grund von Messungen an unserer FK 6 berechnet worden. **Es** erscheint demnach sinnvoll zu sein, die Geschwindigkeiten zu erhöhen.

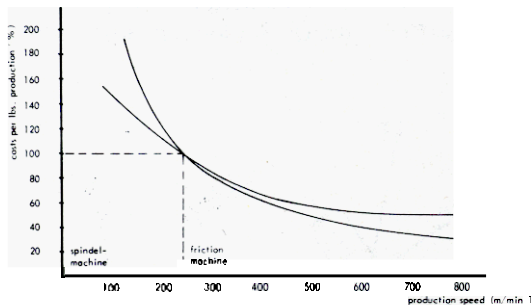


Abb. 15: Maschineninvestitions- und Energiekosten in Abhängigkeit von der Texturiergeschwindigkeit

Der Erhöhung der Texturiergeschwindigkeit sind aber Grenzen gesetzt, die man einmal in der mechanischen Leistungsfähigkeit der Maschine sehen kann, zum anderen in den vorhandenen Heiz- und Kühlkapazitäten und drittens durch vorgegebene Qualitätsforderungen an das texturierte Garn sowie durch die Laufeigenschaften des Vorlagegarns.

Bei älteren Maschinen ist im allgemeinen die Geschwindigkeitsbegrenzung durch die maximale Aufwickelgeschwindigkeit gegeben und hierbei vor allem durch die maximal mögliche Doppelhubzahl der Changierung. Bei den neueren Maschinenkonstruktionen dagegen ist die maximale Texturiergeschwindigkeit durch die maximale Drehzahl der Zwirnrohrchen begrenzt.

Daher wurden auf diesem Gebiet ganz besondere Anstrengungen unternommen, um die möglichen Drehzahlen zu erhöhen. Es werden inzwischen Aggregate auf dem Markt angeboten, die bei einem Titer von 167 dtex für Spindeldrehzahlen bis zu 800.000 min^{-1} aus-

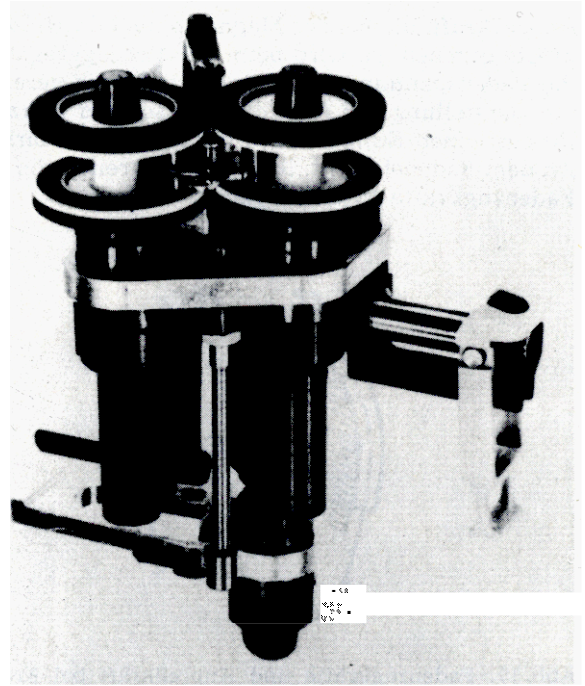


Abb. 16: FAG-Magnet-Falschdrahtspindel, Type MFD 8501 (Fa. Kugelfischer)

gelegt sind. Nach Herstellerempfehlungen sollen aber diese Aggregate vorläufig nicht über 700.000 bis 150.000 min^{-1} eingesetzt werden. Abbildung 16 zeigt ein Aggregat dieser Leistungsklasse, und zwar MFD 85 der Firma Kugelfischer. Entsprechende Aggregate werden auch von anderen Firmen angeboten.

Im Versuchsmaßstab sind heute Spindeldrehzahlen von 600.000 min^{-1} für den Titer 167 dtex nichts Außergewöhnliches mehr. Selbst bei Spindelturnen von 700.000 min^{-1} werden bei diesem Titer noch überraschend gute Garnergebnisse erzielt.

Ich habe versucht, hier kurz die Grenzen aus der Sicht des Maschinenherstellers zu umreißen. Ob die hier genannten Geschwindigkeiten sich nur unter Versuchsbedingungen realisieren lassen oder auch den rauen Produktionsbedingungen genügen werden, hängt letztlich von der Lebensdauer und der Betriebssicherheit dieser Aggregate ab, worüber bis jetzt noch keine genügenden Erfahrungen vorliegen.

Lünenschloß: Aus diesen Ausführungen scheint mir klar hervorzugehen, daß die Grenzen für das Texturieren mit Diabolospindeln in der Größenordnung von 800.000 min^{-1} liegen dürften; das bedeutet beispielsweise für das Simultanstrecktexturieren eines Polyesterfadens mit 167 dtex eine maximale Geschwindigkeit von 250 bis maximal 300 m/min. *Wenn wir nun die Produktion weiter steigern wollen, so müssen wir andere drallerteilende Elemente verwenden. Das sind Friktionselemente, die grundsätzlich ja nicht neu sind und in den letzten Jahren eine Weiterentwicklung erfahren haben.*

Lorenz: Der wesentliche Unterschied zwischen den gewohnten Spindelaggregaten und den Friktionsaggregaten besteht darin, daß beim Friktionsaggregat der Faden unmittelbar mit bewegten, meist rotierenden Reibflächen in Berührung gebracht wird. Die erforderliche

Anpreßkraft, die bei der Magnetspindel durch Magnetkräfte gegeben ist, wird beim Friktionsaggregat durch die Fadenspannung selbst erzeugt. In der vereinfachten Darstellung der Abbildung 17 soll der schraffierte Bereich einen Schnitt durch die Reibfläche darstellen. An dem Fadenelement, links davon, greifen die beiden Fadenzugkräfte P_1 und P_2 an.

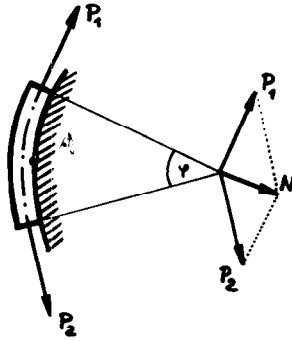


Abb. 17: Fadenzugkräfte und Anpreßkraft bei Friktionsaggregaten

Aus dem Vektordiagramm ergibt sich, daß P_1 und P_2 infolge des Umschlingungswinkels φ eine Normalkraft N , das heißt eine Anpreßkraft, zwischen Faden und Reibfläche hervorrufen. Diese Normalkraft N bewirkt zusammen mit dem zwischen Faden und Reibfläche bestehenden Reibungskoeffizienten eine Reibkraft R . Die Reibkraft R ist der Relativgeschwindigkeit v zwischen der Fadenoberfläche und der Reibflächenoberfläche entgegengerichtet, da die Reibung definitionsgemäß stets die Bewegung zu hemmen sucht. Um die Richtung der Reibkraft, zum Beispiel im Fadenpunkt A der Abbildung 17, zu erhalten, muß man daher zunächst die dort auftretenden Geschwindigkeiten betrachten.

In Abbildung 18, links, sind die Geschwindigkeitsvektoren für den S-Drall dargestellt. Es sind dies die lineare Fadengeschwindigkeit v_F , die Fadenumfangsgeschwindigkeit v_U , die sich auch der Drehung des Fadens um seine eigene Achse ergibt, und die Geschwindigkeit v_R , die von der Bewegung der Reibfläche herrührt.

Hierzu ist zu bemerken, daß ein außenstehender Beobachter die Geschwindigkeit v_{RA} der Reibfläche

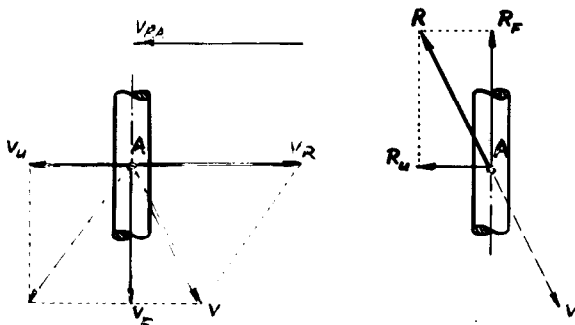


Abb. 18: Geschwindigkeiten (links) und Reibkräfte (rechts) im Punkt A bei Friktionsaggregaten

wahrnehmen würde. Da sich der Bezugspunkt A aber auf dem Faden befindet, muß die Bewegung des Punktes A relativ zur ruhend zu denkenden Reibfläche angegeben werden, das heißt, statt v_{RA} ist der betragsgleiche Vektor v_R einzusetzen.

Durch Vektoraddition der drei Geschwindigkeiten v_F , v_U und v_R erhält man die Relativgeschwindigkeit v für den Fadenpunkt A . Der besseren Übersichtlichkeit wegen ist der Geschwindigkeitsvektor v auch in der Abbildung 18, rechts, eingetragen. Die Reibkraft R ist hier, wie gefordert, der Geschwindigkeit v entgegengerichtet. Sie kann in die Kraftkomponente R_F in Fadenrichtung und in die dazu senkrechte Komponente R_U zerlegt werden. R_F bewirkt eine Änderung der Fadenzugkraft, während die am Fadenumfang angreifende Komponente R_U ein Drehmoment auf den Faden ausübt, wodurch der Faden in Drehung versetzt wird. Durch die Drehung des Fadens, genauer gesagt durch die Drehungsdichte des Fadens, wird im Faden selbst ein rückdrehendes Moment hervorgerufen, das sich stets im Gleichgewicht mit dem an der Reibfläche erzeugten Drehmoment befindet. Die Drehungsdichte bzw. die Drallhöhe am Faden nimmt so lange zu, bis die gesamte, mit dem Faden in Kontakt befindliche Reibfläche zur Drehmomenterzeugung beiträgt.

Zur Beeinflussung des am Aggregat erzeugten Drehmoments hat man im wesentlichen zwei Möglichkeiten:

1. Veränderung der Gesamtreibkraft R , wodurch sich entsprechend die drallerteilende Komponente R_U ändert. Dies kann durch Änderung des Reibungs-

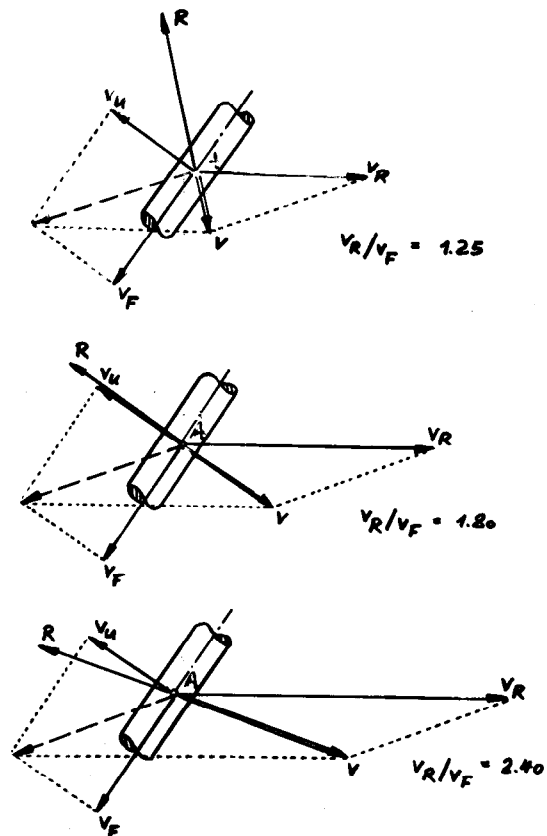


Abb. 19: Geschwindigkeiten und Reibkraft in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsverhältnis v_R/v_F bei Friktionsaggregaten

koeffizienten, des Gesamtumschlingungswinkels (hiermit ist die Summe der Umschlingungswinkel an den einzelnen Reibflächen gemeint) oder der Fadenspannung geschehen.

- Veränderung des Verhältnisses der drallerteilenden Reibkraftkomponente R_U zur Gesamtreibkraft R . Was hiermit gemeint ist, soll anhand der Abbildung 19 näher erläutert werden.

Der Faden läuft hier nicht mehr senkrecht (oder nahezu senkrecht) über die Reibfläche, sondern unter einem bestimmten Winkel. Bei sonst gleichen Verhältnissen — die Geschwindigkeitsbeträge sind die gleichen wie in Abbildung 18 — verändert sich dadurch die Lage der Reibkraft R zur Fadensaufrichtung beträchtlich und damit auch das Verhältnis R_U zu R .

Eine weitere Möglichkeit zur Veränderung des Verhältnisses R_U zu R besteht in der Variation des Geschwindigkeitsverhältnisses v_R zu v_F .

In Abbildung 19 sind die vereinfachten Vektordiagramme für drei verschiedene Geschwindigkeitsverhältnisse angegeben. Der besseren Übersichtlichkeit wegen wurden in allen drei Fällen die Geschwindigkeiten v_F und v_U sowie der Betrag für die Reibkraft R konstant angenommen, was mit der Wirklichkeit natürlich nicht übereinstimmt. So erkennt man aber leichter, daß es durch Erhöhung des Geschwindigkeitsverhältnisses von beispielsweise 1,25 auf 1,80 möglich ist, die Reibkraft R senkrecht zur Fadensaufrichtung einzustellen. In diesem Fall steht die gesamte Reibkraft für die Drallerzeugung zur Verfügung, das Verhältnis R_U zu R hat mit dem Wert 1 sein Maximum erreicht.

Wie kann man nun feststellen, ob dieser Betriebszustand erreicht ist?

Da die Reibkraft R senkrecht zum Faden steht, ist keine fadenspannungsändernde Reibkraftkomponente R_F mehr vorhanden, die Eingangsspannung am Aggregat ist also gleich der Ausgangsspannung oder, anders ausgedrückt, das Fadenspannungsverhältnis Ausgangsspannung zu Eingangsspannung ist 1.

Bei einer weiteren Steigerung des Geschwindigkeitsverhältnisses auf beispielsweise 2,40 fällt das Verhältnis R_U zu R wieder ab. Die Reibkraft R hat jetzt eine Komponente R_F , die in Fadensaufrichtung weist, das heißt, die Eingangsspannung ins Aggregat ist höher als die Ausgangsspannung, mit anderen Worten: das Fadenspannungsverhältnis liegt unter 1.

Die hier geschilderten Betriebszustände haben nicht nur rein theoretische Bedeutung, sondern werden in der Praxis gefahren.

Lünenschloß: Mit den Grundlagen, das heißt mit der Theorie, des Friktionstexturierens haben sich u. a. J. J. Thwaites⁵, W. Klein und A. Trummer⁶ sowie D. F. Arthur und A. F. Weller⁷ beschäftigt. Kommen wir aber zur praktischen Seite: *Es erscheint mir sinnvoll und notwendig, an dieser Stelle die Systeme zu besprechen, die über eine Beschreibung in der Patenlliteratur hinaus praktische Erprobung bzw. industriellen Einsatz erfahren haben.*

Wulfhorst: Bei den Friktionsaggregaten unterscheidet man heute zwei Arten, solche mit Innenfriktion und solche mit Außenfriktion. Die in Abbildung 20 dargestellte Anordnung von Spinner weist Innenfriktion

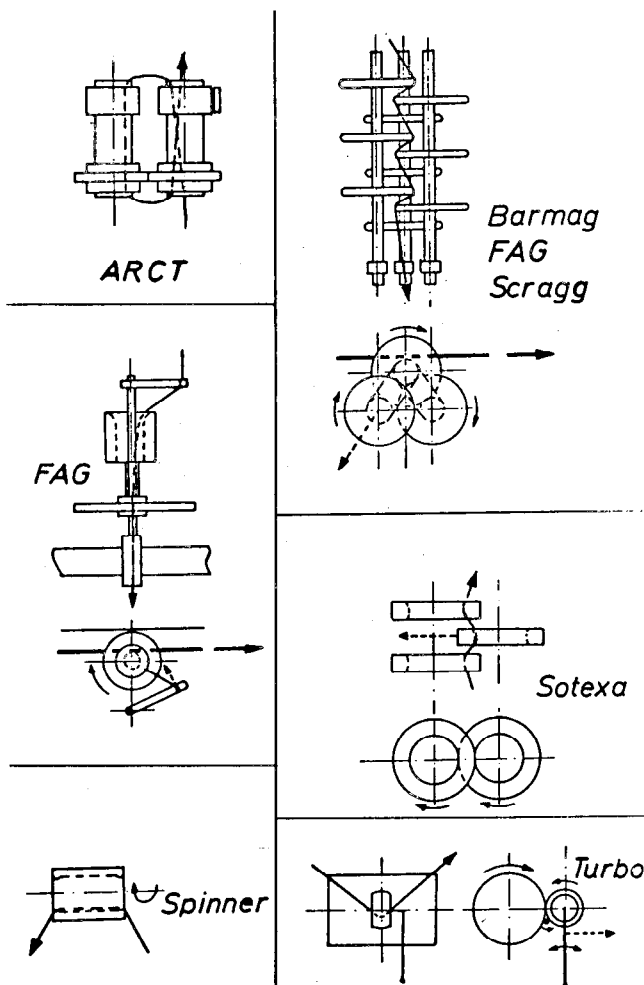


Abb. 20: Verschiedene Friktionsaggregate (Schemata)

auf, eine weitere Ausführung, von ARCT herausgebracht, hat eine Doppelbüchse zur Erzielung eines größeren Drehmoments.

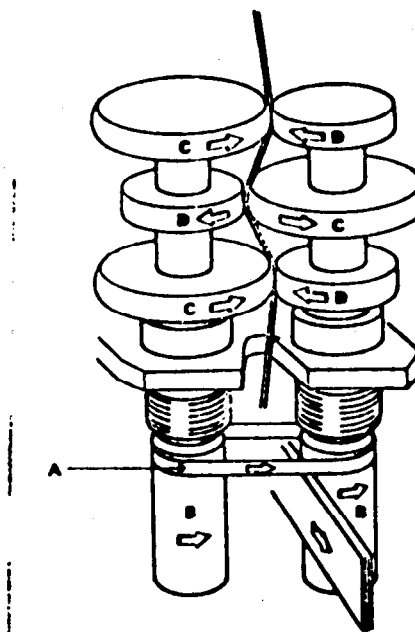


Abb. 21: Friktionsaggregat der Firma Turbo-Maschinen-Compagnie

Der Vorteil des Aggregats von Kugelfischer FAG liegt darin, daß es sich auf die vorhandenen FAG-Supporte aufsetzen läßt und daß der Faden wegen des schwenkbaren Fadenführers relativ schnell eingefädelt werden kann.

Beim Aggregat von Sotexa ist der mittlere Ring beim Einfädeln achsgleich mit dem oberen und dem unteren Ring. Zur Inbetriebnahme nach dem Einfädeln wird dann der mittlere Ring in die gezeichnete Stellung gebracht.

Bei den Aggregaten mit Außenfriktion hat sich das 3mal-3-Scheibenaggregat durchgesetzt, das von Barmag, FAG und Scragg angeboten wird. Das Aggregat von Scragg ist unter dem Namen Positorq bekannt. Eine dieser Säulen wird hierbei angetrieben, während die anderen Säulen ihren Antrieb zum Beispiel über Zahnriemen erhalten. Zum Einfädeln können beim Barmag-Aggregat 2 Säulen herausgeklappt werden.

Das Unitwist-Aggregat von Turbo besteht aus einem größeren und aus einem kleineren schwenkbaren Zylinder. In dem Spalt zwischen den beiden Zylindern wird der Faden eingeklemmt und gedreht.

In Abbildung 21 ist ein weiteres Aggregat von Turbo dargestellt, das später noch behandelt wird. Eine der beiden Säulen wird durch den Riemen angetrieben, während die andere Säule den Antrieb durch einen kleinen Riemen A erhält. Die Scheiben C (treibend) haben die gleiche Drehungsrichtung wie die jeweiligen Antriebswirtel, während die Scheiben D (getrieben) gelagert sind und mitgeschleppt werden. Nach dem Einfädeln des Fadens können sich die Scheiben C auf der gegenüberliegenden Scheibe abstützen, wobei jeweils eine Scheibe treibend und die andere Scheibe getrieben ist. Zwischen den beiden einander zugeordneten Scheiben wird der Faden eingeklemmt und gedreht. Nach den Gesetzen der Texturierung bildet sich dann in den oberen Bereichen die Drehung aus, während der Faden im unteren Bereich drehungslos verläuft.

Lünenschloß: Da, wie ich hörte, mit dem zuletzt genannten Turboaggregat bereits einige Erfahrungen bei Herrn Dr. Schäfer vorliegen, ergibt sich die Möglichkeit, den Einfluß der Texturierungsbedingungen, so der Vorspannung, des Verhältnisses Umfangs- zu Garngeschwindigkeit, der Präparation, der Laufzeit, der Garnart usw., beim Friktionstexturieren mit diesem Aggregat zu besprechen.

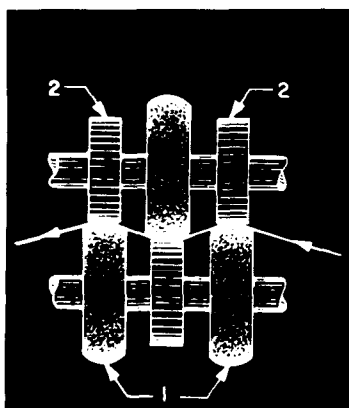


Abb. 22: Schema des Turbo-Friktionsaggregats

1 Friktionsscheiben
2 Metallscheiben

Schäfer: Es wurde bereits erwähnt, daß das Friktionstexturieren höhere Geschwindigkeiten und damit eine Steigerung der Produktion erlaubt. In den letzten Jahren sind vor allem die Außenfriktionsdrallgeber bekannt geworden. Ich möchte hier kurz ein Verfahren für Nylon-66-Strumpfgarn beschreiben, das eine konstante Dreherteilung erlaubt und gute Qualitäten bei relativ hohen Geschwindigkeiten gewährt.

Das Friktionsaggregat wurde von der Turbo-Maschinen-Compagnie hergestellt und ist aus verschiedenen Patenten und anderen Veröffentlichungen bekannt. Abbildung 22 beschreibt das Aggregat und zeigt den Garnverlauf. Rotierende Scheiben sind auf einer rotierenden Welle angeordnet. Das Garn läuft über den äußeren Rand der Friktionsflächen. Auf der gleichen Welle sind auch Metallscheiben mit geringerem Friktionskoeffizienten angeordnet, die eine exakte Garnführung erlauben. In den Versuchen wurden vollverstreckte Nylon-66-Fäden über Fadenführer, Galetten und Heizplatten dem Friktionsaggregat und der Aufwicklung zugeführt.

Die Drallerteilung wird durch folgende Parameter beeinflusst:

- durch die Vorspannung vor dem Aggregat,
- durch das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Drallgeber und Faden und
- durch die Friktionseigenschaften von Drallgeber und Faden.

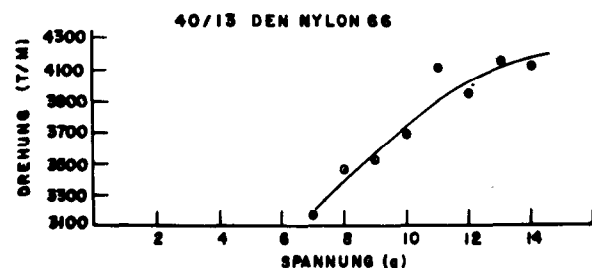
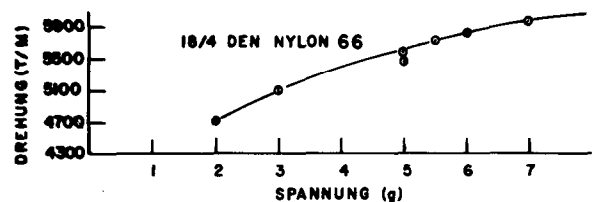


Abb. 23: Der Einfluß der Vorspannung auf die Drehung eines 18- und eines 40-den-Nylongarns ($v = 350$ m/min)

Abbildung 23 zeigt den Einfluß der Vorspannung auf die Drehung bei 18- und bei 40-den-Nylongarn bei einer Geschwindigkeit von 350 m/min. Die Drehung steigt mit erhöhter Vorspannung.

Bekanntlich hängt die Drehung wesentlich vom Schlupf zwischen Drallgeber und Garn ab (Abb. 24). Die erteilte Drehung ist nur ein Bruchteil der äußeren Geschwindigkeit des Drallgebers. Im allgemeinen er-

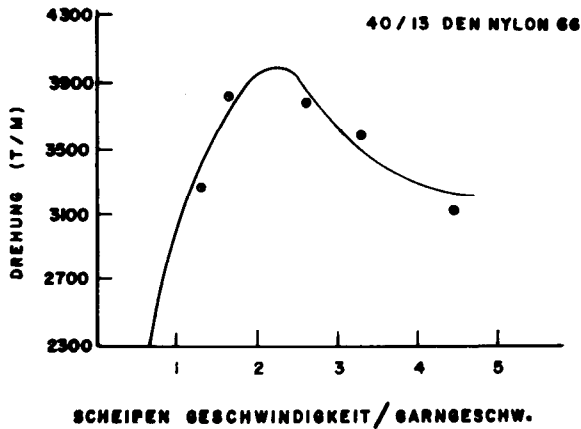


Abb. 24: Abhängigkeit der Drehung von dem Verhältnis Scheibengeschwindigkeit/Garngeschwindigkeit

hört sich die Drehung mit dem Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Drallgeber und Faden, aber nur bis zu einem Maximum, dann bleibt die Drehung konstant und fällt schließlich wieder ab. Diese Erscheinung ist für eine Reihe von Friktionsaggregaten, beispielsweise den Scheibenaggregaten und den Büchsenystemen, ähnlich.

Ein wichtiger Punkt ist die Auswahl der Friktionseigenschaften des Drallgebers und des Fadens. Abbildung 25 zeigt, daß sich bei 18-den-Nylon nach mehreren Tagen oder Wochen der eingesetzte Drall langsam verändert. Er kann aber durch Reinigung und Austausch des Aggregats wieder hergestellt werden und fällt dann langsam wieder ab.

In Abbildung 26 ist ein ähnlicher Effekt gezeigt: Bei einer bestimmten Präparation eines Nylongarns zeigt sich eine konstante Drehung über einen längeren Zeitraum hindurch, während bei einer anderen Präparation und einem anderen Garn ein völlig anderes Verhalten auftritt.

Dies stellt eines der Hauptprobleme des Friktionstexturierens dar, zu dem meines Wissens noch keine allgemeingültige Lösung gefunden wurde. Verschiedene Autoren, beispielsweise G. Egbers, haben versucht, Friktionseigenschaften von Garnen zu messen und aus diesen Eigenschaften das mögliche Verhalten beim Prozeß abzuleiten. Doch ist dabei noch

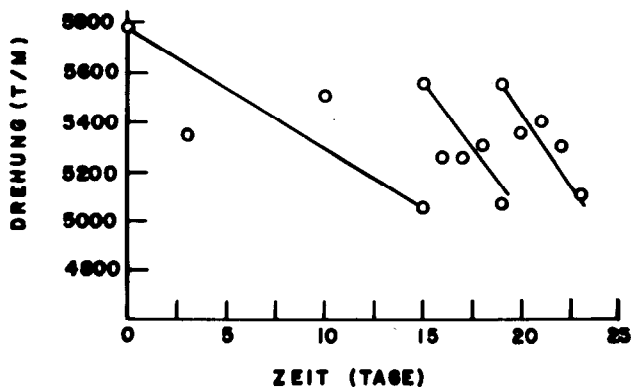


Abb. 25: Stabilität der Drehung für 18/4-den-Nylongarn

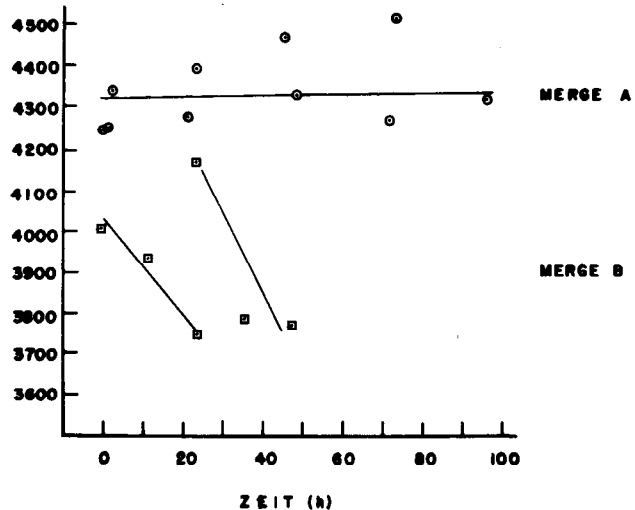


Abb. 26: Stabilität der Drehung für 40/13-den-Nylongarn

kein allgemeingültiges Ergebnis bis jetzt erhalten worden.

Lünenschloß: Wir sind der Meinung, daß das Friktionstexturieren Meßverfahren verlangt, um die Drallwirksamkeit beurteilen und die Gleichmäßigkeit der Drallübertragung kontrollieren zu können.

Zur Beurteilung der Drallwirksamkeit entwickelten wir ein Rotationsviskosimeter (Abb. 27), das die

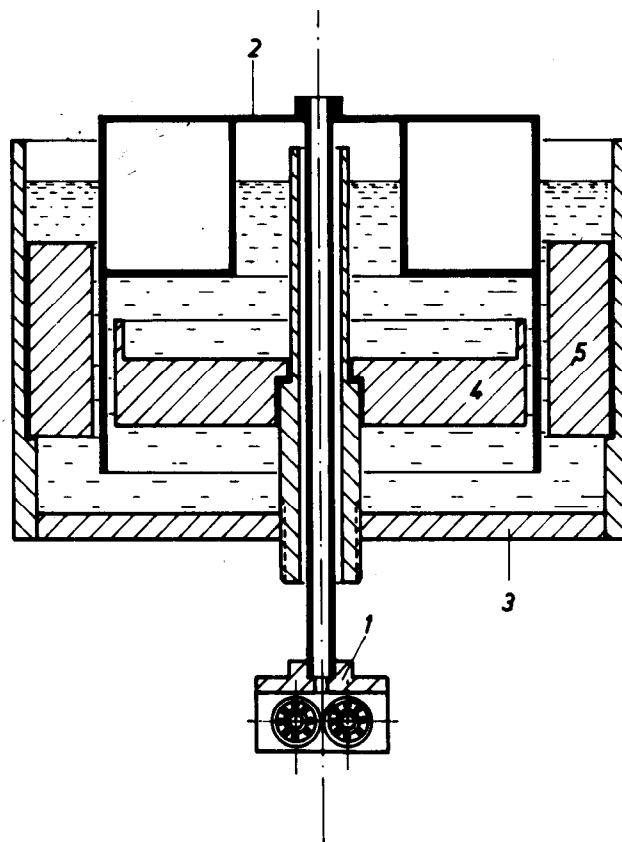


Abb. 27: Rotationsviskosimeter (Schema)

- 1 Klemmeinrichtung
- 2 Schwimmkörper
- 3 ringförmiger Behälter
- 4, 5 eingesetzte Ringe, die mit dem Schwimmkörper zwei schmale Spalten bilden

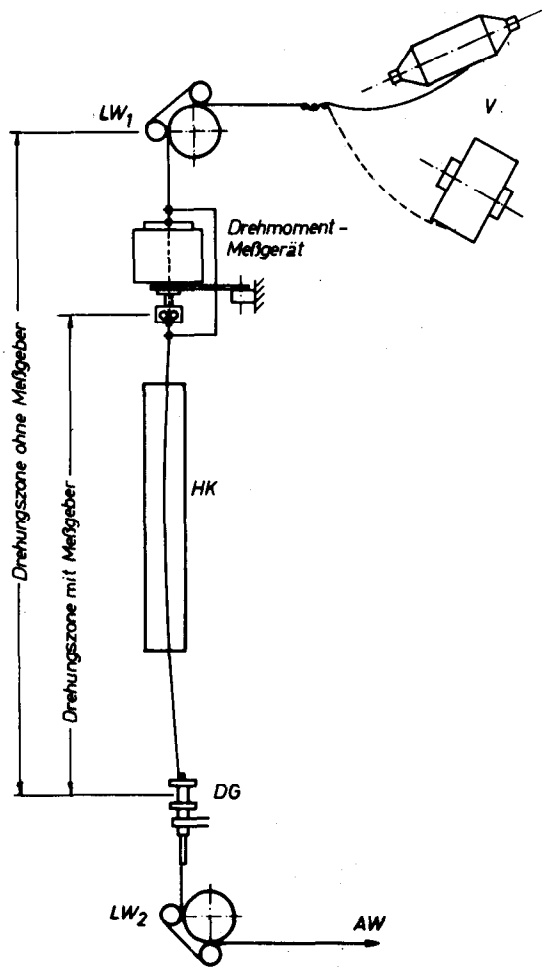


Abb. 28: Schema des Fadenlaufs in der Texturiermaschine mit eingebautem Rotationsviskosimeter zur Prozeßüberwachung

Messung des dem Faden übertragenen Drehmoments erlaubt⁸. Durch zwei Kugellager wird eine Klemmstelle ausgebildet. Die Drehung überträgt sich auf das schwimmende Element des Viskosimeters. Die Rotationsgeschwindigkeit dieses Schwingteils dient der Beurteilung des Fadendrehmoments.

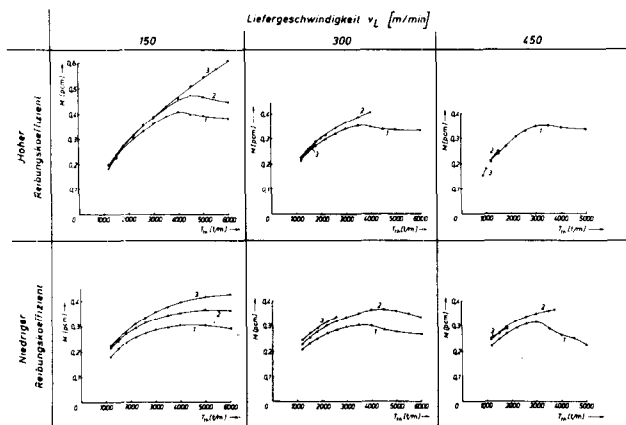


Abb. 29: Drehmomentverlauf in Abhängigkeit vom Reibungskoeffizienten des Fadens und von der Liefergeschwindigkeit

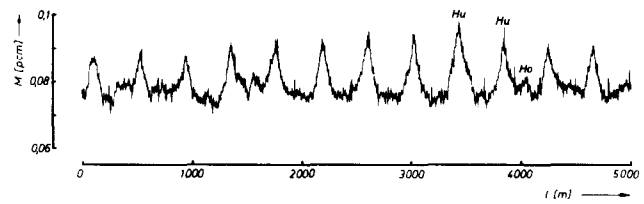


Abb. 30: Der Einfluß des Drehmomentverlaufs auf Polyamid-Kopsmaterial

Zur Prozeßüberwachung läßt sich dieses Rotationsviskosimeter in den Fadenlauf der Texturiermaschine einbauen (Abb. 28). Der Unterschied zum normalen Texturierablauf besteht lediglich darin, daß die Klemmstelle durch das Kugellager und nicht mehr durch das Lieferwerk LW₁ gebildet wird. Der durch die Rotation des Viskosimeters verursachte Drehungsverlust ist vernachlässigbar gering.

Abbildung 29 zeigt den Drehmomentverlauf in Abhängigkeit vom Reibungskoeffizienten des Fadens (hoher Reibungskoeffizient — oben, niedriger Reibungskoeffizient — unten), von der Liefergeschwindigkeit und von der Umschlingung des Friktionselements (geringe, mittlere und sehr starke Umschlingung). Die Untersuchungen wurden mit einem neuartigen Scheibenaggregat durchgeführt. Als Abszisse wurde die sich aus dem Verhältnis von Umfangs- zu Axialgeschwindigkeit und den Durchmessern errechnende „theoretische Drehung“, das heißt die Fadendrehung, die sich bei schlupffreier Drehungsübertragung ergeben würde, aufgetragen. Statt dessen ließe sich auch das

Geschwindigkeitsverhältnis $\frac{v_U}{v_L}$ verwenden (wobei v_U die Umfangsgeschwindigkeit des Friktionselements und v_L die axiale Liefergeschwindigkeit ist).

In Abbildung 30 wird noch einmal die ganze Problematik der Friktionstexturierung sichtbar. Bei Verwendung von Streckzwirnkopsen spiegelt sich der ganze Kopsaufbau im Drehmomentverlauf wider; es ist daher bei Verwendung von Kopsmaterial mit

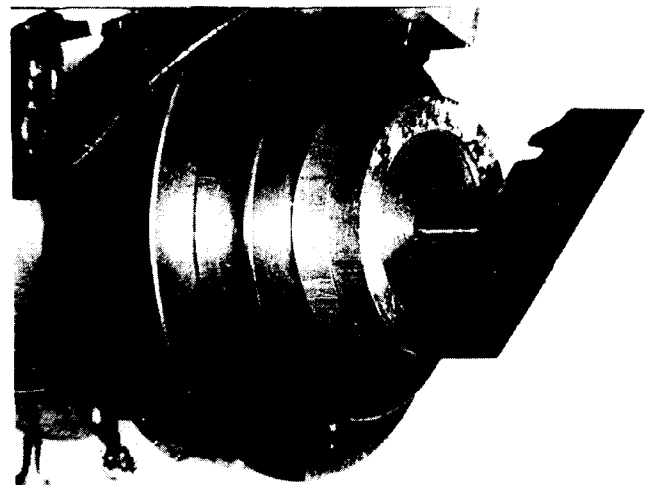


Abb. 31: Gerät zu Kontrolle und Messung der Drehungsdichteverteilung

höheren Ungleichmäßigkeiten der übertragenen Drehung zu rechnen. Das gezeigte Beispiel gilt für Polyamid. Bei Polyester ist der Einfluß weniger ausgeprägt.

Für die Messung und Kontrolle der Drehungsdichteverteilung entwickelten wir ein bekanntes Prinzip weiter (Abb. 31), bei dem mit Hilfe einer Rasierklinge der Steigungswinkel der Drehung gemessen wird^{9, 10, 11}.

In der folgenden Abbildung (Abb. 32) wurde mit diesem Gerät die Drallwirksamkeit eines Scheiben- mit der eines Einbüchsenaggregats verglichen. Dabei ist die mit diesem Gerät ermittelte Drehung in Abhängigkeit von der theoretischen Drehung bzw. vom Verhältnis Umfangsgeschwindigkeit zur axialen Liefergeschwindigkeit dargestellt. Wir sind der Meinung, daß das Friktionstexturieren eine Kontrolle der übertragenen Drehung bzw. des Drehmoments in der beschriebenen oder ähnlichen Art benötigt, um Fehler und kostspielige Reklamationen zu vermeiden.

PES = 167 dtex 132
 $V_L = 140 \text{ m/min}$
 $\vartheta_{HK} = 210^\circ\text{C}$
 $V = 0\%$

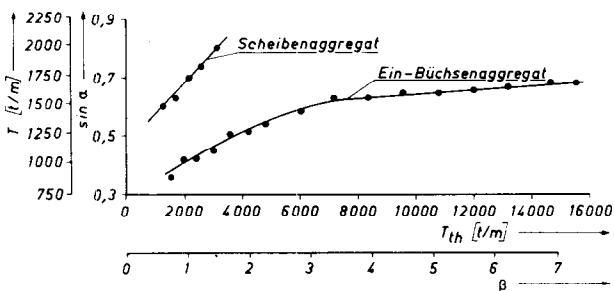


Abb. 32: Die Drallwirksamkeit eines Scheiben- und eines Einbüchsenaggregats im Vergleich
 T effektive Drehungsdichte
 α Steigungswinkel
 T_{th} theoretische Drehungsdichte
 Quotient aus der Oberflächengeschwindigkeit des Friktionselementes und der Fadengeschwindigkeit

Ein weiterer wichtiger Komplex, der mit dem FD-Texturieren, besonders aber mit dem Hochgeschwindigkeitstexturieren zusammenhängt, ist die Frage der Wärmeübertragung und der Ausbildung des Heizkörpers.

Wulfhorst: Die Frage nach der optimalen Ausführung der Heizung wird seit langem gestellt und ist bis heute noch nicht eindeutig beantwortet. Es gibt drei Formen der Wärmeübertragung:

- den Kontakt,
- die Konvektion und
- die Strahlung.

Bei Fixiereinrichtungen ist nie oder selten nur eine Form der Wärmeübertragung vorhanden, sondern es sind meist mehrere Formen der Wärmeübertragung beteiligt:

- Bei der Heizplatte und bei der Röhrenheizung handelt es sich um Kontakt, Konvektion und Strahlung, wobei im Falle der Heizplatte Kontakt und im Falle der Röhrenheizung je nach Ballon- und Röhrendurchmesser sowie Röhrenauführung die Konvektion überwiegt.
- Beim Luftheizkasten überwiegt die Konvektion.

Die möglichen Fixiersysteme sind in Abbildung 33, oben, aufgeführt. Für die Wärmeerzeugung bei der Heizplatte, der Röhrenheizung und dem Luftheizkasten kann eine elektrische Heizung oder eine Kondensationsheizung verwendet werden.

Es ergeben sich somit sechs verschiedene Heizsysteme, wie in Abbildung 33, oben, angegeben ist.

	Heizplatte	Röhren	Luftheizkasten
elektrische Heizung	X	X	X
Kondensations-Heizung	X 1)	X 2)	X

1) optimal für 1. Fixierung
 2) optimal für 2. Fixierung

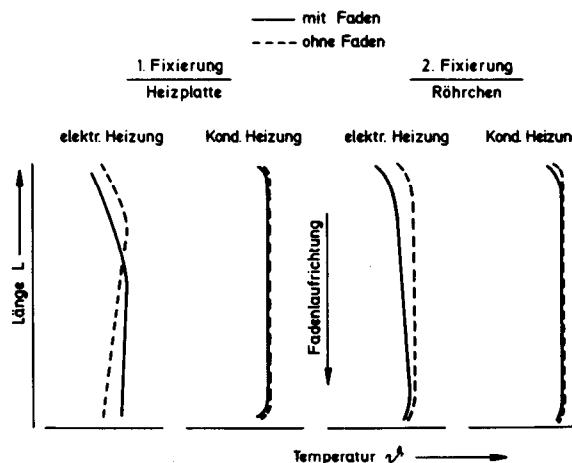


Abb. 33: Mögliche Fixiersysteme

Welches System ist optimal?

Meines Erachtens sollte für die erste Fixierung

- wegen der Vorteile beim Strecktexturieren nach dem Einzonnenverfahren sowie
 - wegen der guten Reinigungsmöglichkeit im Gegensatz zu Röhren,
- eine **Heizplatte** empfohlen werden.

Für die zweite Fixierung wird

- wegen der guten Einfädelbarkeit bei hohen Geschwindigkeiten, zum Beispiel auf pneumatischem Weg, sowie
 - wegen der nahezu berührungslosen Fixierung
- eine **Röhrenheizung** empfohlen.

Für die Wärmeerzeugung selbst wird in beiden Fällen eine **Kondensationsheizung** empfohlen.

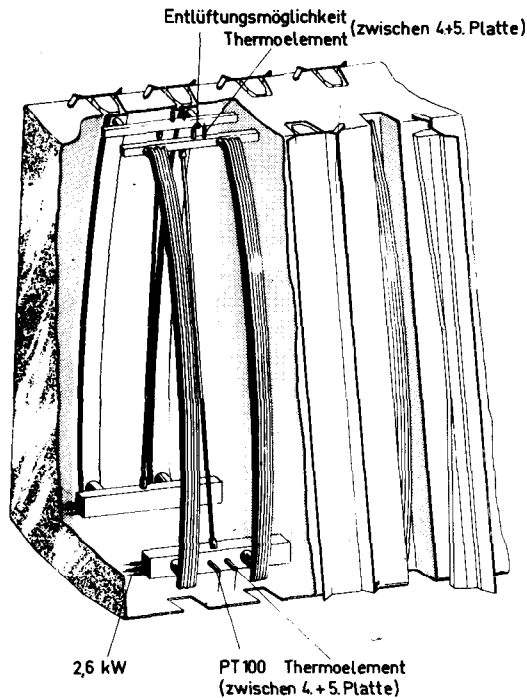


Abb. 34: Diphyl dampfheizsystem für FK-Maschinen (Barmag)

Als Beispiel für eine Kondensationsheizung (Abb. 34) soll die Diphylheizung von Barmag genannt werden. Auch andere Firmen stellen Kondensationsheizungen her, und es können auch andere Medien als Diphyl verwendet werden. Im vorliegenden Fall ist die untere beheizte Schiene mit flüssigem Diphyl gefüllt. Der Dampf von bestimmter Temperatur und bestimmtem Druck, entsprechend der Dampfdruckkurve, steigt auf der Rückseite der Heizplatte auf, die durch Kondensation des Diphyl dampfes aufgeheizt wird. Alle Stellen des Heizsystems erhalten die gleiche Temperatur des Dampfes. Die durch Kondensation entstandene Flüssigkeit läuft in den Flüssigkeitsbehälter zurück und kann wieder verdampft werden.

Nach kurzer Vorstellung eines der verschiedenen Kondensationsheizsysteme soll nun die Begründung folgen, warum Kondensationsheizungen empfohlen werden.

In Abbildung 35 sind vier mögliche Temperaturprofile schematisch dargestellt, die mit A bis D bezeichnet sind:

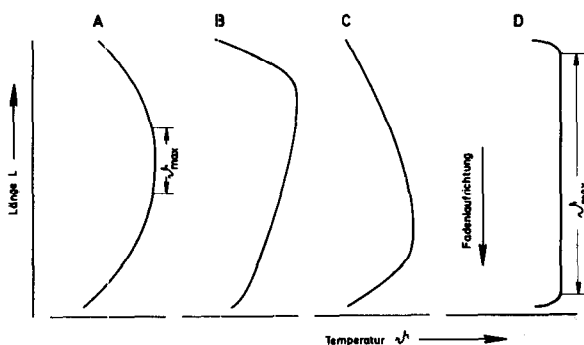


Abb. 35: Mögliche Temperaturprofile von Fixiereinrichtungen (schematisch)

A: Das Profil A findet man manchmal bei elektrischen Heizern. Die Fixierlänge maximaler Temperatur (δ_{max}) ist relativ kurz, was als Nachteil anzusehen ist.

B, C: Die Profile B und C treten ebenfalls bei elektrischen Heizern auf. Sie haben ebenfalls nur einen relativ kurzen Bereich maximaler Temperatur, wobei das Profil B dem Profil C vorzuziehen ist, denn im Falle C ist die erste Hälfte der Fixierlänge ziemlich wirkungslos.

D: Bei Profil D ist die Strecke der maximalen Temperatur am längsten. Ein solches Profil läßt sich am besten mit Kondensationsheizern und gegebenenfalls auch mit elektrischen Heizern herstellen.

Ein besonderer **Vorteil von Profil D** ist die maximale Ausnutzung der Fixierlänge.

Als zusätzliche Vorteile ergeben sich bei Profil D unter Verwendung eines Kondensationsheizers (die Profile A bis C sind mit Kondensationsheizern nicht erreichbar):

- eine hervorragende Temperaturkonstanz,
- eine minimale Abkühlung durch den laufenden Faden infolge hoher Wärmekapazität,
- eine rasche Wiederaufheizung des Heizrohres nach Abkühlung durch Ansaugen des Fadens beim Einfädeln infolge hoher Wärmekapazität,
- geringe Instandhaltungskosten, da mehrere Fixierkörper (mehrere Texturierstellen) zu einem Regelsystem gehören.

Die Abbildung 33, unten, zeigt schematisch die Änderung des Temperaturprofils durch den Faden. Links sind die Temperaturprofile einer Heizplatte in der ersten Fixierung erkennbar, rechts die entsprechenden Kurven für eine Röhrchenheizung in der zweiten Fixierung. Die minimale Änderung des Temperaturprofils durch den laufenden Faden ist nur bei Kondensationsheizern erkennbar. Die oben bereits ausgesprochene Empfehlung, Kondensationsheizungen zu verwenden, wird durch die Kurven in Abbildung 33, unten, nochmals bestätigt.

Lünenschloß: Eine wesentliche Frage, die mit den Heizkörpern zusammenhängt, betrifft ihre Länge und die Kriterien zu Erfassung und Beurteilung der notwendigen Länge. Hierzu bieten sich Untersuchungen der Kräuseleigenschaften als auch von Strukturänderungen an. Eine weitere Möglichkeit der Beurteilung ergibt sich aus der Messung der Fadentemperaturverteilung in der Heizzone. Diese Methode gibt uns Aufschluß darüber, welche Temperaturen am Faden effektiv auftreten.

Ich hatte zu diesem Thema einen Beitrag vorgesehen, der sich mit Temperaturmessungen am laufenden Faden in der Heiz- und in der Abkühlzone sowie mit den Zusammenhängen zwischen dem Temperaturprofil, dem Deformations- und dem Drehungsdichteprofil des Fadens beschäftigt. Die Bilder und die Ergebnisse dazu können vielleicht in der Diskussion gezeigt werden.

Unser Gesprächsprogramm beinhaltet auch noch die Aufwindung des Fadens und die Reduzierung der Kräuseldehnung hochelastischer Texturgarne.

Wulfhorst: Bei den heute eingesetzten Texturiermaschinen finden wir Spulengewichte von 2 bis 5 kg;

bei den neueren Textilmaschinen schwanken die Spulengewichte um 5 kg, teilweise bis zu 7 kg.

Eine Reihe von Maschinenherstellern wählte das Maß:

Hülsenlänge	290 mm,
Hub max.	250 mm,
Spulendurchmesser max.	250 mm,
Spulengewicht max.	≈ 5 kg.

Es handelt sich dabei um die Maschinenhersteller ARCT (FTF 483), Barmag (FK 6), Platt (Kosmotex; allerdings max. Durchmesser 235 mm), Scragg (SDS II) und Spinner (160 VK-VTS).

Aus der Sicht des Texturierers ist das oben genannte Spulenmaß noch lange ausreichend. Der maximale Durchmesser von 250 mm läßt sich auf dem deutschen Markt nicht einmal immer verwenden, da die Maschinen der Weiterverarbeitung dafür noch nicht eingerichtet sind. Dazu sollte sich am besten der Verarbeiter in unserer Runde äußern.

Lünenschloß: Welche Anforderungen stellt eigentlich der Verarbeiter an den Spulenkörper?

Maag: Diese Forderungen lassen sich ganz allgemein in vier Punkte zusammenfassen:

1. Die Spule muß rationell gehandhabt werden können. Dazu ist erforderlich, daß das Spulengewicht nicht zu niedrig ist, weil sonst die Handhabungsvorgänge zu häufig würden, aber auf der anderen Seite auch nicht zu hoch, damit die Arbeiterinnen — meistens sind es Frauen, die in den Texturierbetrieben arbeiten — nicht überfordert werden.

Ich schließe mich der Meinung von Herrn Wulfhorst an, daß man mit 5 bis 7 kg Spulengewicht das Maximum dessen erreicht hat, was vertreten werden kann. Eine unabdingbare Forderung ist dabei eine gute Fadenreserve, die einen einwandfreien Überlauf gewährleistet.

2. Die Spulen müssen von ihren Abmessungen her auf der Maschine vernünftig untergebracht werden können. Die angegebenen 250 mm Spulendurchmesser sind auf modernen Aggregaten sicher zu verarbeiten, man kann sich aber auch im Notfall behelfen, indem man die Reservespule erst aufsteckt, wenn die erste Spule halb abgearbeitet ist, wodurch man etwas an Durchmessermöglichkeiten gewinnt.
3. Die Spule muß störungsfrei ablaufen. Diesem Punkt messe ich sehr großes Gewicht bei. Es dürfen keine Spannungsunterschiede auftreten, die Unterschiede im Warenausfall ergeben oder im Extremfall zum Maschinenstillstand führen können. Besonders schwierig und schwerwiegend sind sporadisch auftretende Spannungsspitzen, die durch Unterspülung, Fadenwülste, geschädigte Hülsen, nicht ausgelegte Knoten usw. verursacht werden. Hier können kurzfristig Spannungsspitzen auftreten, die zum Fadenbruch führen und dadurch die Verarbeitung in erheblichem Maße stören. Diese Fehler fallen aber relativ schnell auf.

Unterschiedliche Ablaufspannungen von Spule zu Spule oder innerhalb einer Spule werden meistens erst in der Fertigung bemerkt. Die Unterschiede von Spule zu Spule können durch verschieden harte Bewicklung oder durch unterschiedlichen Präparationsauftrag entstehen. Die Schwankungen innerhalb einer Spule werden meistens durch ungleich-

mäßige Ausbildung des Fadenballons hervorgerufen, abhängig vom Durchmesser der Bewicklung, die eben abgearbeitet wird (z. B. durch Abarbeitung an der Basis bzw. an der Spitze der Spule). Es ist einleuchtend, daß solche Spannungsunterschiede umso größer werden, je größer die Differenz zwischen dem Durchmesser der vollgewickelten Spule und dem Hülsendurchmesser ist. Diese beiden müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen, damit die Spannungsverhältnisse nicht zu ungünstig werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Spulenform, also zylindrisch oder konisch, ob wilde Wicklung oder Präzisionswicklung. Gerade die Entscheidung, ob eine wilde Wicklung oder eine Präzisionswicklung erforderlich ist, beeinflußt den Kostenaufwand. Es sollte die Präzisionswicklung daher nur dort angewandt werden, wo sie unbedingt notwendig ist. Dies ist vor allem bei sehr hohen, insbesondere auch alternierenden Abzugsgeschwindigkeiten der Fall, wie beispielsweise an Greiferwebmaschinen oder an Wasserdüsenwebmaschinen.

Bei Wasserdüsenwebmaschinen haben wir im allgemeinen ein Vorabzuggerät, das weitgehend konstante Abzugsgeschwindigkeiten bringt. Bei Greiferwebmaschinen ist dies nicht unbedingt vorgesehen, und wir müssen in diesem Fall Präzisionsspulen empfehlen.

4. Auch auf die Spülöle müssen wir achten, damit später bei der Ausrüstung keine Probleme mit der Auswaschbarkeit auftreten. Bei Garnen, die für die Weberei geschlichtet werden sollen, muß auf eine gute Verträglichkeit der Spülöle mit dem Schlichteprodukt geachtet werden.

Lünenschloß: Wir hatten weitere Gesprächsbeiträge zu den folgenden Themen vorbereitet:

- Reduzierung der Kräuseldehnung in der Ausrüstung von Webwaren,
- Verbesserung von Qualität und Wirtschaftlichkeit,
- Fehler beim Texturieren,
- Technik der Betriebsdatenerfassung bzw.
- automatischer Spulenwechsel beim Texturieren.

Die fortgeschrittene Zeit verbietet uns, diese Themen in diesem Gespräch zu behandeln. Gerne gehen wir jedoch in der allgemeinen Diskussion auf diese Punkte noch ein.

Albrecht: Es wäre wünschenswert, in der allgemeinen Diskussion auch die Gliederung, die uns vom Podium vorgegeben wurde, beizubehalten. Als erstes wären daher die Fragen Rohstoffe und Maschinenentwicklungen zu behandeln.

Studt: Es ist zwar über die verschiedenen Texturierverfahren gesprochen worden, doch wurde deren Wirtschaftlichkeit nicht erwähnt: *Wie groß sind die Investitionen und wie groß ist der Energieverbrauch pro Tonne texturiertes Garn, 167 dtex Polyester*

- a) klassisch gesponnen, gestreckt und texturiert,
- b) klassisch gesponnen und strecktexturiert, sowie
- c) streckgesponnen und anschließend texturiert?

Ich möchte keine absoluten, sondern nur Verhältniszahlen erfahren, wodurch ja auch gleichzeitig die Zukunftsaussichten für diese drei Möglichkeiten abgegrenzt werden.

Lünenschloß: Da ich annehme, daß der Wunsch, hierüber zu sprechen, bei den Chemiefaserherstellern sehr gering ist, möchte ich die Frage an Herrn Dr. Riggert weitergeben, der sicher größeres Interesse hat, die Vorzüge und die Nachteile der Verfahren herauszustellen.

Riggert: Ich habe eine Kalkulation vorliegen, die in unserem Hause gemacht wurde und die zunächst einen Vergleich zwischen

- konventionellem Spinnen, Strecken auf einer Streckzwirnmachine und anschließendem Texturieren,
- konventionellem Spinnen und Simultanstrecktexturieren und
- konventionellem Spinnen mit Strecktexturieren nach dem Sequenzverfahren

zieht. Ich habe hier die Umwandlungskosten vorliegen und möchte die Differenzen angeben, die sich zum Standardverfahren (konventionelles Spinnen, Strecken auf der Streckzwirnmachine und Texturieren) ergeben:*

- Beim Simultanstrecktexturieren erspart man 26 Pf/kg,
- beim Sequenzverfahren 18 Pf/kg.

Diese Kalkulation ist ungefähr 1½ Jahre alt und kann im Augenblick etwas verschoben sein. Die größte Einsparung kann erzielt werden, wenn man konventionell spinnst, den Streckprozeß ausläßt und dann simultan strecktexturiert.

Ungünstiger sieht es aus, wenn man schnellspinnst und simultan strecktexturiert. Das liegt daran, daß vor allem die Investitionskosten und auch noch einige andere Kosten etwas höher liegen. So sind beispielsweise unsere Spinnssysteme so ausgelegt, daß beim konventionellen Spinnen (167 dtex Strecktiter) acht Fäden pro Spinnposition erhalten werden. Beim Schnellspinnen gehen wir auf sechs Fäden über, sodaß die Investitionskosten pro Spinnstelle etwas ansteigen. Daraus ergibt sich folgendes Bild: Gegenüber dem Standardverfahren erspart man beim Simultanstrecktexturierprozeß 17 Pf/kg und beim Sequenzverfahren 9 Pf/kg.

Albrecht: Ist dabei auch die Energie berücksichtigt worden?

Riggert: Die Kalkulation umfaßt Energiekosten, Personalkosten und den Kapitaldienst mit Investitionskosten.

Brehm: Im Rahmen der maschinellen Entwicklung in der Chemiefaserindustrie sieht man bei Polyester den Trend zum Simultanstrecktexturieren, das heißt also zum Schnellspinnen und zum Simultanstrecktexturieren. Wie sieht diese Entwicklung auf dem Gebiet des Polyamid aus?

Riggert: Die verschiedenen Zusammenhänge, die für Polyester gelten, sind im Grunde auch auf Polyamid 66 übertragbar. So erhält man mit wachsender Spinn-

* Vorliegende Kalkulation geht beim Standardverfahren von einer älteren Texturiermaschinentype aus. Legt man hier die gleiche moderne Type wie beim Strecktexturieren zugrunde, so erhöhen sich wegen größerer Investitions-, Energie- und Gebäudekosten alle genannten Kostendifferenzen um 18 bis 20 Pf/kg.

geschwindigkeit ebenfalls eine Durchsatzsteigerung in der Spinnerei. Allerdings ist bei Polyamid der Anstieg der Durchsatzleistung geringer, da mit zunehmender Spinnengeschwindigkeit die molekulare Orientierung, bezogen auf die des verreckten Fadens, stärker als bei Polyester ansteigt (Abb. 36)¹². Er beträgt nach eigenen Messungen bei Anheben der Spinnengeschwindigkeit von 1200 auf 3500 m/min etwa 26 bis 33 %, bei Polyester entspricht dem eine Steigerung um etwa 40 %. Diese Zahlen werden natürlich von der Spinn-technik beeinflusst. Der wirtschaftliche Anreiz für ein Schnellspinnen von Polyamid 66 seitens des Faserherstellers ist daher etwas geringer als bei Polyester.

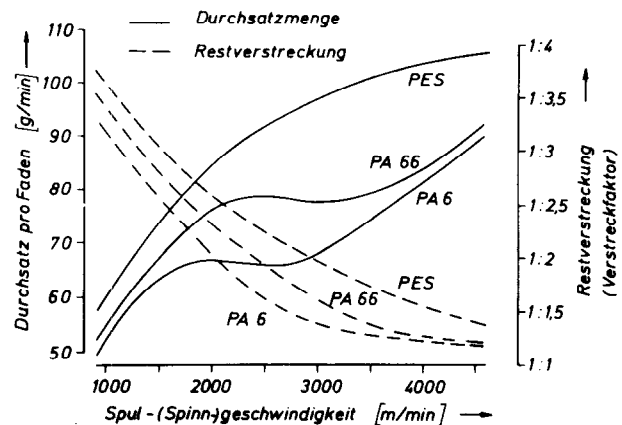


Abb. 36: Durchsatzmenge und Restverreckung in Abhängigkeit von der Spul-(Spinn-)geschwindigkeit, 167 dtex

Eine ähnliche Überlegung gilt auch, wenn man das Simultanstrecktexturieren betrachtet und den Streckprozeß auf der Streckzwirnmachine ausschaltet. Der Grund liegt hier in den geringeren Streckkosten bei Polyamid 6 und 66 im Vergleich zu Polyester, da bekanntlich die relativ aufwendigen Heizeinrichtungen samt Meß- und Regeltechnik entfallen können.

Man ist durchaus in der Lage, Polyamid 66 mit 3500 m/min zu spinnen und aufzuspulen, wobei man sehr stabile Spulenwickel erhält, die auch transportfähig sind und gut wieder abgearbeitet werden können. Ich halte ein Simultanstrecktexturieren mit diesem Material für durchaus möglich. Hier sind die Entwicklungen noch im Gange, offensichtlich hat man sich aus wirtschaftlichen Gründen zunächst auf Polyester gestürzt. Man wird aber sicher auch über Polyamid 6 und Polyamid 66 in nächster Zeit ein klares Bild erhalten.

Pilger: Wie sieht denn die Lagerfähigkeit von Polyamid 6 und 66 aus?

Riggert: Diese Frage kann ich leider nicht vollständig beantworten, da darüber noch nichts veröffentlicht wurde und unsere eigenen Untersuchungen noch im Gange sind. Ich möchte dem Ergebnis nicht vorgreifen, doch ist es möglich, daß auch hier ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei Polyester.

Siegl: Sehen Sie eine Möglichkeit, daß ein anderes technisches Verfahren in naher oder ferner Zukunft das Texturieren überhaupt ersetzen oder teilweise

ablösen könnte? Ich denke hier zum Beispiel an das Bobtex-Verfahren, bei dem Fasern in den Filamentkern eingeschmolzen werden, oder an ein Beflocken von Garnen, was ja heute schon für Möbelstoffe bzw. für die Autoindustrie teilweise gemacht wird und dort das Texturieren abgelöst hat.

Lünenschloß: Es wird an einer Vielzahl von Verfahren gearbeitet, die jedoch bisher eine verhältnismäßig geringe und teilweise nur eine sehr spezielle Bedeutung haben, sodaß man im Moment sagen kann: „Man sieht nichts.“

Wenn wir aber den Begriff „Texturieren“ weiter fassen, so wie ich es einleitend ausführte, so fällt auch die Herstellung von fasergarnähnlichen Gebilden aus Filamentgarnen unter den Begriff der Texturierung. Das Falschdrahttexturieren wird sicher noch eine Zukunft haben. Hinzu kommen aber auch neue Verfahren, die an anderen Orten mit anderen Hilfsmitteln praktiziert werden.

Kerényi: *Wie lange ist eine vororientierte Faser haltbar und unter welchen Klimaverhältnissen?* In Ungarn importieren wir rohe Polyesterseide, sodaß der Transport eine sehr wichtige Frage darstellt. Welche Empfehlungen geben Sie für den Transport, aber auch für die Lagerung? Ist es grundsätzlich überhaupt möglich, ein vororientiertes Polyestergarn ohne Beschädigung zu verarbeiten, wenn der Verarbeiter 1000 oder 2000 km vom Hersteller entfernt ist?

Lünenschloß: Unverstrecktes oder nur gering vororientiertes Material stellt bis heute keine Handelsware dar. Größtenteils wird diese Ware im eigenen Hause verarbeitet, wo man entsprechende Maßnahmen bezüglich Lagerung und zeitlichen Produktionsablauf einfach treffen kann, doch will ich Herrn Dr. Riggert nicht vorgreifen.

Riggert: Der Spinnspulenwickel des vororientierten Materials ist mechanisch wesentlich stabiler als bei konventioneller Spinnweise, sodaß er sicher leichter zu transportieren ist; als Maß für die mechanische Stabilität ist dabei die Shore-Härte anzusehen. Ein normaler Polyester-spinnspulenwickel, konventionell mit 1000 bis 1200 m/min gesponnen, weist eine Spulenhärte in der Größenordnung von 40 bis 48 Shore (Shore-A-Maß) auf, hingegen ein Wickel aus schnellgesponnenem Material — je nach der Spulentechnik — eine solche von 60 bis 75 Shore. Durch diese größere Spulenhärte ist eine wesentlich günstigere mechanische Beständigkeit garantiert. Sie können Spinnspulenwickel ohne weiteres versenden, indem Sie praktisch nur dafür sorgen, daß die Spulhülsen in der Verpackung gehalten werden. Die Wickel brauchen in keiner Weise abgestützt zu werden.

Auch die Lagerbeständigkeit ist bei vororientiertem Material wesentlich verbessert. Es gibt verschiedene Kriterien, um die Lagerbeständigkeit zu charakterisieren. Am besten dienen Merkmale des texturierten Fadens selbst, beispielsweise die Anfärbtiefe (Abb. 37).

Die Anfärbtiefe nimmt bei normal gesponnenem Material mit der Lagerdauer zu — auf eine Erklärung dafür kann ich leider wegen der Kürze der Zeit nicht eingehen —, während das stark vororientierte Material keine Änderung der Anfärbtiefe erfährt.

Ebenso könnte man den Reißfestigkeits- und den Reißdehnungsverlust im texturierten Faden oder die Zunahme der Kapillarbrüche bzw. Flusen als Maß an-

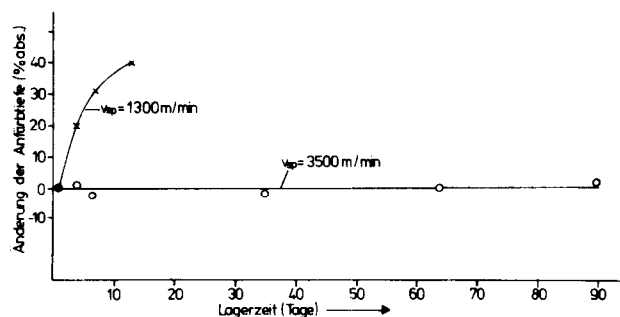


Abb. 37: Der Einfluß der Spinnengeschwindigkeit (v_{sp}) auf die Lagerbeständigkeit unverstreckter PES-Fäden

Lagerbedingung: Temperatur 33° C, Luftfeuchtigkeit 30 %

geben. Die Zeit wurde hier reichlich ausgedehnt und das Material 90 Tage unter relativ ungünstigen Klimabedingungen bei einer Temperatur von 33° C gelagert. Das soll aber nicht heißen, daß vororientiertes Material jeder Bedingung ausgesetzt werden kann. Bei Temperaturen, die nahe an die Einfriertemperatur heranreichen, ist mit einer Alterung zu rechnen, das sollte man in der Praxis nicht vergessen.

Albrecht: Kann man somit unmittelbar zwischen 1300 und 3500 m/min interpolieren?

Riggert: Man sollte nicht linear interpolieren. Es zeigt sich der Verlauf einer Sättigungskurve, das heißt, der größere Sprung in der Alterungsbeständigkeit erfolgt zwischen 1200 und 2500 m/min; darüber ist der Schritt kleiner.

Stöhr: Herr Schäfer, Sie haben vorhin über Friktionsmaschinen gesprochen, woraus ich schloß, daß in den USA das Friktionstexturieren von Polyester schon in einem relativ fortgeschrittenen Stadium ist. Auch haben Sie darauf hingewiesen, daß die Standzeiten der Friktionsspindel in Abhängigkeit von der Spinnpräparation sehr, sehr unterschiedlich sind bzw. daß die Friktion im Laufe der Zeit stark abnimmt. Das Beispiel Nylon, das eine ziemlich konstante Drehungserteilung aufwies, bezog sich nur auf 60 Stunden. Sie haben selbst die Frage gestellt, ob dieses Problem bereits gelöst bzw. überhaupt lösbar ist. *Glauben Sie nun auf Grund der allgemeinen Erfahrungen, daß das Problem der Konstanz der Friktion bei Friktionsspindeln durch Veränderung der Oberfläche der Friktionsscheiben mechanischer Art oder durch Ablagerung — bei den heutigen Qualitätsanforderungen an die Garne — zu lösen ist?*

Schäfer: Sie haben hiermit das Kernproblem angesprochen, denn mit meinen Ausführungen wollte ich die besondere Problematik der Friktionstexturierung aufzeigen. Diagramme und Zahlen zu betrachten, in denen die Geschwindigkeit und die Produktionsraten steigen, ist einfach, doch treten die möglichen Probleme beim Texturieren mit Friktion erst in Erscheinung, wenn man von Woche zu Woche, von Monat zu Monat ein konstantes Produkt herstellen will. Auf dem Nylon-Strumpfgarnsektor ist es in Europa und in den USA größtenteils möglich, mit verschiedenen Friktionssystemen höhere Geschwindigkeiten zu erzielen, wenn man das Produkt, das in den Friktionsprozeß einläuft, genau kontrolliert, das

heißt bestimmte Produktionsbedingungen einhält und strenge Qualitätskontrollen einschaltet, die aber andererseits teuer sind.

Jeder größere Faserproduzent und auch Texturierer versucht, Polyester mittels Friktion zu texturieren, und es wurden auch schon große Fortschritte gemacht; doch glaube ich sagen zu können, daß eine allgemeine Lösung im Augenblick noch nicht auf der Hand liegt. Vielleicht stimmen meine Kollegen hier nicht mit mir überein. Wenn Sie aber fragen: Wird das jemals gelöst? — sicher, wenn genügend Leute, genügend Kapital und genügend Initiative zur Verfügung stehen. Es fragt sich nur, ob die wirtschaftliche Situation des Falschdrahttexturierens das überhaupt erlauben wird.

Schubert: Nach den ökonomischen Betrachtungen von Herrn Dr. Riggert wäre es also am wirtschaftlichsten, mit niedrigen Geschwindigkeiten zu spinnen und dieses Garn simultan zu texturieren. *Wie sieht die Verarbeitbarkeit eines Materials aus, das mit niedrigen Geschwindigkeiten gesponnen ist, und wie sind die Eigenschaften im Vergleich zu einem texturierten Material, das mit hohen Geschwindigkeiten gesponnen wurde?*

Riggert: Im Prinzip läßt sich ein konventionell gesponnenes Material simultan strecktexturieren, wenn eine Texturiermaschine mit offenen Heizern zur Verfügung steht. Bei geschlossenen Heizern bereitet das Einfädeln des Fadens große Schwierigkeiten, es treten Verklebungen und Versprödungen auf. Es gibt heute einige Faserhersteller, die konventionell spinnen und im eigenen Hause strecktexturieren. Wegen der beschränkten Lagerbeständigkeit ist der gesamte Prozeß im eigenen Hause durchzuführen. Ein längerer Versandweg ist ausgeschlossen.

Die eingangs erwähnte Abplattung ist bei konventionell gesponnenem Material als Folge des Simultanstrecktexturierungsprozesses etwas stärker als bei schnellgesponnenem ausgeprägt. Auch erreicht man eine etwas geringere Reißfestigkeit, wobei die Differenz von der Vororientierung des Einsatzmaterials abhängig ist. Bei Material, das mit 1200 m/min gesponnen wurde, liegt die Reißfestigkeit etwa (als Richtwert) um 0,3 p/tex niedriger als bei mit 3500 m/min gesponnenem Material. Dieser Festigkeitsunterschied wird nicht als entscheidend angesehen.

Schubert: *Könnten Sie noch etwas zur Flusigkeit und zu den „geschlossenen Stellen“ sagen?*

Riggert: Bei dem konventionell gesponnenen Garn ist der Trend, geschlossene Stellen zu bilden, etwas größer. Um sie zu vermeiden, muß man höher verstrecken, wobei man leicht an die Grenze kommt, wo bereits Kapillarbrüche entstehen. Das heißt, bei konventionell gesponnenem Material, das simultan strecktexturiert wird, ist der Arbeitsbereich, in dem man variieren kann, um ein ordentliches Garn zu erhalten, kleiner als bei vororientiertem Material.

Geschlossene Stellen können in sehr unterschiedlicher Zahl erscheinen — je nachdem, welche Texturiermaschine eingesetzt wurde und welche Spinnpräparation man verwendet. Am besten lassen sich geschlossene Stellen dadurch vermeiden, daß unterhalb der Falschdrahtspindel ein oder mehrere Fadenführer angebracht werden, die den Faden ablenken und zum Teil eine mechanische Auflösung der geschlossenen Stellen bewirken.

Wir haben in Mittelamerika eine Anlage laufen, die bei konventioneller Geschwindigkeit Polyester (Strecktiter 167 dtex) mit 1200 m/min direktspinnt und dann auf einer Maschine mit offenem Heizer im eigenen Haus simultan strecktexturiert. Dieser Prozeß liefert eine einwandfreie Qualität ohne größere Anteile an geschlossenen Stellen.

Latus: *Wird das texturierte Material direkt weiterverarbeitet, oder gibt es Verwendungszwecke, für die das texturierte Material noch einem Zwirnvorgang unterworfen wird? Wo ist dieser Verwendungszweck, und wie groß ist sein Anteil?*

Maag: Wie beim Endlosgarn müssen wir generell davon ausgehen, daß in Zukunft nur noch soviel gedreht wird, wie unbedingt erforderlich ist, denn der Zwirnprozeß ist ein relativ teurer Prozeß. Texturierte Garne haben im allgemeinen eine sehr offene Faserstruktur und führen in offenen Strukturen in der Webware mit langen Flottierungen zur Zieherbildung. Diese können wir nur verhindern, wenn wir dem Garn eine bestimmte Drehung erteilen. Dies ist ein Fall, wo von der Gebrauchstüchtigkeit der Fertigware ausgehend, der Zwirnprozeß nicht umgangen werden kann.

Ein weiteres Problem bildet die Verarbeitung texturierter Garne in der Kette, da der Schlichteprozess bei einem so offenen Faden sehr problematisch ist, weil sich Kapillaren abspitzen und dann im Webstuhl zu Störungen führen können.

Wir kennen aber auch die Möglichkeit, durch Luftverwirbelungen den Fadenschluß zu erhöhen. Das geht so weit, daß wir ungedrehte, aber verwirbelte Garne mit einem entsprechenden Schlichteprozess einwandfrei in der Kette verarbeiten können. Das Problem der Verarbeitbarkeit spielt für die Beurteilung der Notwendigkeit einer Drehung also nicht mehr die große Rolle, die es vor kurzer Zeit noch hatte.

Raschle: *Die Geschwindigkeit der Fadenschlußspindel haben Sie mit 230 m/min limitiert. Welche Grundlagen führten zu dieser Aussage?*

Lünenschloß: Ich glaube, ich bin hier selbst angesprochen, denn ich habe einleitend von diesen Geschwindigkeiten gesprochen. Eine ähnliche Aussage kam auch von Herrn Lorenz.

Lorenz: Es ist heute durchaus möglich, nach dem Simultanverfahren mit Spindeltouren von 600.000 min⁻¹ zu arbeiten. Das Simultanverfahren erfordert im allgemeinen eine etwas höhere Drehung pro Meter. Wenn Sie 600.000 min⁻¹ durch die entsprechenden Drehungshöhen dividieren, dann erhalten Sie etwa 230 m/min. Das soll nicht heißen, daß wir diese Geschwindigkeit als absolute Limitierung ansehen, sondern lediglich andeuten, was in der nächsten Zeit produktionsmäßig zu verwirklichen sein wird. Von absoluten Limitierungen zu sprechen, ist recht, recht gefährlich — wie wir das in der Vergangenheit ja auch schon gesehen haben.

Lünenschloß: *Können Sie vielleicht irgendwelche Hinweise geben, wie man diese Grenzen überspringen könnte?*

Raschle: Wir haben im Versuchsmaßstab bis zu 350 m/min erfolgreich verarbeitet und dabei ein gleichmäßiges Material mit guten physikalischen Eigenschaften erhalten.

Lünenschloß: Unter welchen Bedingungen wurde das durchgeführt?

Raschle: Mit 2300 T/m, 167 dtex, f 30.

Lünenschloß: 2300 T/m ist sicher ein auf Streckkops aufgemachtes Material gewesen, das nicht strecktexturiert wurde. Beim Simultanstrecktexturieren sind beträchtlich höhere Drehungen notwendig.

Lorenz: Die Feststellung von Herrn Raschle steht aber mit unseren Aussagen nicht im Widerspruch, denn die Zahlen, die wir angegeben haben, beziehen sich auf das Simultanverfahren. Bei Versuchen haben auch wir Drehzahlen um 700.000 U/min erreicht; das würde Ihren Werten entsprechen.

Lünenschloß: Besten Dank, Herr Raschle, für diesen wertvollen Hinweis. Wir dachten aber nicht an Produktionssteigerungen von 10 bis 30 %, sondern an die großen Sprünge, die es ermöglichen, mit 500 oder 600 m/min zu fahren. Nach unseren Erfahrungen kommt man dabei mit diesen Spindeln nicht mehr zurecht, sondern benötigt zur Drallgebung andere Hilfsmittel.

Kratzsch: Sie hatten vorhin von Spindeltexturierung und Friktionstexturierung gesprochen. *Gibt es Qualitätsunterschiede beim erhaltenen Garn, wobei die Geschwindigkeit natürlich außer acht gelassen wird?* Wenn bei Spindeln eine Geschwindigkeit von 400 m/min nicht erreichbar ist, wohl aber bei Friktion, so darf man das natürlich nicht miteinander vergleichen, sondern muß zunächst einmal den Vergleich bei gleichen Geschwindigkeiten ziehen.

Lünenschloß: Herr Dr. Schäfer hat mit seinen Ausführungen diese Frage ja schon angeschnitten. Schwankungen, die kurzfristig oder langfristig in der Drallwirksamkeit auftreten, verschlechtern natürlich die Garnqualität; daher erscheint es uns notwendig, Kontrollmittel zu verwenden, die auftretende Änderungen in der Drallübertragung rechtzeitig signalisieren. Sonst werden Sie vermutlich Reklamationen nicht ausschalten können.

Lorenz: Garne, durch Spindel- oder durch Friktionstexturierung erzeugt, sind nicht identisch. Beim Simultanverfahren mit Friktion werden höhere Festigkeiten und eine geringere Filamentdeformation erreicht, als das mit der Spindel der Fall ist. Auch kann zum Beispiel der Heißluftschumpf unterschiedlich sein.

Meiner Meinung nach ist Friktionsgarn nicht besser oder schlechter als Spindelgarn, sondern es ist ein etwas anderes Produkt, dessen Eigenschaften in vieler Hinsicht dem Spindelgarn gleichen, in manchem aber doch abweichen, etwa vergleichbar dem Unterschied zwischen der Strecktexturierung und der Kopstexturierung. Hierbei wird niemand feststellen, daß es sich um dasselbe Material handelt, und trotzdem haben beide entsprechende Einsatzgebiete.

Schäfer: Wenn in meinen Diagrammen (Abb. 23 bis 26) eine Spindeltexturierung gezeigt wäre, so entspräche diese einer geraden Linie, wenn keine großen Schwierigkeiten entweder im Garn oder in der Präparation aufgetreten wären. Friktionstexturieren hat dagegen ganz neue Probleme aufgeworfen.

Das Produkt, das dabei herauskommt, so wie Herr Lorenz schon sagte, ist etwas anders, und es muß sich

erst zeigen, welche Qualitäten in der Zukunft akzeptiert werden.

Kratzsch: Ich bin mit dem, was Herr Lorenz sagte, durchaus einverstanden und bin sehr dankbar, daß er das noch einmal herausgeschält hat: Friktionsgarn ist etwas anders, aber qualitativ in keiner Weise minderwertiger.

Was Sie, Herr Schäfer, aber hier angeschnitten haben, das ist das Problem der Avivierung auf der Faser, das sicher auch von den Reibungselementen abhängt, das aber kein generelles Problem für die Friktionstexturierung sein muß. Es könnte ja sein, daß die Probleme bereits irgendwo gelöst worden sind.

Sprenkmann: Ich habe etwas Statistik betrieben, Herr Professor: 0,2 % der bislang zugebrachten Zeit wurden für die Präparation aufgewendet. Alles aber, was Sie hier machen, steht und fällt mit der Präparation, das wissen wir alle.

Ich möchte der vorangegangenen Frage ein Nachwort hintanstellen. Wenn Sie sagen, daß die Abnutzung eines Friktionselementes „unter anderem auch“ durch die Präparation gegeben sei, so ist das pauschaliert vielleicht anzunehmen. Ich muß Sie aber doch erschrecken: Bei dem enormen Umsatz von 300.000 Jahrestonnen müssen wir irgendwo 6200 Tonnen Abfall loswerden.

Alle Erfahrungen, die wir bisher zu dem Thema, inwieweit fördert oder schwächt die Präparation die Lebensdauer eines Friktionselementes, gemacht haben, können wir aber über Bord werfen, weil wir in eine ganz andere Art von Präparation einsteigen müssen, um von der finanziellen Belastung freizukommen und die Schadeinheit (SE) auf ein Minimum zu reduzieren.

Diese Veranstaltung zeigt ganz deutlich, daß die Epoche der Einzelgänger schon lange vorüber ist, aber auch das Zeitalter des Firmenteam, in dem sich eigene Bereiche in den Firmen mit der Frage der Präparation befaßten. Die heutige Problematik und die Fragen, die noch auf uns zukommen werden, können nur in einer Art Kooperationsvertrag zwischen den Maschinenherstellern einerseits und den Texturieren andererseits gemeinsam mit den Textilhilfsmittelherstellern ausgefochten werden.

Lorenz: Da es vorhin angeklungen ist, daß das Texturieren mit Friktion noch recht unsicher sei, möchte ich noch etwas anfügen: Wir sind nicht ganz dieser negativen Meinung, denn unsere Zahlen sagen etwas anderes aus. Wir haben nur im Moment das Handicap, mit bestehenden Garnen operieren zu müssen, deren Finish im wesentlichen seit vielen Jahren für den Spindelprozeß entwickelt wurde. Die Anforderungen an die Präparation für einen Spindelprozeß und für einen Friktionprozeß sind aber recht unterschiedlich. Ich danke daher Herrn Dr. Sprenkmann für seinen Hinweis, daß die Präparationsmittelhersteller aufgefordert sind, mehr als bisher an diesem Problemkreis mitzuarbeiten.

Lünenschloß: Herr Dr. Sprenkmann, ich hoffe, daß Sie mit Ihren Ausführungen den Beginn einer neuen Ära einleiten, die durch eine sehr enge Kooperation aller an den Problemen Beteiligten gekennzeichnet ist, wobei die Entwicklung geeigneter Präparationen einen ganz wichtigen Teilaspekt darstellt.

Anonym: Es ist vorher angedeutet worden, daß es

Möglichkeiten der berührungslosen Temperaturmessung am laufenden Faden gibt. Wir haben festgestellt, daß dieses Verfahren von sehr vielen Faktoren, die die Qualität beeinflussen und daher unter Kontrolle gehalten werden müssen, abhängt. Woran wird hier gedacht, und was ist bisher auf diesem Gebiet schon geleistet worden? Ich denke hier auch an Fadenspannungsmessungen vor und nach dem Aggregat, an Temperaturmessung usw.

Lünenschloß: Ich möchte zuerst auf die Frage der Temperaturmessung eingehen. Zur Temperaturmessung im Bereich der Abkühlung eignen sich Geräte, wie sie beispielsweise von der Firma Heimann — um nur eines herauszugreifen — angeboten werden: es sind Kompensationspyrometer.

Abbildung 38 zeigt dieses Gerät, das aus zwei Pyrometern besteht, von denen das eine gegen den vor einem schwarzen Hintergrund laufenden Faden, das andere nur gegen den aufheizbaren schwarzen Hintergrund gerichtet ist. Die Temperatur des Hintergrundes wird nun so geregelt, daß beide Pyrometer die gleiche Strahlungsleistung empfangen. Hierdurch wird ein der Fadentemperatur analoges Signal erzielt, das von Faden- und Meßfleckdurchmesser unabhängig ist. Des erforderlichen Hintergrundes wegen ist dieses Verfahren vor allem für Untersuchungen im Bereich der Fadenabkühlung geeignet. Das Gerät ist relativ träge. Da aber kurzfristige Schwankungen, die beispielsweise bei der Nadeleinstichtemperatur während des Nähens oder am Ringläufer auftreten können, kaum zu erwarten sind, spielt das keine wesentliche Rolle.

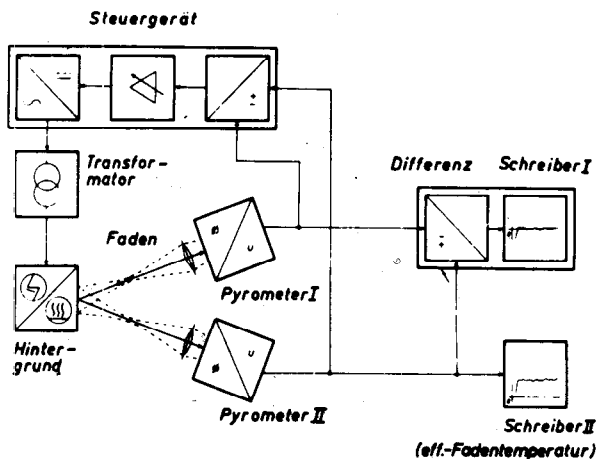


Abb. 38: Blockschaubild der Infrarotmeßanlage zur Bestimmung der Fadenoberflächentemperatur

Das zweite Verfahren, das benutzt wird, um im Bereich des Heizkörpers selbst zu messen, ist ein Infrarotmikroskop. Die Größe des Meßflecks liegt in der Größenordnung des Fadendurchmessers.

In den nächsten Abbildungen sind die Ergebnisse von Untersuchungen mit diesen Meßmethoden gezeigt. Abbildung 39, oben, gibt das Temperaturprofil der Fadenoberfläche und des Heizkörpers beim Trennzwirntexturieren wieder; ähnliche Verhältnisse liegen auch beim Texturieren mit Falschdrahtelementen vor. Der Einlauf des Fadens in den Kontaktheizkörper, der eine Gesamtlänge von 1330 mm besitzt, erfolgt bei

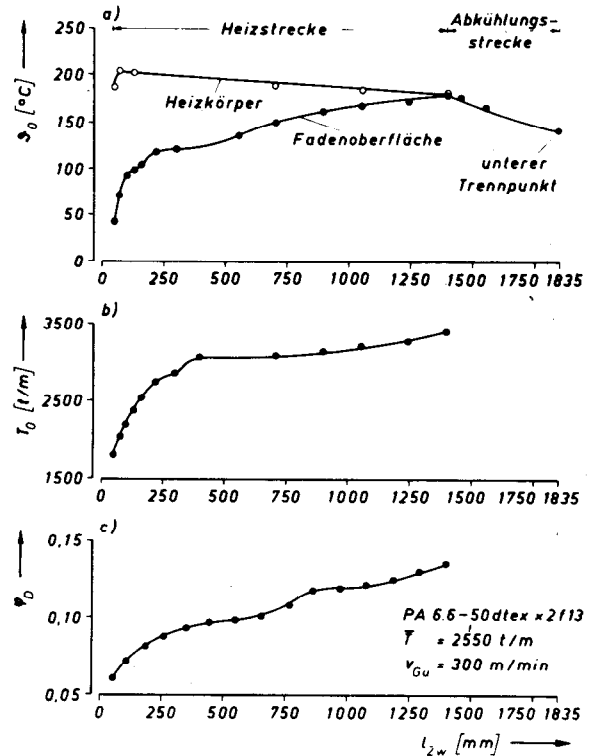


Abb. 39

Der Verlauf der Fadenoberflächentemperatur ϑ_0 (a), der Drehung T_0 (b) und der Querschnittsverformung φ_D (c) der Einzelfäden in der Heizstrecke l_{zw} bei der Trennzwirntexturierung. \bar{T} mittl. Drehungsdichte, v_{Gu} Abzugsgeschwindigkeit.

dem Abszissenwert null. Hier beginnend, steigt die Fadentemperatur langsam an. (Die Temperatur des Kontaktheizers ist durch die obere Kurve dargestellt.) Das Profil des Heizkörpers war so ausgebildet, daß die Temperatur am Eingang bei 210°C lag.

Der Knick im Temperaturprofil des Fadens hängt vermutlich mit Verdampfungseffekten der Präparation und des enthaltenen Wassers zusammen. Erst am Heizerausgang erreicht der Faden die Temperatur des Heizkörpers. Auf Grund dieser Erkenntnis halten wir es nicht für richtig, derartige thermische Prozesse durch Angaben von Verweilzeiten zu kennzeichnen, da dieses logischerweise voraussetzt, daß der Faden die Temperatur am Eingang angenommen hat, was — wie wir gesehen haben — nicht zutrifft.

In engem Zusammenhang mit dem Fadentemperaturprofil stehen die Drehungsdichteverteilung (Abb. 39, Mitte) und die Verteilung der Fadendeformation (Abb. 39, unten), sowie die Verteilung der Struktur im Faden.

Mit der Drehungsdichteverteilung haben sich am MIT Stanley Backer und Mitarbeiter sehr eingehend beschäftigt und nachgewiesen, daß diese im Bereich des Heizers in einem sehr starken Ausmaß von der Temperatur abhängt. Der am Eingang des Heizers auftretende Drehungsdichtesprung ist umso größer, je höher die Temperatur des Fadens, das heißt je höher die Temperatur des Heizers ist.

Abbildung 40 gibt die Abkühlungsverhältnisse bei Verwendung einer Kopfspindel und einer Mittelloch-

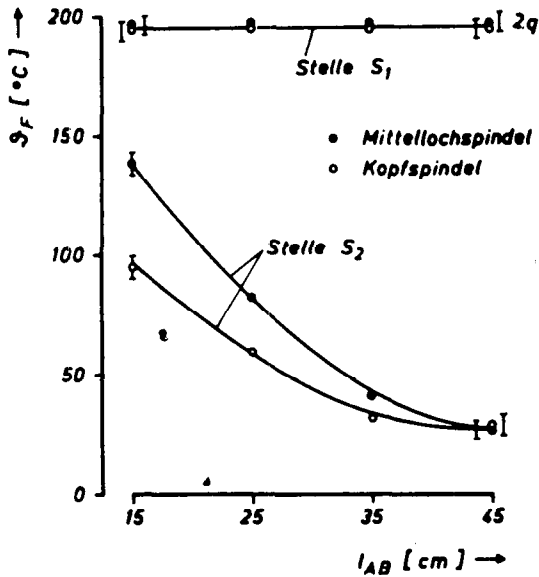


Abb. 40: Die Fadenoberflächentemperatur ϑ_F in Abhängigkeit von der Abkühlstrecke l_{AB} und von der Art der verwendeten Spindeln

spindel wieder. Der stärker ausgebildete Fadenballon bei Verwendung einer Kopfspindel verursacht eine stärkere Abkühlung als bei der Mittellochspindel, die jedoch andere Vorteile aufweist.

In Abbildung 41 sieht man einen aus drei gleichen Teilen aufgebauten Kondensationsheizkörper, der die Einstellung verschiedener Temperaturprofile erlaubt. Für den dargestellten Fall war das Temperaturprofil über die gesamte Länge von 210 cm mit 220°C konstant. Die Texturiergeschwindigkeiten betragen 160 m/min und 300 m/min, der Fadentiter war 167 dtex. Die Temperatur des Fadens im Kontakt-Heizkörper wurde mit einem Infrarotmikroskop ermittelt. Das Temperaturprofil des Fadens zeigt eine starke Abhängigkeit von der Geschwindigkeit; während bei einer Geschwindigkeit von 160 m/min die Heizertemperatur im Ausgangsbereich gerade noch erreicht wurde, ist das bei einer Geschwindigkeit von

300 m/min nicht mehr der Fall. Es handelt sich allerdings um Untersuchungen an vollverstrecktem Fadenmaterial. Bei der Simultanstrecktexturierung dürften die Verhältnisse etwas günstiger liegen, da infolge der fadeneigenen Wärmetönung eine höhere Fadentemperatur zu erwarten ist.

Die Abkühlung des friktionstexturierten Fadens (Abbildung 42) nach dem Austritt aus der Heizzone vollzieht sich bei 300 m/min Texturiergeschwindigkeit auf eine größere Distanz. Bei 160 m/min ist eine stärkere ortsbezogene Abkühlung zu beobachten. Zum Vergleich wurden die Verhältnisse auch bei Verwendung einer Diabolospindel untersucht.

Wie kommt nun die schnellere Abkühlung zustande? Diese resultiert aus der sehr viel höheren Fadenballonfrequenz und damit dem besseren Wärmeübergang. Die Schlußfolgerung hieraus ist, daß beim Friktionstexturieren unbedingt eine wesentlich längere Abkühlzone als beim Diabolospindeltexturieren benötigt wird.

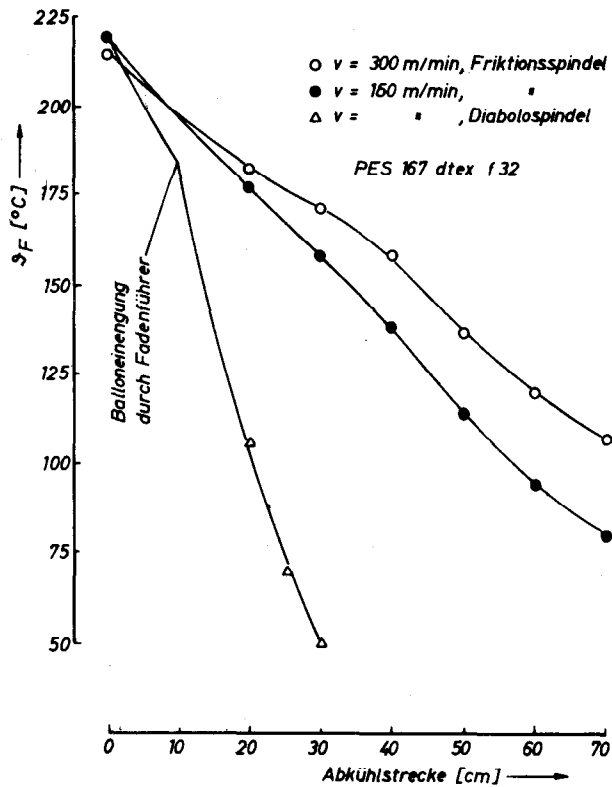


Abb. 42: Vergleich der Abkühlverhältnisse bei Verwendung von Friktionsspindeln bzw. einer Diabolospindel (Material: PES, 167 dtex)

Anonym: Das Temperaturprofil, das am Faden gemessen wurde, ist bestimmt auch von der Fadenspannung und von der Kurvenform abhängig. Sind diese hier definiert gewesen, oder liegen darüber keine Untersuchungsergebnisse vor?

Lünenschloß: Letztere ist zwar durch die Konstruktion des Heizkörpers definiert, doch stimme ich Ihnen zu, daß zusätzliche Faktoren, wie Krümmung, Fadenspannung usw., den Wärmeübergang und damit das Temperaturprofil des Fadens beeinflussen. Wir beschäftigen uns mit der Untersuchung dieser Fragen.

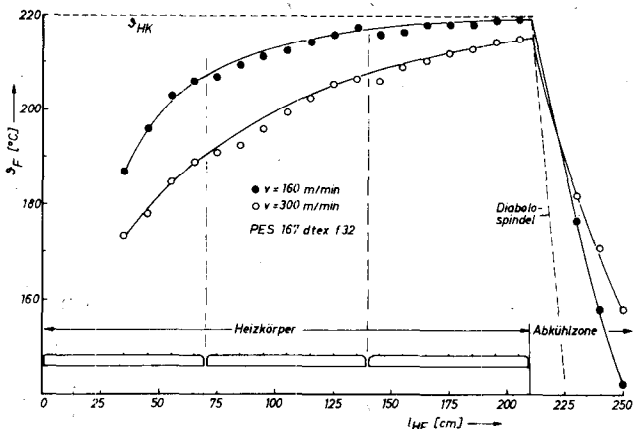


Abb. 41: Schema eines Kondensationsheizkörpers zur Einstellung von verschiedenen Temperaturprofilen

Anonym: Kann es hier irgendwo ein Optimum geben?

Lünenschloß: Im Widerstreit mit anderen Eigenschaften, die sich natürlich auch wieder verändern werden. Beispielsweise nimmt mit der Krümmung ja die Reibung zu, womit beim Strecktexturieren wieder die Lage des Verstreckpunktes sowie die Drehungsverteilung und möglicherweise auch das Auftreten von „geschlossenen Stellen“ beeinflusst wird. Der Untersuchung dieser Zusammenhänge muß man sich unbedingt widmen.

Schmidt: *Mich interessiert noch einmal der Schritt vor dem Texturieren: Als Einsatzmaterial wurde vororientiertes Garn, spinngestrecktes Material, aber auch schnellgesponnenes Material erwähnt. Mich würde der Unterschied interessieren! Welchem Verfahren gibt man hier den Vorzug, oder ist das vielleicht von der Polymerart abhängig?*

Riggert: Der Unterschied zwischen schnellgesponnenem Material und spinngestrecktem Material ist folgender:

Beim schnellgesponnenen Material erfolgt die molekulare Vororientierung im geschmolzenen Zustand, das heißt, die Kettenmoleküle werden durch den Geschwindigkeitsgradienten, der sich in der Verzugzone unterhalb der Spinn Düse einstellt, ausgerichtet.

Beim spinngestreckten Material wird der Faden zunächst abgekühlt, und die Orientierung erfolgt zwar auch unter höherer Temperatur, aber im festen Zustand, das heißt unterhalb des Schmelzpunktes. — Soweit die physikalische Erklärung für diese beiden Vorgänge.

In der Praxis treibt man allerdings die Vororientierung beim Schnellspinnen nicht so weit, daß der Streckprozeß überhaupt überflüssig wird, sondern es bleibt eine gewisse Restverstreckung übrig. Wenn man Polyester beispielsweise mit 3500 m/min spinnst, so muß man anschließend noch um 1 : 1,6 verstrecken, um eine genügende Reißfestigkeit und eine normale Reißdehnung zu erhalten.

Wenn man spinnstreckt, kann man die Fäden direkt auf die gewünschte Reißdehnung und Reißfestigkeit ausstrecken, sodaß ein weiterer Streckprozeß entfällt. Man kann aber auch einen Spinnstreckprozeß ausüben, um vororientiertes Material herzustellen, bei dem noch eine Restverstreckung notwendig ist. Ein solches Verfahren halte ich allerdings für unwirtschaftlich.

Albrecht: Wir haben nun die gesamte Problematik der Texturierung gehört, es wurden Fragen beantwortet, die Prozesse wurden in die einzelnen Elemente zerlegt, und es zeigte sich, daß es verschiedenes zu beachten gibt, was sich praktisch auch im Endartikel niederschlägt.

Wie so oft muß auch hier die Wirtschaftlichkeit auf der einen Seite und die Garnqualitätsaussagen auf der anderen Seite gegeneinander abgewogen werden, um den notwendigen Rahmen für das Friktionstexturieren zu schaffen.

Literatur:

- 1) Quelle: Deutscher Zwirnerverband
- 2) „Texturierindustrie im Wandel“; Chemiefasern/Textilind. 23 (75), 1037 (1973)
- 3) T. A. Finnie: „Future Demand for Texturing Machinery in the USA“; Presentation to the 1973 Fall Meeting of the Textured Yarn Association of America Inc., Greensboro, N. C., Nov. 9. 1973
- 4) „Heberlein-Prognosen für texturierte Garne“; Chemiefasern/Textilind. 23 (75), 793 (1973)
- 5) J. J. Thwaites: „The Mechanics of Friction-Twisting“; J. Text. Inst. 61, 116—138 (1970)
- 6) W. Klein und A. Trummer: „Draw-Texturising Techniques“; Textile Manufacturer 100, 16—23 (1973)
- 7) D. F. Arthur und A. F. Weller: „The Principles of Friction-Twisting“; J. Text. Inst. 51, 66—72 (1960)
- 8) J. Lünenschloß und E. Kirschbaum: „Ein neues Verfahren zur Messung des Torsionsmomentes beim Falschdrahttexturieren mit konventionellen und Friktionselementen“; Textil-Praxis 29, 434—436 (1974)
- 9) J. Lünenschloß, L. Coll-Tortosa und K. Fischer: „Die Messung der Fadendrehung und ihrer Schwankungen am laufenden Faden während des Texturiervorgangs“; Chemiefasern/Textilind. 23 (76), 297—301 (1973)
- 10) J. Lünenschloß, K. Fischer und Z. Modi: „Einfluß von Drallgeberart und Texturierbedingungen auf den Drehungsdichte- und Fadenzugkraftverlauf beim FD-Texturieren“; Chemiefasern/Textilind. 24 (76), 267—271 (1974)
- 11) J. Lünenschloß und K. Fischer: „Einfluß der Drallgeberart und Texturierbedingungen auf den Drehungsdichte- und Fadenzugkraftverlauf beim konventionellen Falschdraht- und Simultanstrecktexturieren“; Chemiefasern/Textilind. 24 (76), 547—549 (1974)
- 12) J. Lünenschloß: „Die Strecktexturierung — Stand und Entwicklung“; Chemiefasern/Textilindustrie 23 (75), 1067—1080 (1973)

Eine erweiterte Form dieser Podiumsdiskussion ist von den Teilnehmern in Vorbereitung und wird von Dr. Wulfhorst demnächst herausgegeben (Deutscher Fachverlag).

Anmerkung der Redaktion

Textile Flächengebilde aus Chemiefasern in der Konfektion (Podiumsdiskussion)

Diskussionsleiter: Dr. Dipl.-Chem.

Eberhard K r a t z s c h,
Enka Glanzstoff AG, Wuppertal

Teilnehmer:

Kurt H. H ö l z,
Pfaff Industriemaschinen GmbH,
Kaiserslautern

Fritz K a u n,
Enka Glanzstoff AG, Wuppertal

Dr. Jürgen M e c h e e l s,
Forschungsinstitut Hohenstein, Bönningheim (Württ.), Schloß Hohenstein

Ing. Bruno R h o m b e r g,
Hämmerle Textilwerke Aktiengesellschaft, Dornbirn

Dr. Friedrich T h a t e r,
Hermann Windel, Bielefeld-Windelsbleiche

Dipl.-Ing. Gerd W i n k l e r,
Zwirnerei und Nähfadefabrik
Göggingen, Werk der Ackermann-Göggingen AG, Augsburg

L. A. W i s e m a n, O. B. E., B. Sc.,
A. R. I. C., F. T. I., Shirley Institute,
Didsbury, Manchester

Der als Einleitung gezeigte Film über eine moderne Hemdenkonfektion macht die vielschichtige Wechselwirkung zwischen Bekleidungsindustrie auf der einen und der Nähfaden- und damit im Hintergrund auch der Chemiefaserindustrie, des Maschinenbaus, der Flächen- und Spinnwebherstellung und insbesondere der Veredlung auf der anderen Seite sichtbar.

Im Anschluß daran unternimmt die Diskussionsrunde den Versuch, die wirklich nötigen Wünsche von den weniger wichtigen Anforderungen zu trennen. Dabei werden Themen wie

- die Qualitätserwartungen der Bekleidungsindustrie gegenüber dem Veredler und anderen Zulieferanten,
- verschiedene Probleme der Nähfäden,
- die Rationalisierung in der Bekleidungsindustrie,
- die Frontfixierung,
- die Web- und Maschenware in der Bekleidungsindustrie,
- das Schweißen als Zukunftsalternative für das Nähen,
- die optimale Konfektion für Berufskleidung

und ähnliches behandelt. Ein Ziel dabei ist der Brückenschlag zwischen Konfektionär und Veredler.

Auch die Frage, ob die mitteleuropäische Bekleidungsindustrie mit all ihren korrespondierenden diversen Industrien in nächster Zukunft noch eine Chance gegenüber der sogenannten „Dritten Welt“ und dem dort zu erwartenden Ausbau der Textilindustrie habe, wird diskutiert.

The introductory film about a modern shirt manufacturing plant shows the manifold interaction between the

clothing industry on the one hand, and the sewing thread industry and thus also the man-made fibre industry, machine construction, production of textiles and especially the finishing processes on the other hand.

Then the discussion group attempts to separate the really necessary requirements from the less important ones. Topics, such as

- quality expectations of the clothing industry from the finishing expert and other suppliers,
- various problems of sewing threads,
- rationalization in the clothing industry,
- front setting,
- woven and knit goods in the clothing industry,
- welding as the future alternative to sewing,
- best possible ready-made working clothes,

and similar topics are discussed. One aim has been the co-operation between the manufacturer of ready-made clothes and the finishing experts.

Moreover, the question is discussed whether the Central European clothing industry and all its various associated industries will in the near future still have a chance against the so-called "Third World" and the expansion of textile industry expected from there.

Albrecht: Die Dornbirner Spielregeln gelten auch für das Podiumsgespräch, für das das Team den Titel: „Bekleidungs- und Textilindustrie auf dem Wege zur Kooperation?“ gewählt hat. Bevor aber die Gruppe die verschiedenen Themenkreise zunächst allein behandelt, wollen wir uns zusammen in das zu besprechende Gebiet durch einen Film einführen lassen. Nach der dann folgenden gruppeninternen Diskussion ist das Auditorium eingeladen, sich mit Fragen und Ergänzungen in das Gespräch einzuschalten. Es kommt uns darauf an, alle technischen Fragen, Probleme und Sorgen, die die Herstellung von Bekleidung betreffen, gründlich zu besprechen und allen daran beteiligten Stufen mehr Verständnis voneinander und damit für das eigentliche Ziel zu vermitteln.

Kratzsch: Das Problem der Wechselwirkung von Textil- und Bekleidungsindustrie ist schon häufig angeschnitten worden, und es hat von beiden Seiten nicht an Bemühungen gefehlt, hier einen Brückenschlag zu bilden. Allerdings war die Zeit zu einem so engen Kontakt, wie er jetzt in einer schwierigeren Zeit notwendig wird, noch nicht ganz reif.

In diesem Sinne stimmt auch der angekündigte Titel nicht ganz. Wir, als Gruppe, hatten uns bei unserem ersten Zusammentreffen entschlossen, das Thema „Bekleidungs- und Textilindustrie auf dem Wege zur Kooperation???“ zu wählen. Diese drei Fragezeichen sollten den Anstoß geben, hier das Thema von beiden Seiten kritisch anzugehen und statt vieler Zweifel (durch die Fragezeichen angedeutet) den Weg zu einer echten Kooperation zu optimieren.

Unsere Aufgabe wird es daher sein, genau die Punkte, die nicht optimal sind und wo man etwas besser machen könnte, herauszuschälen. Vielleicht gelingt es uns. Ob wir tatsächlich am Ende ein Resümee erzielen und genau sagen können, was wir besser machen wollen, das können wir allerdings jetzt noch nicht voraussagen.

Eine unerwartete Schwierigkeit ergab sich, als wir erfuhren, daß der Vertreter der Bekleidungsindustrie

verhindert ist, zu kommen, und wir Herrn **Kaun** (Enka Glanzstoff) im letzten Augenblick bitten mußten, ganz unvorhergesehen in unsere Runde einzusteigen. Wenn daher Herr Kaun die Antworten nicht ganz so aus dem Handgelenk herauschütteln kann, wie das eventuell ein vorbereiteter Vertreter der Bekleidungsindustrie hätte tun können, der gewußt hätte, daß er hier von den Webern, den Veredlern oder den Vertretern irgendeiner anderen Sparte angegriffen wird, so bitten wir um Ihr Verständnis dafür.

Wir sind aber in der glücklichen Lage, Herrn **Dr. Mecheels** (Forschungsinstitut Hohenstein) bei uns zu haben, der hier zwar die Forschungsseite vertritt, aber durch seine engen Kontakte mit der Bekleidungsindustrie auch etwas aushelfen kann, sodaß wir etwaige Vorwürfe auf zwei Schultern legen können.

Herr **Hölz** (Fa. Pfaff) vertritt die Nähmaschinenindustrie. Als Geschäftsführer für den Bereich Marketing übersieht er aber so ziemlich alles, was an Neuheiten und Weiterentwicklungen bei Nähmaschinen geboten wird, kann auch den gesamten Maschinensektor für den industriellen sowie den technischen Bereich der Bekleidungsindustrie abschätzen.

Die Nähfadenindustrie, die in den letzten Jahren Erhebliches leisten mußte, um die ständig schneller werdenden Maschinen in Schwung zu halten, und die auch an der Entwicklung der Wasch- und Pflegetextilien beteiligt war, wird hier von Herrn **Dipl.-Ing. Winkler** (Ackermann-Göggingen AG) vertreten. Herr Winkler ist technischer Leiter des Werkes Göggingen.

Herr **Dr. Thater** ist vielen als Vertreter der Veredlungsindustrie bekannt; er leitet bei der Firma Windel in Windelsbleiche die Anwendungstechnische Abteilung.

Den Teil der Flächengebildeherstellung hat Herr **Ing. Rhomberg**, Technischer Vorstand der Firma F. M. Hämmerle AG., Dornbirn, übernommen.

Vom Shirley-Institut kommt Herr **Wiseman** zu uns. Forschung, Standardisierung und Prüfung sind seine Verantwortungsbereiche, und wir sind für sein Kommen ganz besonders dankbar, weil er für uns gleichzeitig eine Ergänzung zu unserem vielleicht zu kontinentalen Denken darstellt. Gerade in bezug auf die Textilindustrie gehen ja in England die Uhren manchmal etwas anders.

Wir wollen versuchen, die Probleme in gewisse Themenkreise zusammenzufassen, und als ersten Themenkreis anschnitten: **Welche Forderungen hat die Bekleidungsindustrie an alle anderen beteiligten Industrien zu stellen?**

Ein weiterer Themenkreis wird **Nähmaschinen und Nähfaden** umschließen, dem der Problemerkis **Flächherstellung und Veredlung** angeschlossen werden soll. Allerdings möchten wir versuchen, das Auditorium so bald wie möglich in die Diskussion einzuschließen, damit, falls es nicht klappt, die Schuld nicht nur beim Podium allein liegt, sondern teilweise auch beim Auditorium.

Wir haben uns alle bereit erklärt, uns das Wort abschneiden zu lassen, denn wir machen die Sache — wie man so schön sagt — "live", das heißt, es wurden vorher nur einzelne Themenkreise angerissen, die jetzt in einer offenen Diskussion untereinander bzw. mit dem Auditorium erarbeitet werden

sollen. Dank der Technik ist uns das möglich — es sind alle Leitungen frei, sodaß das Gespräch nicht über mich als zentrale Figur laufen muß.

Welche Forderungen hat die Bekleidungsindustrie an alle anderen beteiligten Industrien zu stellen?

Um Sie, meine Damen und Herren, etwas einzuführen und Ihnen die richtige Vorstellung von unserem Problemerkis zu geben, haben wir einen Film vorbereitet. Dieser Film ist aber heute auch schon einige Jahre alt; er zeigt die Herstellung eines Herrenhemdes sowie die vielfältige maschinelle Ausstattung eines solchen Betriebes und veranschaulicht, mit welchen Geschwindigkeiten, mit welchen Rationalisierungen hierbei gearbeitet wird. Seither sind aber gerade auf diesem Sektor die Entwicklungen nicht stillgestanden — doch darüber hören Sie später.

Film.

Nach dieser anschaulichen Einführung werden Sie mir sicher beipflichten, daß die ständig steigende Automation in diesen Betrieben den Zulieferanten zwingt, immer genauer zu arbeiten und so exakt definierte Materialien abzuliefern. Herr Dr. Mecheels hatte sich angeboten, Vorschläge zu unterbreiten, wie man allgemein exakt definierte Materialien erhalten und sich über deren Eigenschaften Gedanken machen könne.

Mecheels: Die Kooperation, von der eingangs gesprochen wurde, geht über das Material, das beide — Hersteller und Verarbeiter — interessiert, nämlich den Stoff im weitesten Sinn — mag es Web-, mag es Maschenware sein.

In früheren Jahren wurde zwischen diesen beiden Industrien nur über vier Eigenschaften, nämlich über den Preis, über den Rohstoff (d. h. über das Fasermaterial, aus dem der Stoff hergestellt war), über das Quadratmetergewicht und über das Dessin gesprochen. Diese Zeiten sind aber inzwischen vorbei. Heute bemühen sich Textil- und Bekleidungsindustrie, Eigenschaftskataloge von den zu verarbeitenden Waren zu entwickeln. Ich möchte ganz kurz darauf hinweisen, welche Eigenschaften ein Stoff haben muß bzw. haben soll (Tab. 1).

Tabelle 1: Materialeigenschaften (Produkt-, Trage, Pflege- und Verarbeitungseigenschaften)

Zuschneiden	Vernähen	Bügeln
Markierbarkeit	Nähbeständigkeit	Dehnen
Schmelzen beim Schneiden	Schiebe- und Nahtausreißbarkeit	Stauchen
Stoffbreite	Stauchung — Dehnung	Maßbeständigkeit
Fehlerhäufigkeit	Nahtkräuselung	Bügelndruck
Dessin-gleichmäßigkeit		Fixierbarkeit
Schrägverzug		Faltenbeständigkeit
Aufmachung		

Die Produktionseigenschaften eines Materials sind die Eigenschaften, die zwangsläufig durch die Produktion gegeben sind. Trageeigenschaften werden im Hinblick auf den Verbraucher angestrebt — ich als Vertreter der Bekleidungsphysiologie denke natürlich

vorerst an den Tragekomfort —, doch gibt es dazu noch weitere Parameter, die einem Material verliehen werden müssen.

Die Pflegeeigenschaften gehen nicht nur den Verbraucher an, sondern auch den Wäscher und den Chemisch-Reiniger. Die Verarbeitungseigenschaften hingegen interessieren vor allem die Bekleidungsindustrie. Daß an diese Verarbeitungseigenschaften ganz wesentliche Anforderungen gestellt werden, konnten Sie dem Film entnehmen. Natürlich ist die Hemdenproduktion in einem sehr hohen Maße automatisiert, sodaß Parallelen zur Fertigung in der Autoindustrie vorliegen. Es herrschen hier recht ähnliche Methoden vor. Die Automobilindustrie kauft aber ihre Materialien nach ganz bestimmten Eigenschaften, die sie von den Lieferanten erfüllt haben will. Die Bekleidungsindustrie ist aber leider noch nicht so weit, daß sie die Materialeigenschaften, die für die Verarbeitung wichtig sind, wirklich definieren könnte. Die Forschungsabteilungen von Bekleidungs- und Textilindustrie streben durch Zusammenarbeit eine Lösung an.

Wichtige Kriterien bei der Verarbeitung

A. Zuschneiden

- Die *Markierbarkeit*: In der Zuschneiderei muß eine Markiernadel durch ein dickes Stoffbündel hindurchgehen, wobei aber die Markierung
 - a) präzise sein muß, das heißt, die Nadel darf nicht abgelenkt werden und muß
 - b) auch in der untersten Lage noch gut zu sehen sein.
- Das *Schmelzen beim Schneiden*: An den Schnittkanten können durch die Reibung hohe Temperaturen auftreten, was bei synthetischem Material Schmelzerscheinungen zur Folge haben kann.
- Die *Stoffbreite*: Daß diese das gewünschte Maß haben soll, ist allen bekannt und braucht wohl keiner näheren Erklärung.
- Die *Fehlerhäufigkeit*: Sie beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des Zuschneidens ganz außerordentlich.
- Die *Dessingleichmäßigkeit*: Sie spielt eine große Rolle, wenn man mehrere Lagen gleichzeitig zuschneiden will.
- Der *Schrägverzug*: Dessen Auswirkung beim Zuschneiden ist leicht abzuschätzen.
- Die *Aufmachung*: Diese soll bei gerollter Ware verzugsfrei und spannungslos verlaufen.

B. Nähen

- Die *Nähbeständigkeit*: Das Problem der Sprengschäden macht bei Maschenwaren immer wieder Sorgen.
- Die *Schiebe- und Nahtausreißfestigkeit*: Sie ist auch eine allen bekannte Erscheinung.
- Die *Stauch- und Dehnungseigenschaften beim Nähen*: Diese werden dann wesentlich, wenn zwei Stoffe mit ungleichen Nahtkonturen zusammen genäht werden müssen. Zwangsläufig muß dabei der eine Stoff gedehnt und der andere gestaucht werden.

- Die *Nahtkräuselung* ist ein Punkt, über den wir uns heute sicher noch eingehend unterhalten werden.

C. Bügeln

- Das *Dehn- oder Stauchverhalten* beim Bügeln,
- die *Maßbeständigkeit*, das heißt die Krumpfung,
- die *Bügeldruckbeständigkeit*, das heißt das etwaige Entstehen eines Bügelglanzes,
- die *Trockenhitze-fixierbarkeit* — vor allem in der Fixierpresse — und schließlich
- die *Faltenbeständigkeit*, das heißt die Formbeständigkeit von Bügel- oder Nahtfalten sind Parameter, die das Bügeln beeinflussen.

Diese Eigenschaften sind alle definierbar, und es bestehen für sie heute bereits Prüfverfahren, die jedoch noch nicht allgemein genormt sind. Es wird daher die Aufgabe der Forschung sein, solche Prüfmethoden als Gesprächsgrundlage zwischen Textil- und Bekleidungsindustrie zu schaffen und dann deren Normung einzuleiten.

Kratzsch: Sie haben uns nun eine ganze Palette von Eigenschaften vorgestellt und diese interpretiert, vertreten Sie nun dazu die Meinung, daß alle die Eigenschaften, die Sie formuliert haben, dem Flächengebilde — ich möchte den Stoff nun ganz generell so nennen — sozusagen als „Steckbrief“ mitgegeben werden müßte, wenn es seinen Weg zur Bekleidungsindustrie läuft? Wenn Sie diese Vorstellung hätten, dann würde das Überprüfen deren Einhaltung doch einen enormen Arbeitsaufwand für die einzelnen Industriezweige bedeuten.

Mecheels: Mit dem enormen Arbeitsaufwand bin ich nicht einverstanden, denn vieles davon wird zum Teil schon heute von der Textilindustrie gemacht bzw. von der Bekleidungsindustrie verlangt. In Einzelfällen wird auf diese Eigenschaften auch heute schon ganz besonderer Wert gelegt, und sie werden dementsprechend geprüft. Im Gegenteil — ich hielte es für eine Vereinfachung, wenn jeder wüßte, worüber gesprochen wird, und wenn man nicht erst eine Reklamation zum Anlaß nähme, um einen Schaden, der bloß auf einem durch mangelhafte Absprache verursachten Mißverständnis beruht, aufzuklären. Die Bekleidungsindustrie sollte daher bestimmte Materialeigenschaften verlangen, und die Textilindustrie sollte ihre Ware nur mit genau angegebenen Eigenschaften anliefern — das würde Klarheit schaffen.

Rhomberg: Mit Ihrer Wunschliste von Eigenschaften haben Sie den Stoffhersteller und damit die gesamte Textilindustrie angesprochen. Es wäre sicher ein Armutszeugnis, wenn die Textilindustrie diese minimalen Forderungen, die hier von der Bekleidungsindustrie erhoben werden, nicht als eine Selbstverständlichkeit ansähe. Soweit ich in der Lage bin, die gesamte Textilindustrie zu vertreten, kann ich hier versichern, daß jeder modern geführte Textilbetrieb Ihre vorgetragenen Wünsche zu erfüllen versuchen wird. Es wäre doch undenkbar, wollte ein Textilbetrieb ziellos einen Stoff herstellen und diesen mit den frommen Wünschen auf den Weg schicken, er möge in der weiteren Verarbeitung gut ankommen und auch alle Verbraucherwünsche erfüllen.

Eine gezielte Stoffproduktion muß bei der Garnher-

stellung, bei der Wahl der Rohstoffe beginnen. Dichte, Bindungsart und Flächengewicht bestimmen weiterhin die Stoffkonstruktion und die Produktion. Moderne Textilunternehmen verfügen heute über genaue Qualitätskontrollen sowohl während des Produktionsablaufes als auch Qualitätsendkontrollen und sehen Eigenschaften wie Knittererholung, Pflegeleichtigkeit, Schiebefestigkeit, Dehnung, Einsprungswert usw. als die Grundlage ihrer gesamten Stoffeigenschaften an.

Kaun: Wenn diese Verhältnisse in allen Betrieben der Textilindustrie — diese Verhältnisse mögen vielleicht auf Ihr Haus zugeschnitten sein — so ideal wären, dann bräuchten wir uns über das gesamte Thema, über diesen Katalog, der hier aufgezeigt ist, überhaupt nicht zu unterhalten, und wir hätten in der Konfektion kaum Probleme. Ich gehe noch weiter und möchte den Katalog noch verlängern.

Mecheels: Herr Rhomberg, wir widersprechen einander eigentlich nicht. Die Eigenschaften, die die Bekleidungsindustrie in der aufgezeigten Art fordern könnte, kann die Textilindustrie erfüllen.

Ich möchte aber nur auf eine ganz große Panne hinweisen, die in den letzten Jahren passierte: Die Textilindustrie hat HAKA-Jersey gemacht und die Bekleidungsindustrie hat ihn gekauft und wie Webstoffe verarbeitet. Der Erfolg war negativ. Das war aber weder die Schuld der Maschenindustrie, noch die Schuld der Bekleidungsindustrie, sondern es lag nur in der mangelhaften Zusammenarbeit, an dem ungenügenden Informationsaustausch. Eine solche Panne dürfte nicht passieren, daher gebe ich diese Empfehlungen.

Kratzsch: Ich muß mich hier ganz kurz dazwischenschalten, weil ich vermeiden möchte, nun in eine Diskussion über den Herren-Jersey zu geraten. Nicht, weil ich ihn nicht besprechen will, sondern weil ich ihn an der Stelle zur Diskussion stellen möchte, wo er in den Gesamtrahmen hineingehört.

Rhomberg: Zugegeben, Herr Kaun, es bestehen von Betrieb zu Betrieb erhebliche Unterschiede, und es arbeitet nicht ein Unternehmen wie das andere. Ich ging aber von der Voraussetzung aus, daß es sich um einen modern geführten, mit neuen Erkenntnissen ausgerüsteten Textilvollbetrieb handelt.

Ein Vertikalunternehmen, das von der Faser ausgehend die Spinnerei, die Weberei und die Veredlung in einer Hand hält und daher optimale Bedingungen in allen Fabrikationsphasen einbauen kann, hat natürlich einen großen Vorteil gegenüber dem einstufigen Textilunternehmen, das auf Zulieferungen angewiesen ist und die Steuerung nicht so beherrschen kann.

Wenn aber ein Vertikalunternehmen einen neuen Stoff herausbringt, so wird, wenigstens in unserem Haus, dieser Stoff entsprechend seiner Zusammensetzung gewissenhaft konstruiert. An die erfolgreichen Qualitätskontrollen schließen sich ausgedehnte Trageversuche an, nach deren positivem Ausfall das Material auf den Markt gebracht und der Konfektion als gebrauchsfertiger Stoff angeboten wird. Nur unter diesen Voraussetzungen — bei einem gleichzeitigen engen Kontakt mit der Bekleidungsindustrie, der sowohl bezüglich der Anforderungen der Konfektionäre als auch der Ansprüche der Kunden hinsichtlich

Trageverhalten und Pflegeeigenschaften, die Textilwirtschaft auf dem laufenden hält — haben wir Aussicht, zu einer optimalen Kleidung zu gelangen.

Kaun: Ich glaube, gerade hier liegt das große Problem. Was in Ihrem Hause ideal ist, sieht natürlich in den normalen Fällen — und in sehr vielen Fällen — ganz anders aus.

Man hört so häufig von der berühmten Pipeline, die beim Spinner beginnt und immer erst endet, wenn das Textilgut vorliegt! Es ist dann gewebt, gefärbt, es riecht gut, das Gewicht stimmt — und das übrige interessiert weiter nicht mehr. Wir müssen uns im Grunde alle verstärkt angewöhnen, mehr zu informieren und daran zu denken, daß hinter uns auch noch Partner sitzen. In vielen Fällen muß auch der Bekleidungshersteller berücksichtigen, daß hinter ihm der Wäscher bzw. der Chemisch-Reiniger das fertige Kleidungsstück auch noch bearbeiten muß. Er kann nicht irgendeine Berufskleidung erstellen, sondern er muß sie so gestalten, daß der Wäscher hinterher die Möglichkeit hat, sie mit modernsten Mitteln kostengünstig zu reinigen und zu finishen.

Wir müssen aufhören, uns fachintern zusammenzusetzen und Probleme zu besprechen, die ein anderer zu lösen hat; es muß angestrebt werden — das wäre auch ein Vorschlag für Dornbirn —, daß die Bekleidungshersteller mehr in dieses Textilboot miteinsteigen.

Die von Herrn Dr. Mecheels aufgezeigte Eigenschaftszusammenstellung kann ich nur bestätigen. Allerdings wäre aber zu unterscheiden, für welchen Verwendungsbereich das textile Flächengebilde produziert wird. Die Konfektion umfaßt einen sehr großen Kreis. Die Herrenoberbekleidungsindustrie, die Damenoberbekleidungsindustrie, die Sportbekleidungsindustrie usw. — sie alle haben ganz spezielle und spezifische Vorstellungen und Ansprüche an Oberstoffe, Futterstoffe und Zubehör. Die Mängel, die hier aufgezeigt werden, sind nicht in überwiegender Maße auf oder bei jedem Produkt vorhanden, sie treten aber auf und sind oft sehr störend, weil ja vor allem einwandfreies Material in Mitleidenschaft gezogen wird.

Kratzsch: Ist es möglich, daß die Bekleidungsindustrie präzisere Wünsche äußert?

Aus den Ausführungen von Herrn Rhomberg ging doch ganz klar hervor, daß es ein gut geführtes, modernes Textilunternehmen für eine Selbstverständlichkeit erachtet, eine maßstabile, fadengerade usw. Ware zu liefern. Auch glaube ich, daß sich in Zukunft nur solche Betriebe werden halten können, die dieses Maß an Zusammenarbeit pflegen und sich den Aufwand leisten, nicht ständig nach dem Schema einer inspirierten Improvisation zu arbeiten.

Es wäre daher doch notwendig, daß die Bekleidungsindustrie ihre Vorstellungen klar aufzeigt, sodaß man damit an die Textilindustrie herantreten und anfragen kann, ob diese Forderungen erfüllt werden können. Nur auf diese Weise können sich beide Seiten auf einer für sie tragbaren Ebene bewegen.

Kaun: Wir haben vor einigen Monaten einen Fragebogen an die Bekleidungsindustrie verschickt und die Fragen, die Herr Mecheels hier aufgeführt hat, mit Ergänzungen versehen. Wir wollen hierdurch feststellen, welche Fehler bei der Stoffeingangsprüfung

am häufigsten festgestellt werden und welche sich erst während der Verarbeitung einstellen — Fehler, die man vorher nicht erkennen kann. Die Resultate liegen leider noch nicht vor.

Einige ganz klare Forderungen, die für alle Sparten der Bekleidungsindustrie gelten, möchte ich formulieren:

1. Krumpfwerte

Die Krumpfwerte sind für die HAKA genauso bedeutungsvoll wie für die Berufskleidung oder für Herrenoberhemden bzw. für Blusen. Man sollte in dieser Beziehung wirklich nur Ware auf den Markt bringen, die gute Werte aufweist und die die gestellten Forderungen erfüllt. Kann man diese aus ganz bestimmten technischen Gründen nicht erfüllen — wie dies bei Single Jersey der Fall ist —, so muß man das dem Verarbeiter mitteilen. Dadurch kann er sich auf dieses Produkt einstellen und es trotzdem am Leben erhalten. Wenn man aber die Ware als einwandfrei anbietet, wobei jeder 1 % Krumpf erwartet, und es ergeben sich 6 % in der Verarbeitung, dann gibt es Ärger. Es ist besser, dem Partner seine Grenzen und seine Möglichkeiten aufzuzeigen. Umso leichter kann sich der Konfektionär darauf einstellen.

Kratzsch: Bitte, legen Sie doch gleich Krumpfwerte fest, Herr Kaun.

Kaun: Das kann ich tun: 1 % für die HAKA, 1 % für die Berufskleidung, 1 % für . . . usw. — Es gibt natürlich Fälle, beispielsweise beim Single Jersey, wo wir mit höheren Krumpfwerten leben müssen. Wir können das auch, wenn wir es nur vorher wissen.

2. Die Schußschiefe

Sie bereitet gerade zur Zeit wieder sehr viel Ärger, weil die Mode auf Grund des Schlabberlooks in der DOB (Damenoberbekleidung) einen fließenden Fall der Ware anstrebt. Schußschiefen und Schußbogigkeit, die in der Meterware nicht sichtbar sind, konfrontieren aber bei zugeschnittenen Teilen den Konfektionär mit großen Problemen.

3. Die Kanten

Diese sollen nicht zu lang, aber auch nicht zu kurz sein; — das ist unsere Bitte an die Weber!

Das sind nun drei ganz markante Punkte, die in der Textilindustrie, wie mir im eigenen Hause immer wieder bestätigt wird, technisch sicher zu lösen wären. Deshalb stellt sich mir die Frage: Warum löst man sie dann nicht?

Kratzsch: Ja, das stimmt. Wie sollen die Kanten sein, wenn Sie sagen: nicht zu kurz und nicht zu lang?

Kaun: Die Kante soll das gleiche Bild ergeben und soll beim Legen genauso flach liegen wie die übrige Ware.

Rhomberg: Es kristallisiert sich ganz klar heraus, was die Bekleidungsindustrie von der Textilindustrie, das heißt vom Gewebe, das sie zum Verarbeiten übernimmt, erwartet. Wie aber kann eine Verständigung erreicht werden? Wie kann die Konfektion dem Produzenten der Textilindustrie ihre Wünsche unterbrei-

ten, und wie erhält sie eine Sicherstellung, daß diese auch erfüllt werden?

Aus meiner Praxis kenne ich zwei Arten von Kunden, 90 bis 95 % davon sind Konfektionäre. Ein Teil legt der Bestellung gleich eine "check list" mit Standards bei, die der Stoff, den wir liefern, erfüllen muß. In dieser Liste sind natürlich oft Werte enthalten, die uns vor ungeheuer große Schwierigkeiten stellen. Auf der anderen Seite versteht es sich aber von selbst, daß — wenn man einen solchen Auftrag übernimmt — man auch die Verpflichtung eingeht, diese Werte genau einzuhalten und durch Qualitäts- und technische Wertkontrollen ständig zu überprüfen. Dieser Kundenkreis ist aber prozentuell relativ klein.

Die meisten Konfektionsbetriebe haben überhaupt noch keine klaren Vorstellungen, was sie tatsächlich in einem gegebenen Fall von einem Stoff erwarten.

Wir, als qualitätsbewußtes Textilunternehmen, wollen aber nicht warten, bis die Probleme und Wünsche an uns herangebracht werden, sondern haben einen Service aufgebaut — und ich glaube, das ist die Aufgabe der Textilindustrie —, in dem eine Konfektionsberatung eingegliedert ist. Dazu gehört, daß wir regelmäßig die Konfektionsbetriebe besuchen und bei der Verarbeitung unserer Stoffe teilweise dabei sind bzw. die Verarbeitungsweise mit den Konfektionstechnikern diskutieren und prüfen. So versuchen wir, in Gemeinschaftsarbeit ein Optimum einerseits durch die Zusammenarbeit aller an der Stofferzeugung Beteiligten (Spinner, Weber, Veredler) sowie durch die Ausstattung der Stoffe mit den besten Gebrauchswerten zu erreichen. Andererseits streben wir auch an, durch die richtige Konfektionierung — denn auch in der Konfektion kann man einen guten Stoff schlecht verarbeiten — zu einem allseits befriedigenden Ergebnis zu kommen.

Kratzsch: Darf ich Sie noch einmal ganz kurz nicht als Vorstandsmitglied Ihres Hauses, sondern als Vertreter der Flächengebildehersteller ansprechen?

Rhomberg: Meine Ausführungen galten doch ganz allgemein. Das sind Aufgaben, die bei der Herstellung eines guten Stoffes erfüllt werden müssen.

Kratzsch: Wie weit glauben Sie, daß ein solcher Kontakt zwischen der Konfektions- und der Textilindustrie allgemein üblich ist? Entsprechen Ihre Ausführungen den normalen Verhältnissen? Oder ist das, was Sie hier ausführten, als Pionierarbeit anzusehen? Woher käme es sonst, daß Herr Kaun mehr Informationsaustausch verlangt bzw. Fälle zitiert, in denen es zu Schwierigkeiten kam, weil ein ungeeigneter Futterstoff verwendet oder ein schiefer Schuß angeliefert wurde — usw.?

Ich teile durchaus Ihre Meinung, daß es wichtig ist, Standards zu schaffen, damit klare Verhältnisse herrschen und es auf beiden Seiten keinen Ärger gibt. Aber inwieweit ist der Kontakt, den Ihr Haus bereits aufgebaut hat, in Ihrer Branche üblich?

Rhomberg: Ich kann das zwar nur schwer beurteilen, doch glaube ich, daß hier schon noch sehr viel Arbeit geleistet werden muß und daß hier noch sehr große Lücken klaffen.

Kratzsch: In Ihrer Branche ist also trotzdem noch einiges zu leisten, wobei ich nicht sagen möchte, daß es nur die Aufgabe der Textilindustrie ist, als Bring-

schuld an die Konfektion diesen Informationsaustausch einzuleiten, sondern es müßte die Konfektion auch als Holschuld daran mitarbeiten. Das geht natürlich nur, wenn beide Seiten aufeinander zukommen und sich nicht einer auf den anderen verläßt. Ich bin überzeugt, daß Sie mit den Maßnahmen, die Sie aufgezeigt haben, einen guten Anfang gemacht haben.

Rhomberg: Es gibt aber auch noch sehr viele kleine Konfektionsbetriebe, die ganz einfach nicht die technischen Voraussetzungen haben, eine vollständige und präzise Wunschliste über die Eigenschaften der zu verarbeitenden Stoffe aufzustellen.

Mecheels: Hier sagen Sie genau das, was auch ich meine: Können tut man es schon, aber tun tut man es nicht! Vielleicht ist dieses Gespräch eine Grundlage für die Entwicklung einer besseren Zusammenarbeit.

Herr Kaun sprach gerade von der Krumpfung und nannte den Wert: 1%. Es ist aber nicht allgemein bekannt, daß der Krumpf auch 1% betragen soll, weil ein Nullschumpf oder ein Plusschumpf, die natürlich auch möglich sind, unter allen Umständen vermieden werden müssen, da es sonst Verarbeitungsschwierigkeiten gibt. Ich bin aber überzeugt, Herr Rhomberg, daß jeder Ihrer Kunden, würde er darum gefragt werden, andere Schumpfwerte forderte. Wenn Sie sich nun aber auf alle Wünsche einstellen müssen, dann wird das für Sie teuer und unrationell. Es wäre daher wohl besser, man würde hier vereinheitlichen und zu einer einzigen Sprache finden.

Wiseman: Wir haben dieses Ziel in England teilweise schon erreicht. Die Initiative dafür ging aber weder von der Textilindustrie noch von der Bekleidungsindustrie aus, sondern wurde von einem Kunden, von Marks & Spencer, ausgelöst. Es gibt viele Firmen in England, aber sicher auch auf dem Kontinent, die mit Marks & Spencer zusammenarbeiten, und alle diese müssen die Spezifikationen, die gefordert werden, einhalten. Also, man sieht, daß man so etwas machen kann. Es ist fast eine Tragödie, daß diese Standardisierung nicht von der Textil- oder von der Bekleidungsindustrie ausgegangen ist, sondern von einem Handelsunternehmen, das im Grunde mit der Herstellung der Kleider selbst nichts zu tun hat, sondern sie nur verkauft.

Kratzsch: Hat sich dies bewährt?

Wiseman: Vor ungefähr 40 Jahren wurde dieses Konzept von einem Dr. Kann aus Deutschland in England eingeführt. Marks & Spencer haben eigene Labors, die zwar relativ klein sind, eingerichtet, in denen anfänglich eigentlich alles kontrolliert wurde; angefangen vom Rohmaterial über die Garnart mußten die Angaben ganz exakt eingehalten werden. Sogar Nähanleitungen usw. wurden gegeben. Heute werden die einmal festgelegten Bedingungen nur in Stichproben beim Einkauf geprüft. Werden die Spezifikationen nicht erfüllt, dann scheidet die Lieferfirma aus der Liste der Zulieferanten aus. Heute arbeiten sehr viele Firmen im In- und Ausland nach diesen Marks-&-Spencer-Spezifikationen.

Kratzsch: Inwieweit zeigen sich in Mitteleuropa ähnliche Ansätze? Auch hier gibt es doch große Einkaufszentren, die eigentlich über so etwas Ähnliches verfügen müßten!

Thater: Auch in der Bundesrepublik beginnt sich

etwas Ähnliches anzubahnen. Die großen Versand- und Kaufhäuser gehen zu einer intensiven Gütekontrolle und Gütesicherung über, das heißt, wir werden in nächster Zeit ähnliche Wunschlisten erwarten können, und daß Marktpulse vom Handel her kommen werden. Die Konfektion, die Stoffhersteller, aber auch die Veredler werden sich danach ausrichten müssen.

Nun aber noch einen kleinen Nachtrag: Die letzte Verarbeitungsstufe vor der Konfektion ist ja nicht der Stoffhersteller, sondern der Veredler. Ich lege doch Wert darauf, dies zu betonen und vor allem festzustellen, daß die Veredlung eine eigenständige Verarbeitungsstufe ist, die durchaus einen Stoff für die Konfektion verderben — das soll auch vorkommen —, aber auch normalerweise aufbereiten kann. Die Tagungsvorträge von Dr. Unger oder Dr. Bröckel zeigten ebenfalls, daß die Veredlung eine Schlüsselstellung bei der Herstellung konfektionsfertiger Ware einnimmt. Die Stückveredlung ist dabei die charakteristischste Veredlungsart; sie wird bekanntlich in allen übrigen Verarbeitungsstufen, z. B. der Synthesefaser- und Garnherstellung, ergär. Die Idealvorstellungen, die Herr Rhomberg hier entwickelte, kann ich leider nicht teilen. Es sind die ganz seltenen Fälle, bei denen in dieser Art praktiziert wird. Erst seit kurzem sind Bemühungen der Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie vorhanden, um festzustellen, was Verarbeitungsreife eigentlich bedeutet und die notwendigen Prüfmethode festzulegen. Das sollte uns doch zu denken geben, daß sich erst 1974 — nach einer langen Zeit gemeinschaftlicher Arbeit — diese Ansätze zeigen.

In der Bundesrepublik werden heute ungefähr 50% des Veredlungsvolumens von einstufigen Veredlungsbetrieben bearbeitet. Es ist sicher kein Zufall, daß diese Zahl über Jahrzehnte hinaus unverändert geblieben ist. Interessanterweise erhalten die einstufigen Veredler ihre Aufträge zu 30 bis 40% aus den Vertikalbetrieben. Warum das so ist? Darüber müßte man eigentlich ein gesondertes Podiumsgespräch abhalten, ich möchte es hier nur als Hinweis erwähnen.

In der Auftragsveredlung, für die ich hier sprechen kann, leiden wir heute noch unter den schon angesprochenen Schwierigkeiten, beispielsweise unter der unzureichenden Definition des Qualitätsbegriffes. Dieses Problem trifft uns immer wieder, weil wir selten wissen, wie ein Stoff später konfektioniert wird. Man läßt dieses Problem aber auch absichtlich offen, denn man muß ja beweglich sein, beispielsweise in modischen Belangen, vor allem vor Messeterminen, um im letzten Augenblick noch variieren zu können. Verständlich ist das also.

Zweitens sind die Qualitätsprüfungen noch keinesfalls eindeutig und genormt, was notwendig wäre, um die gleichen Kriterien unter gleichen Bedingungen zu prüfen und uns dann erst die Möglichkeit gäbe, uns zu verständigen. Diese Arbeit wird im Bereich von Dr. Mecheels bereits durchgeführt. Außerdem herrschen auch unterschiedliche Qualitätserwartungen. Wir machen beispielsweise etwas, die Konfektionäre stellen sich das Ergebnis aber anders vor. Man müßte sich daher eigentlich permanent miteinander unterhalten, was naturgemäß Grenzen hat. Man sollte die angestrebten Idealzustände nicht generell als rasch zu verwirklichen ansehen. Sicher wird eine intensive Zusammenarbeit die Lösung

sein — wie sie aber im einzelnen stattfinden soll, muß gegenwärtig noch offen bleiben.

Herr Dr. Sprenkmann machte beim Texturierpodiums-gespräch eine Diskussionsbemerkung über die Bedeutung der Präparation für den Texturierprozeß und meinte, daß nur Hilfsmittelhersteller, Texturierer und die Chemiefaserindustrie gemeinsam die Probleme lösen könnten. Diese Bemerkung wurde nach meiner Meinung nicht ernst genug genommen, denn man ging viel zu schnell zur Tagesordnung über; daher möchte ich hier noch einmal betonen, daß ich generell die einzige Chance für Fortschritte in interdisziplinären Ausschüssen sehe, in denen man sich der Lösung dieser Fragen gemeinsam annimmt.

Die Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie hat in der Bundesrepublik einen Merkmalskatalog herausgebracht, der etwa 300 Kriterien enthält, nach denen ein konfektionsfertiger Stoff bewertet werden kann. Natürlich ist das eine sehr große Zahl, und wir haben ermittelt, daß bei etwa zwei Drittel der angegebenen Kriterien die Veredlung beteiligt ist.

Darf ich hier einige Punkte nennen, die charakteristisch für die Beziehung Konfektion/Veredlung sind, damit dieses Thema jetzt abgehandelt werden kann?

Kratzsch: Könnten wir den Themenkreis Veredlung — Konfektion noch ein bißchen zurückstellen? — Ich hätte diesen Themenkreis gern getrennt behandelt. Wir kommen sonst zu weit von der Besprechung der Wünsche der Bekleidungsindustrie weg.

Thater: Darf ich dann mit einem kurzen weiteren Hinweis abschließen: In Zukunft dürfte nur der Konfektionsbetrieb eine Chance haben, der flexibel ist, das heißt, der in der Lage ist, sich unterschiedlichen Materialien anzupassen, und der nicht darauf drängt, mit den vorhandenen Maschinen und Automatisierungsanlagen alles in gleicher Weise sozusagen über einen Leisten zu schlagen.

Kaun: Das setzt aber immer mehr voraus, daß der Konfektionär nicht mehr gezwungen wird, seine Ware vorher zu prüfen, nur um festzustellen, ob er sie flexibel verarbeiten kann. Die Forderungen werden immer strenger, je flexibler und je schneller wir werden sollen.

Thater: Ich glaube, wir sollten den Punkt, wer prüft bzw. wer prüfen soll, auch noch einmal extra behandeln.

Kratzsch: Ich würde den Punkt, wer was tun soll, ganz gerne jetzt drannehmen, denn im Moment sind alle zur Zusammenarbeit bereit. Welche Anstöße könnte man geben, um wirklich etwas zustandezubringen?

Wenn schon Marks & Spencer solche Spezifikationen hat, dann bin ich doch überzeugt, daß die großen deutschen Einkaufshäuser ebenfalls so etwas Ähnliches vorliegen haben. Ist es möglich, daß man hier beginnt und nicht alles dem Zufall überläßt?

Merkle: Sie hatten eingeladen, das Problem, das Herr Dr. Wiseman angeschnitten hat, noch einmal aus mitteleuropäischer Sicht zu beleuchten: Es kann einem mitteleuropäischen Chemiefaserhersteller ohneweiters passieren, daß — wenn er ein in Deutschland entwickeltes Garn für den englischen Bereich auswerten läßt — er es mit der Beurteilung zurückerhält: 'Acceptable by Marks & Spencer Standards'. Wir haben hier schon einen Durchgriff bis zum Chemiefaserhersteller

in Deutschland. Auf dem europäischen Kontinent ist ähnliches noch nicht vorhanden.

Kratzsch: Ich bin überzeugt, daß keiner der hier vertretenen Betriebe diese Spezifikation scheut. Wir müssen einmal anfangen, uns diese Notwendigkeit ins Bewußtsein zu rufen, denn sonst laufen wir Gefahr, plötzlich zehn verschiedene Spezifikationskataloge erfüllen zu müssen, nachdem jeder etwas anderes entwickelt, und der Letzte, 'den die Hunde immer wieder beißen', weiß nicht, wie er mit der Vielfalt zurechtkommen kann. Wir wollen aber doch rationalisieren. Ich suche deshalb hier einen brauchbaren Weg für die Ausarbeitung von für alle annehmbare Standards.

Berghofer: Herr Kaun hatte vorhin von 1% Krumpf gesprochen. Für uns Weber wäre es sehr wichtig, hier zu präzisieren, bedeutet dies dasselbe wie $\pm 1\%$ Dimensionsstabilität? Wie Sie wissen, sind Pluswerte in der Konfektion das Schlechteste, was man überhaupt haben kann.

Verstehen Sie unter Krumpf den Krumpf bei Trockenhitzebehandlung oder bei Dampfbehandlung oder bei der Wäsche? Da gibt es ziemliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Bestimmungsmethoden.

Kaun: Gemeint ist in erster Linie der Bügelschrumpf und der Schrumpf bei Temperaturen während des Frontfixierens, also bei einer Hitzebehandlung von 150°C.

Berghofer: Heißt das, daß der Wascheinsprung höher sein kann?

Kaun: Das ist nicht gesagt. Wir haben auch festgestellt, daß selbst wenn der Bügelschrumpfwert bei Dampf oder der Fixierschrumpfwert bei 150°C über 1% liegt, der Waschschrumpf auf jeden Fall bei oder unter 1% liegt.

Meechels: Herr Kaun hat den Waschschrumpf sicher deshalb nicht erwähnt, weil dieser keine Verarbeitungseigenschaft ist. Er steht natürlich auf dem anderen Blatt und spielt dann schon auch eine Rolle.

Kratzsch: Darf ich jetzt von diesem Thema abgehen — wobei ich aber gegen Ende der Diskussion noch einmal darauf zurückkommen will. Es muß hier etwas geschehen, damit wir uns in zwei Jahren nicht wieder zusammensetzen und wieder die gleichen Tränen weinen.

Nähmaschine und Nähfaden

Hölz: Hat man — und ich möchte hier nicht nur die Nähmaschine allein, sondern die Bekleidungsmaschine, das heißt die Stofflegmaschine, die Zuschneidemaschine usw., schlechthin mitvertreten — je daran gedacht, daß am anderen Ende dieser Pipeline, die beim Faserproduzenten beginnt und über die Qualitätskontrolle von Marks & Spencer bis zum Konfektionär geführt wurde, die gesamte Bekleidungs-maschinenindustrie steht und daß diese auf jeden Fall von der Gegenseite an diese Pipeline angeschlossen gehört? Dies schon deshalb, weil vielleicht ein Problem nur deshalb ansteht, weil man in der letzten Konsequenz die modernsten Möglichkeiten der Bekleidungs-maschinenindustrie entweder nicht berücksichtigt oder vergessen oder in einem entsprechenden Konfektionsbetrieb nicht vorgefunden hat. Die Informationskette

von und zur Maschinenseite ist daher meiner Meinung nach ebenso wichtig.

Dazu aber noch eine kleine spitze Bemerkung: Die Qualitätskontrolle dieser Einzelhandels- bzw. Versandhäuser hat für uns als Zuträger zur Konfektion ganz sichtbare Nachteile aufgezeigt. Die Prüfer sind dort nämlich sehr stark stoff- oder chemieorientiert, aber in keiner Weise maschinenorientiert, sodaß man Verarbeitungsmethoden zu Standards macht, die längst überholt sind und deshalb wieder Probleme aufwerfen, die man nicht hätte, wenn man mit modernen Maschinen arbeitete. Dies ist wieder ein Grund dafür, daß man diese Kette, von der Herr Rhomberg sprach, bis zum Bekleidungsmaschinenhersteller fortsetzen sollte. Daß dazwischen der Bereich des Nähgarns und der Nadel liegt, ist wohl für diesen Kreis ganz selbstverständlich.

Der Fortschritt in der Bekleidungsmaschinenindustrie in den allerletzten Jahren ist so enorm — vor allem auch gedrängt durch das Auftreten verarbeitungsschwieriger Materialien —, daß unserer Ansicht nach nicht nur wegen der Steigerung unseres Umsatzes, sondern wegen der Einheitlichkeit der gegenseitigen Hilfe eine durchreichende Pipeline, die nirgends verstopft, behindert oder abgeknickt ist, sehr wesentlich erscheint.

Winkler: Die Nähgarnindustrie ist schon auf Grund der „Naht“ zwischen Stoffhersteller und Konfektionär eingeschaltet und gezwungen, schon seit Jahrzehnten einen sehr aufwendigen Service zu unterhalten. Es finden daher auch praktisch wöchentlich in unseren textiltechnischen Laboratorien Gespräche zwischen Stoffherstellern und Konfektionären statt. Ursache sind leider immer wieder Reklamationen. Die Schuld liegt aber meistens nicht nur beim Konfektionär. Als Lösung — im Gespräch zu dritt — übernimmt meistens 50 % der Stoffhersteller oder der Ausrüster und läßt sich dazu etwas einfallen und 50 % der Konfektionär, der seinen Maschinenpark auf den neuesten Stand oder auch nur in Ordnung bringt.

Es war für mich interessant zu hören, daß auch die Textilindustrie einen Service unterhält — ebenso wie die Maschinenhersteller; volkswirtschaftlich gesehen wäre es natürlich da schon sehr interessant, eine Möglichkeit zu finden, diese sehr aufwendigen Bemühungen zu vereinigen.

Kratzsch: Wenn schon von spitzen Bemerkungen und von Reklamationen die Rede ist: Sie selber zahlen nie?

Winkler: Manchmal auch.

Hölz: Für viele von Ihnen war vielleicht der Film ein erster Einblick in den Automationsgrad bzw. Mechanisierungsgrad der Konfektion. Der Film ist aber vier Jahre alt. Seitdem wurde ein so enormer Fortschritt erzielt, der kaum vorstellbar ist.

Kratzsch: Bitte, darf ich vorerst doch noch einmal die Stellungnahme der Textilindustrie hören?

Rhomberg: Die Bekleidungsindustrie hat klare Vorstellungen und Wünsche, ist aber der Meinung, diese seien vom Stoff noch nicht restlos erfüllt. Die Textilindustrie kann ihre Aufgabe, eine optimale Ware für die Bekleidungsindustrie zu liefern, nur dann erfüllen, wenn die drei Stufen Spinnen, Weben und Ausrüsten gut aufeinander abgestimmt sind. Die Eigenschaften, die ein Stoff haben muß, müssen ihm in der Konstruk-

tion verliehen werden; man kann aus einem Stoff mit einem Quadratmetergewicht von 200 g nicht durch irgendwelche Veredlungsmanipulationen einen schweren Anzugstoff herstellen, denn hierfür ist die Konstruktion falsch und infolgedessen wäre dieser Stoff für diesen Gebrauchszweck nicht verwendbar.

Wenn sich nun Verbände mit der Frage der Zusammenarbeit befassen und umfangreiche Listen mit einigen hundert Gebrauchswerten herausgeben und diese zu Normen erklären, so halte ich das für keine Lösung.

Ich bin ein Mann der Praxis, und ich glaube, daß wir nicht warten sollten, bis Verbände — vielleicht sogar betriebsfremd, in irgendeinem großen Büro — Listen zusammenstellen und zusammentragen. Wir sind Lieferanten von Marks & Spencer, und wir kennen genau die Qualitätsvorstellungen dieser Firma. Wir warten auch nicht auf irgendwelche Listen, die uns überreicht werden, sondern wir versuchen in direktem Kontakt mit den großen Konfektionsbetrieben — die kleinen schwimmen automatisch mit — herauszufinden, welche Ansprüche und Wünsche unsere Kunden an unsere Stoffe stellen werden. Wir versuchen, alle diese Wünsche bei der Herstellung unserer Materialien zu berücksichtigen, wobei wir es uns nicht erlauben können, auf eine Qualitätskontrolle — sowohl Labortests als auch Tragetests — in unseren Betrieben zu verzichten. Auf diese Weise erhalten wir Aussagen, ob unsere Kunden tatsächlich befriedigt werden.

Herr Dr. Mecheels, auch die Autoindustrie wartet nicht, bis irgendwelche Listen an sie abgegeben werden, sondern der Produktion geht hier eine Marktforschung voraus, wodurch genau festgestellt wird, was der Konsument, der Verbraucher, vom Auto erwartet. Ist das Auto hergestellt, wird es getestet und untersucht, um zu sehen, ob es diesen Ansprüchen gerecht wird. Die Textilindustrie kann sich dieser Aufgabe auch nicht entziehen. Sie muß versuchen, Stoffe zu entwickeln, die optimal alle Voraussetzungen mitbringen, die die Konfektion braucht.

Kaun: Das Beispiel, das Sie gebracht haben, einen Stoff mit einem Quadratmetergewicht von 200 g durch Ausrüstemittel schwerer zu machen, war ein ganz großartiges Beispiel. Die Auswirkungen sind folgeschwer: Wir haben Schwierigkeiten in der Näherei, erhalten Krausnähte und eine erhöhte Nadel-erwärmung, es ergeben sich Schwierigkeiten beim Frontfixieren oder beim Verkleben mit Einlagen usw. Das ist aber ein typischer Fall, wie er landauf, landab praktiziert wird. Dagegen weiß die Bekleidungsindustrie keine Abhilfe. Stimmt das, Herr Dr. Thater?

Thater: Ja, ich stimme Ihnen zu.

Mecheels: Herr Rhomberg, darf ich Sie in einem Punkt korrigieren? — Ich vertrete hier zwar die Bekleidungsindustrie, muß aber etwas nicht sehr Ruhmvolleres sagen. Sie sagten, die Bekleidungsindustrie hätte eine klare Vorstellung, von dem, was sie wolle. Das trifft aber leider im allgemeinen nicht zu. Wir haben hier einige Beispiele, wie Marks-&-Spencer- oder Quelle-Qualitätsnormen. Das ist aber so ziemlich alles; im allgemeinen weiß sie nicht, was sie wirklich will.

Der Eigenschaftskatalog von der Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie ist nicht von einem Verband. Zwischen der Textil- und der Bekleidungsindustrie haben sich bisher Verbände hauptsächlich

über Lieferkonditionen, Fehlvergütungen usw. unterhalten, was zu einem Verhältnis führte, das dem technischen Problemkreis nicht besonders förderlich ist.

Dieser Katalog mit den 300 Positionen soll vorerst nur ergründen, was wird unter welchen Umständen gefordert. Sie sollen nach Möglichkeit keinen Universalstoff herstellen, der alle erdenklichen guten Eigenschaften in sich vereinigt. Das käme viel zu teuer, sondern Sie müssen differenzieren und dem Stoff diese Eigenschaften nur so weit mitgeben, als man sie braucht und für die der Kunde gewillt ist, zu bezahlen. — Das soll der Katalog klarstellen.

"hater: Wir sehen ja Qualität als zweckbedingte Güte an. Es wäre daher absolut sinnlos, in die präzise Perfektion der metallverarbeitenden Industrie zu gehen. Das ist der Sache nicht angemessen. Man muß ja immer wieder fragen: Wie würde die *K a l u l a t i o n* für einen solchen Idealfall aussehen? Der Merkmalskatalog ist eine gute Sache, denn er wird durchaus nicht am „grünen Tisch“ gemacht, jenseits aller Praxis, sondern in Gemeinschaftsarbeit mit den betroffenen Firmen, also mit Veredlern, Stoffherstellern und Konfektionären.

Mecheels: Ich möchte nur ganz kurz etwas zu dem Begriff ‚Qualität‘ sagen: Qualität ist die Differenz zwischen den Soll-Eigenschaften einer Ware und den Ist-Eigenschaften. Solange aber die Soll-Eigenschaften nicht klar beschrieben sind, kann man diese Qualität nicht objektiv ermitteln.

Kratzsch: Darf ich nun zum Komplex Bekleidungsmaschinen-Nahgarn übergehen, weil die Entwicklungen, die auf diesem Sektor stattfinden, mit in die Anforderungen, die die Bekleidungsindustrie in den nächsten Jahren stellen muß, eingehen. Je höher die erreichte Automation wird, umso größere Genauigkeiten werden verlangt, und umso mehr Ansprüche laufen in der vorher erwähnten Pipeline wieder zu den anderen zurück.

Bekleidungsmaschinen – Nahgarn

Wir haben in den letzten Jahren — wie auch der Film bewiesen hat — eine enorme Steigerung der Nähgeschwindigkeiten erlebt, die gemeinsam mit der Automation die Herstellungsdauer eines Hemdes immer mehr verkürzt hat. Wie werden diese Entwicklungen weitergehen? Wird nun die Herstellungsdauer immer geringer und geringer werden, oder nähern wir uns einer Konsolidierungsphase, das heißt, daß Ihre Maschinen, Ihre Nähfäden die technische Endlösung erreicht haben?

Hölz: Mit den jetzigen Nähmaschinen ist die gleich hohe Perfektion wie die einer elektrischen Lokomotive, verglichen mit der Dampflok, erreicht, wobei das Wort ‚Perfektion‘ erst seit kurzem eine Berechtigung hat. Erst nach allgemeiner Verwendung von Hochfrequenzphotographie und EDV ist es gelungen, das ‚Herz‘ der Nähmaschine, die Fadenverschlingung, das heißt die Bewegung des Fadens um das berühmte Schiffchen, zu optimieren. Die Hitzereibung des Fadens, Zerrungen am Faden an Stellen, die früher überhaupt nicht sichtbar zu machen waren, usw. können so vermieden werden.

Wenn nun Herr Winkler seinen Film zeigte, so konnte

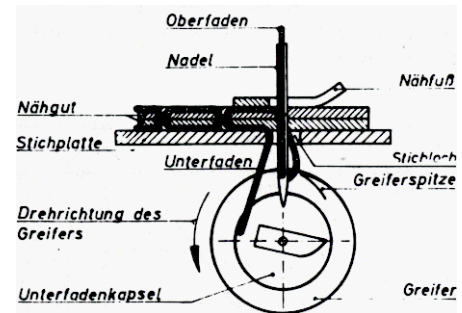
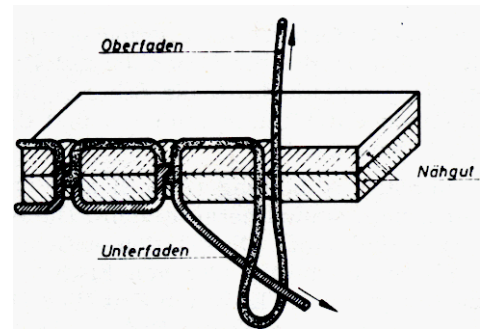


Abb. 1: Nahtbild des Doppelsteppstichs und Prinzip der Stichbildung (oben); Bildung des Doppelsteppstichs durch die Nähmaschine, schematisch (unten)

man sehen, welche Belastungen so einem armen Nähfaden zugemutet werden, der sich über ein Schiffchen ziehen lassen muß, das 12.000 U/min ausführt.

Winkler: In dem einleitenden Film haben wir gesehen, wie schnell genäht wird. Die Nähgeschwindigkeiten liegen heute bei 5000 bis 6000 Stichen pro Minute, 100 Stiche pro Sekunde.

Vorerst möchte ich aber doch anhand einiger Abbildungen zeigen, wie die Stichbildung vor sich geht. In Abbildung 1 ist die Stichbildung schematisch dargestellt. Vom Oberfaden wird eine Schlinge gebildet,

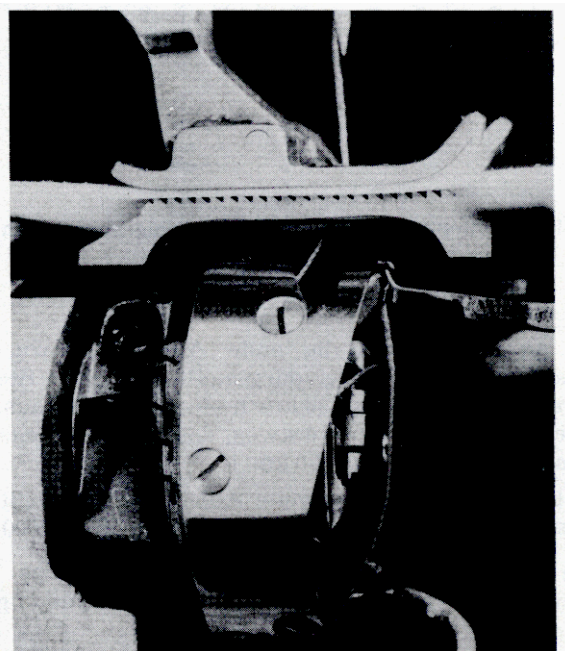


Abb. 2: Bildung des Steppstichs (Querschnitt)

durch die der Unterfaden durchgezogen werden muß. Im unteren Teil ist das Schiffchen dargestellt, und der Greifer, der praktisch durch die Schlinge finden und das Schiffchen durchführen muß — und das 100-mal pro Sekunde!

In der nächsten Abbildung (Abb. 2) sind Ober- und Unterfaden noch einmal herausgestellt. Die Abbildungen 3 bis 5 sind einer Dissertation entnommen, die an der TH-Braunschweig 1966 von Fischer von Molard angefertigt wurde. Es ist ein Zeit-Weg-Diagramm sowohl der Nadel als auch des Fadens. Die Zeitachse entspricht einer Kurbelumdrehung um 360°, die Wegachse praktisch dem Fadenweg in der Größenordnung von ungefähr 10 cm.

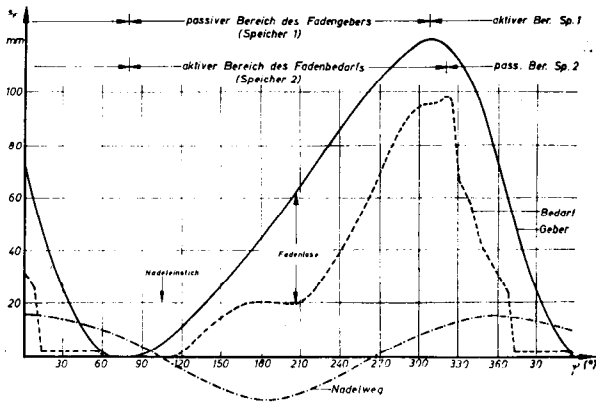


Abb. 3: Fadengeber-, Fadenbedarfs- und Nadelwegdiagramm des Pfaff-Industrieschnellnäher Kl. 436

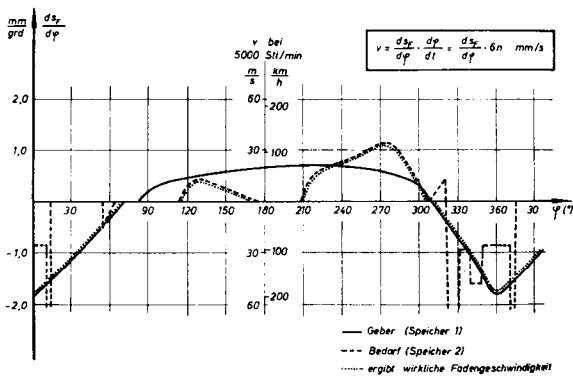


Abb. 4: Erste Ableitung des Fadendiagramms nach φ

In Abbildung 4 ist die erste Ableitung dazu, die Geschwindigkeitskurve, dargestellt. An zwei Stellen erreichen Sie bereits 120 km/h — das ist also aus den 10 cm geworden. Der Rückweg, das heißt die negative Beschleunigung, zeigt 150 km/h.

Abbildung 5 zeigt die zweite Ableitung, das heißt die Beschleunigung. Im Maximum erreicht man 6000 G*.

Ich habe versucht, aus dem Physikbuch etwas Vergleichbares herauszufinden: Die Beschleunigung

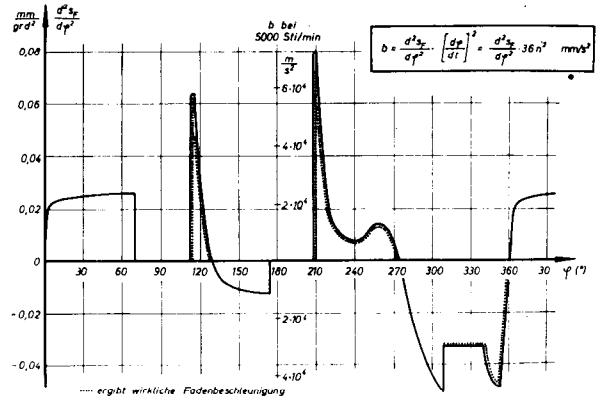


Abb. 5: Zweite Ableitung des Fadendiagramms nach φ

beträgt beim D-Zug 0,1 G, beim PKW 1,0 G, beim Geschoß im Lauf 50.000 G. Daraus ersieht man die Beanspruchung, die auf den Faden durch diese Beschleunigung ausgeübt wird. Das aber nicht nur 100mal, sondern beim Hin- und Rückweg 200mal in der Sekunde. Und das nicht nur auf ein bestimmtes ausgewähltes Fadenstück, sondern immer wieder auf ein neues. Die Spinner und die Faserstoffhersteller werden jetzt begreifen, warum wir manches Mal bezüglich Qualitätsanforderungen so verrückt sind.

In Abbildung 6 sehen Sie vier Lagen Stoff, also durchaus nichts Ungewöhnliches in der Konfektion, durch die die Nadel mit einer Geschwindigkeit von 125 km/h durchgeführt wird. Sie können sich nun vorstellen, welche Wärmeentwicklungen auftreten — größenordnungsmäßig ungefähr 400° C. Wenn Sie nun damit die Schmelzpunkte der meisten Chemie-

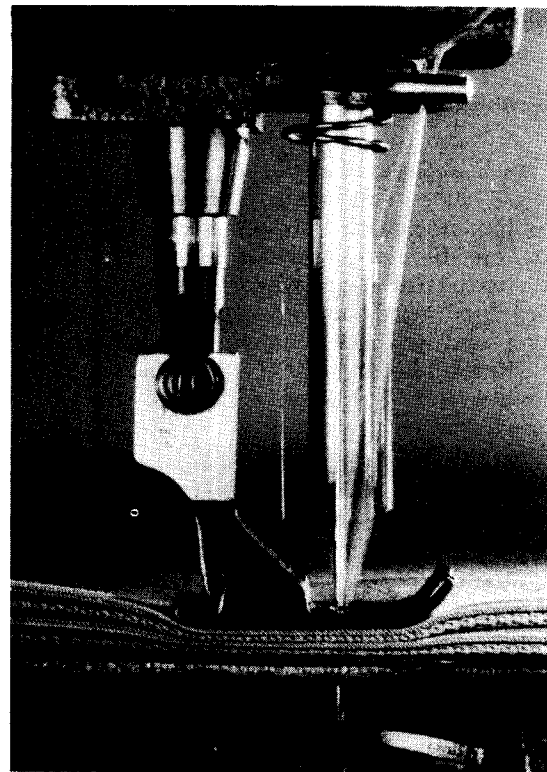


Abb. 6: Das Nähen von vier Stofflagen

* G = Erdbeschleunigung (9,81 m/sec)



Abb.7: Beschädigung des Nähgutes durch Wärmeentwicklung beim Nahen

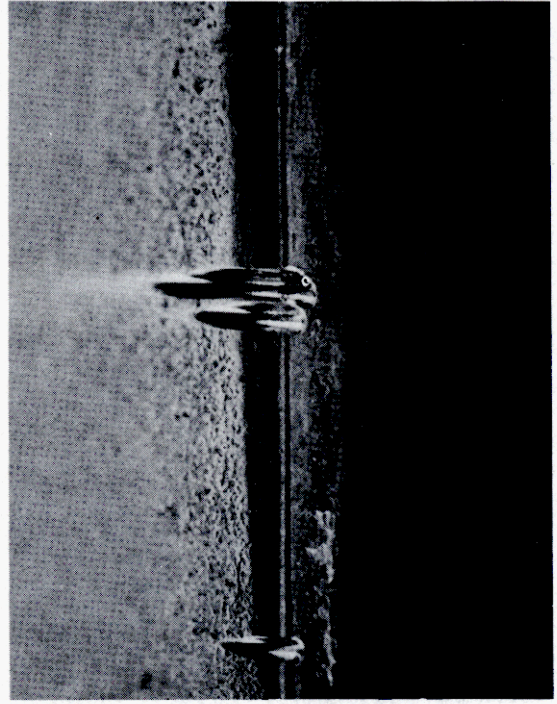


Abb.9: Beschädigung des Fadenführers durch einen ungeeigneten Nähfaden

fasern vergleichen, dann werden Sie sehen, welcher Anstrengung es bedarf, um diesen Vorgang in den Griff zu bekommen.

Abbildung 7 zeigt nun einen kleinen Unfall — das Nähgut ist geschmolzen. Bei den Maschenspreng-

schaden kann das noch deutlicher gezeigt werden. Die Auswirkung, die dieses geschmolzene Nähgut hat, sehen Sie in Abbildung 8. Das geschmolzene Nähgut haftet auf der Nadel, und diese Nadel naht keinen Meter mehr. So etwas ist eine ganz harte Störung in der Naherei, und passiert häufiger, als wir glauben. Abbildung 9 zeigt ein Fadenführelement, das durch einen ungeeigneten Nähfaden in relativ kurzer Zeit Schaden genommen hat. In Abbildung 10 sehen Sie, wie der Nähfaden über die Kante des Nadelohrs gezogen wird — wieder 100mal in der Sekunde unter erheblicher Spannung. Also — auch die Scheuerfestigkeit spielt bei Nähfaden eine ganz entscheidende Rolle. Der hohen Präzision, mit der diese automatischen Nähvorgänge ablaufen, muß verständlicherweise eine ebensolche des Nähfadens vom Rohstoff her, von der Dehnungsgleichmäßigkeit her, usw. gegenüberstehen.

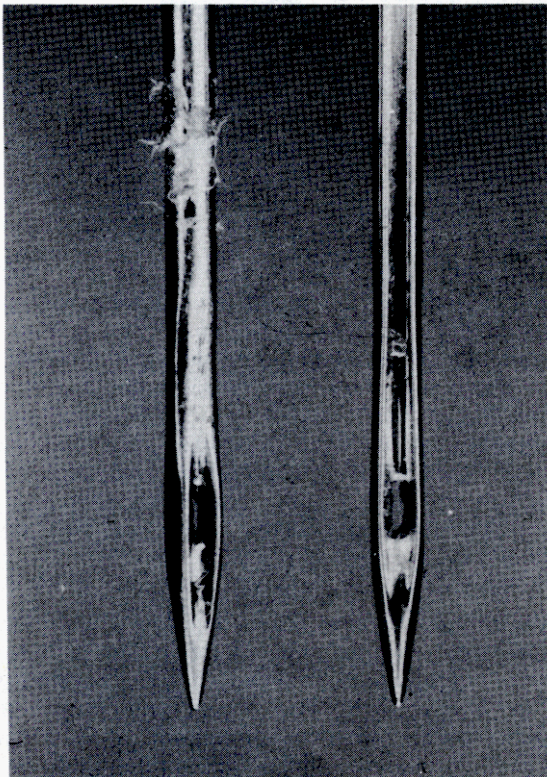


Abb.8: Das geschmolzene Nähgut (z. B. aus Synthetics) haftet an der Nadel

In einem Film, den das Fraunhofer Institut für Angewandte Mikroskopie und Kinematik in Karlsruhe drehte, wird der Nähvorgang, der in Wirklichkeit eine hundertstel Sekunde dauert, in 8000 Phasen zerlegt und im Zeitlupentempo (3 Minuten) dargestellt.

Kratzsch: Herzlichen Dank für diesen Film. Meine vorhin gestellte Frage steht aber noch immer zur Diskussion: Wohin geht die Reise und welche Ziele hat sich die Bekleidungsindustrie gesteckt?

Hölz: Dieser Film ist bereits drei Jahre alt, und es sind im Grunde schon viele Fehler, die hier noch gezeigt wurden, heute bereits behoben. Mit Hilfe der Hochfrequenzphotographie und EDV gelang es nämlich, die Bewegung des Fadens durch den sogenannten Fadenlegerhebel, der der ziehenden Hand an der

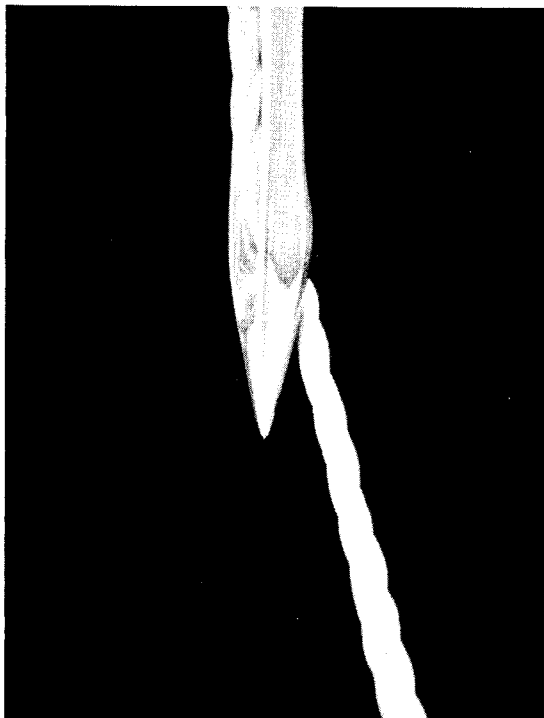


Abb. 10: Durchgang des Fadens durch das Nadelöhr (unter Spannung, 100mal/sec)

Nähnadel entspricht, so zu gestalten, daß zum Beispiel keine losen Schleifen beim Passieren des Fadens durch die diversen Ösen auf seinem Weg aufgeschleudert werden, sondern daß der Faden in jedem Augenblick glatt geführt ist.

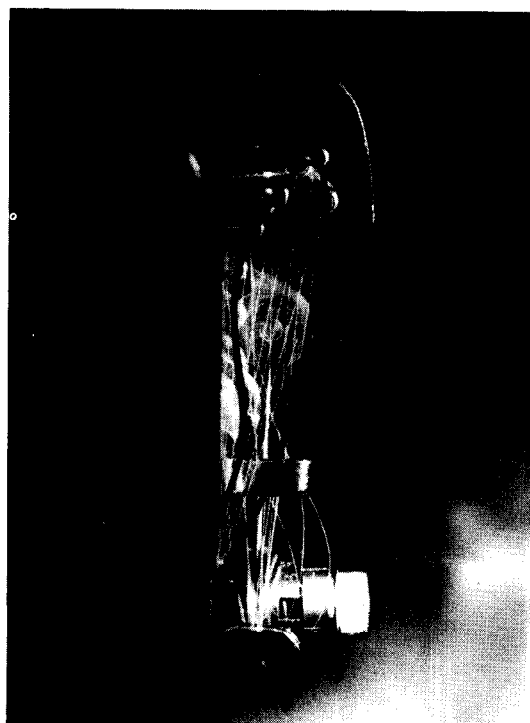


Abb. 11: Die Bewegung des Fadenlegers innerhalb eines Sekundenbruchteils

In Abbildung 11 sehen Sie die Bewegung des Fadenlegers innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde; er bewegt sich ja sehr schnell auf und ab. Die dunkle Linie deutet die Bewegung der Öse, durch die der Faden gefädelt ist, an; sie — die Ellipse — ist so abgestimmt, daß das Schleudern des Fadens und das „Quälen“ über das Schiffchen auf ein Minimum reduziert ist, was aber immer noch nicht ausreicht, um die Durchstichkraft und die Erhitzung der Nadel zu verändern. Daß man solche Fäden über Silikonschwämme laufen läßt, um einen zusätzlichen Glätt- und Kühleffekt zu erzielen, bis das Gut vernäht ist, sei nur am Rande erwähnt.

Der Transporteur (im Film) kommt von unten, ergreift den Stoff und schiebt ihn weiter; hinter dem Fußchen beginnt sich der Stoff hochzuwölben, weil die Fußchensohle „hemmt“. Das ist die Transporteinrichtung einer ganz normalen klassischen Nähmaschine (Abb. 12).

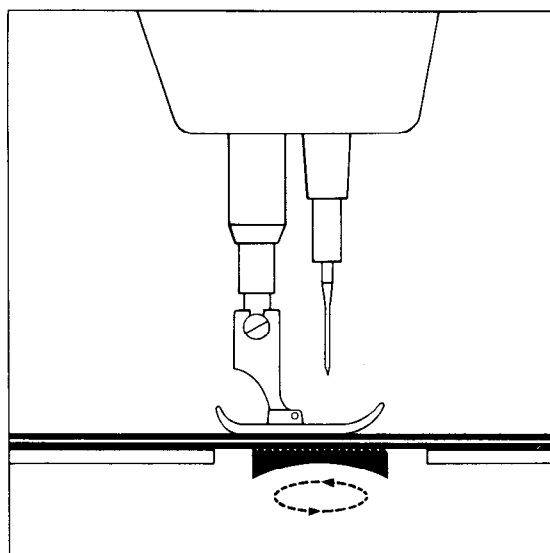


Abb. 12: Transporteinrichtung einer normalen Nähmaschine (Schema)

Abbildung 13 zeigt nun eine moderne Industriemaschine, bei der es bis zu vier Transportmöglichkeiten gibt. Die Fördereinrichtung besteht hier zum Beispiel aus 2 Transporteuren und 2 Nähfüßen, von denen der obere „marschiert“, das heißt die einschiebenden Finger der Näherin imitiert. Durch Einstellen der Maschine kann man entweder ganz glatt nähen (Abb. 13, oben links) oder die Oberschicht etwas kräuseln (Abb. 13, oben rechts), damit das Material nach dem Nähen flachliegt, wenn zwei ungleich reagierende Flächengebilde — gewebt oder gewirkt spielt keine Rolle — zusammengenäht werden.

In Abbildung 13, unten links, beschreibt der vordere Transporteur die größere Ellipse, der hintere die kleinere, wodurch eine untere Kräuselung erzielt wird. Für die Verarbeitung von Jersey und ähnlichem ist das letzte Detail besonders interessant (Abb. 13, unten rechts). Dort ziehen nämlich die beiden Fußchen den Stoff auseinander, senken den Stich hinein, lassen den Stoff wieder los und greifen dann wieder ein zweites Mal rhythmisch nach — und das 100mal pro Sekunde.

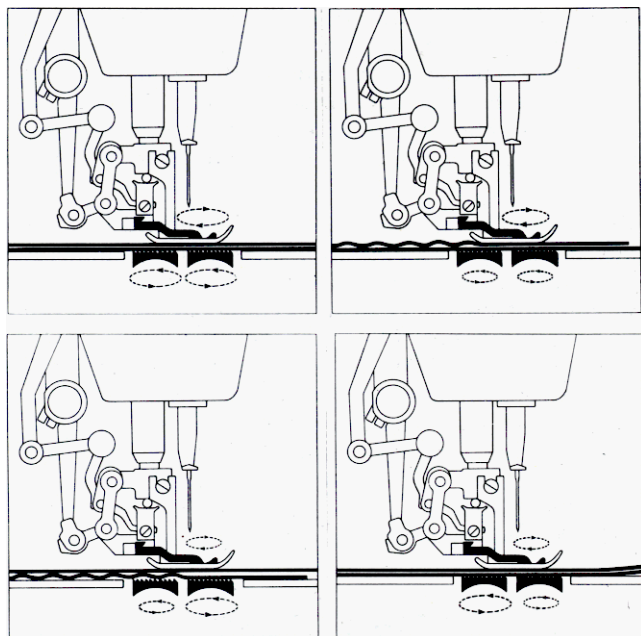


Abb. 13: Moderne Industriemaschine mit viererlei Transportmöglichkeiten (Schema)

Kratzsch: Aus Ihren Abbildungen ging hervor, welche Entwicklungen für Maschenwaren wesentlich sein werden.

Hölz: Für alle empfindlichen Stoffe.

Kratzsch: Ich komme aber wieder auf das vorher angeschnittene Thema zurück, und zwar auf die Geschwindigkeiten. Wir haben nun gewisse Geschwindigkeiten erreicht — ich suche nun die Antwort auf die Frage: Bleiben wir jetzt bei diesen Geschwindigkeiten stehen? — Wenn Sie nein sagen, das heißt, die Geschwindigkeiten müssen noch erhöht werden, dann ist das eine Herausforderung an die Chemiefaserindustrie, denn die derzeitigen Schmelzpunkte der meisten Chemiefasern werden dafür nicht ausreichen.

Hölz: Beim sogenannten Steppstich, dem klassischen Verbindungsstich in der Bekleidungsindustrie wird man über 6000 Stiche pro Minute nicht hinausgehen.

Winkler: Das ist auch meine Meinung dazu.

Hölz: Dagegen sind wir beim Kettenstich — zum Versäubern der Kanten — schon bei 8500 Stichen pro Minute angelangt. Wir sind fest überzeugt, daß diese Geschwindigkeit noch weiter gesteigert wird, weil der Durchsatz des Materials unter dem Füßchen langsamer ist, nachdem sich ein Zickzackstich formiert, der eine doppelt so große Bewegungshäufigkeit hat. Auf diesem Gebiet werden an die Chemiefaserindustrie, einschließlich Fadenhersteller und Maschinenbauer, noch einige Aufgaben gestellt werden. In Zukunft bedient nämlich die Naherin nicht mehr die Maschine, sondern sie legt ihr das Material nur vor. Die Maschine selbst treibt es über ihren Nahpunkt hinweg.

Winkler: Diese Geschwindigkeiten und höhere setzen unbedingt die Verwendung von Automaten voraus. Den 6000 Stichen pro Minute entsprechen 3 Stiche pro Zentimeter, 300 Stiche pro Meter, das sind 20 m Naht in der Minute. Das Hemd, das bei Hand-

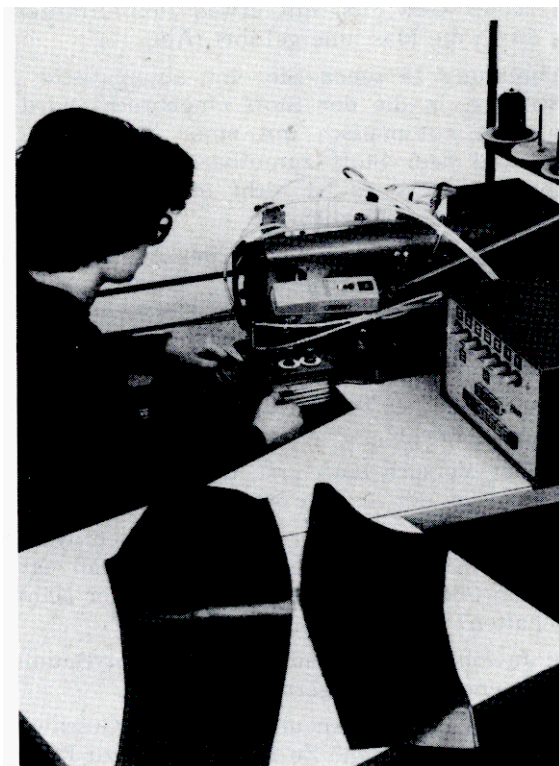


Abb. 14: Moderne automatische Industriennähmaschine

bedienung 20 m Naht in der Minute verbraucht, wurde noch nicht erfunden. Es hat daher gar keinen Zweck, noch höhere Geschwindigkeiten einzuführen, wenn die Naherin dazwischen mit der Handbedienung nicht mehr zurechtkommt. Diese Geschwindigkeiten bedingen die Weiterentwicklung von Nahautomaten.

Hölz: Die Abbildungen '14 und 15 schließen nun den Kreis und führen zur Nullserie, die in Deutschland bereits läuft und die diese Geschwindigkeiten bzw. deren volle Ausnutzung absolut ermöglicht. Die Naherin hat vor sich ein Art trichterförmiges Lineal, in das sie den Stoff quer zur Nähmaschine einführt. Wenn der Stoff in diesen Schlitz eingeführt ist, läßt ihn die Naherin los, und er wird durch diese Führung,

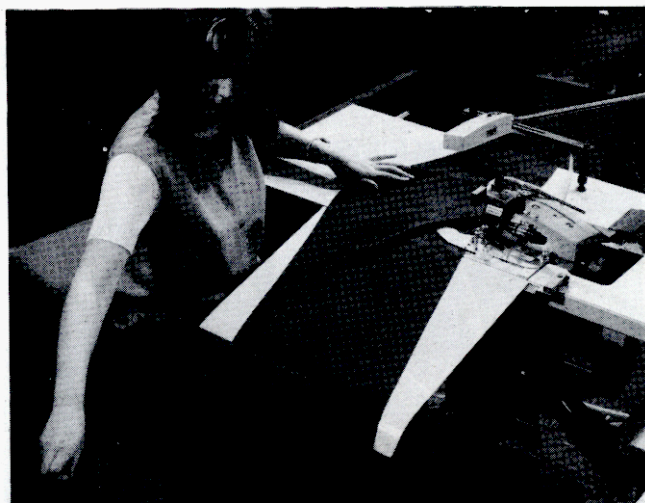


Abb. 15: Moderne automatische Industriennähmaschine

trotz seines Gewichts, mit etwas Preßluftunterstützung durch die Maschine geführt (Abb. 14).

In Abbildung 15 sehen Sie eine automatische Nähvorrichtung, in die der Stoff eingebracht wird und diese ganz automatisch mit einer der Nadel, dem Faden und dem Stoff zumutbaren Geschwindigkeit durchwandert; — es ist nicht mehr die Frage der menschlichen Geschicklichkeit.

Der Begriff der Humanisierung der Arbeit spielt hier geradezu eine klassische Rolle. Dies umreißt die Möglichkeiten zur Steigerung der Geschwindigkeit bis an die Grenze dessen, was von Maschine und Material verlangt werden kann.

Kratzsch: Welche Temperaturen werden bei dieser Nullserie erreicht?

Hözl: Der Versuch läuft erst, die Temperaturen sind aber sehr von der Art der Materialien abhängig.

Kratzsch: Sie mußten aber mit irgendeinem Nähfaden nähen, denn ich habe gerade gelernt, daß es ohne Nähfaden überhaupt nicht geht. Hat es der Nähfaden ausgehalten?

Hözl: Jawohl. Der Nähfaden war ein mit Baumwolle umsponnenes Synthefasergarn.

Kratzsch: Wohin führen uns nun diese Geschwindigkeiten beim Nähfaden? Zu Fasergarnen, zu Filamentgarnen, zu Mischgarnen oder wozu?

Winkler: Die gegenüber den Baumwollgarnen hervorzuhebende Eigenschaft der Synthefasergarne liegt in ihrer wesentlich höheren Festigkeit. Ein guter Baumwollnähfaden muß eine Festigkeit von 30 Rkm aufweisen, was nur mit bester ägyptischer Baumwolle erreicht werden kann.

Bei einem synthetischen Nähfaden erreicht man bis zu 60 Rkm, also das Doppelte. So interessant auch die hohe Festigkeit ist, so störend ist das Schmelzen — vor allem bei Stillstand der Maschine. Die Nadel, die eine Temperatur bis zu 400° C erreicht, wird während des Nähens vom Faden mitgekühlt, bis sich ein gewisses Gleichgewicht einstellt, das aber in dem Augenblick, in dem die Maschine abgestellt wird, gestört wird. Der Faden kann dann durchschmelzen, und es muß neu eingefädelt werden, was eine ganz erhebliche Nähstörung bedeutet. Als Abhilfe dagegen verwendet man einen Zwirn, der sowohl die guten

Eigenschaften der Baumwolle als auch die der Chemiefaser nützt, das heißt, der Polyesterkern gibt dem Garn die Festigkeit, während die Baumwollummantelung das Schmelzen verhindert: Man wählt also ein Core-Garn (Abb. 16). Für die hohen Beanspruchungen in den Nähautomaten ist dies zur Zeit das beste Garn.

Abbildung 17 zeigt ein Nähgarn, bestehend aus einer Polyesterseele (74 dtex) mit einer Baumwollummantelung zweifach verzwirrt. Dieser Nähfaden, der in der Herstellung zwar etwas aufwendig ist, weil er vom Spinner nicht nur Mühe, sondern auch Know-how erfordert, hat sich für die Einsätze in den Automaten als sehr widerstandsfähig erwiesen. Eine Aufforderung, die ich damit an die Faserstoffhersteller weitergebe: Wenn die Hitzebeständigkeit der synthetischen Faser so erhöht wird, daß die Baumwollummantelung wegfallen kann, wird der Umsatz auch mit der Nähgarnindustrie wieder ansteigen.

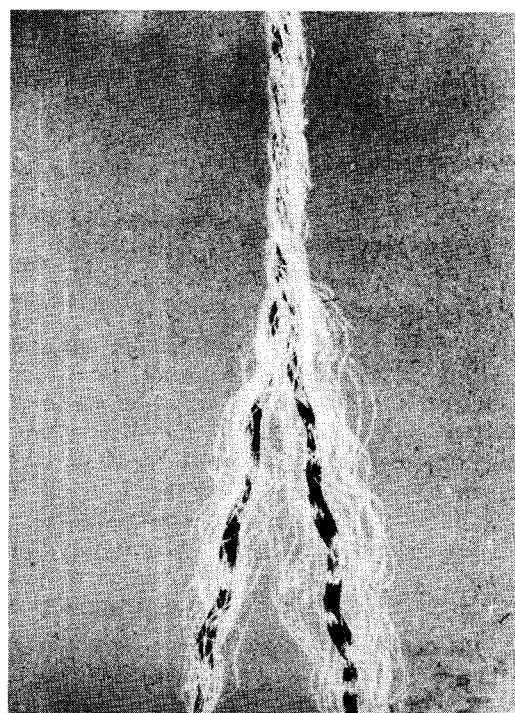


Abb. 17: Nähgarn aus einer Polyesterseele (74 dtex) mit Baumwollummantelung (zweifach verzwirrt)

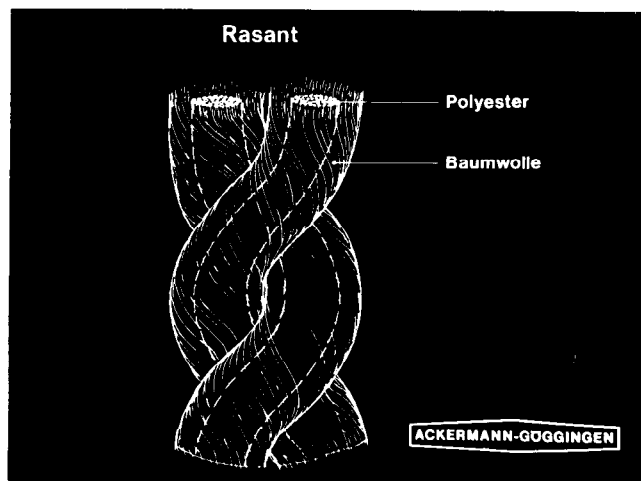


Abb. 16: Polyester/Baumwoll-Core-Garn

Kratzsch: Wenn Sie keine besonderen Anfärbungen brauchen, dann können wir das relativ schnell machen.

Winkler: Ja, aber diese sind leider notwendig.

Kratzsch: In diesen speziellen Core-Garnen übernimmt also die Baumwolle als voluminöserer Teil den Kühleffekt, während der Polyesteranteil die Festigkeit bestimmt, die mit Baumwolle allein nicht erreicht würde. Diese Zusammenstellung ist natürlich teuer. Ergibt sich nun bei diesen hohen Preisen für das Nähgarn, um mit höheren Geschwindigkeiten arbeiten zu können, immer noch eine positive Bilanz?

Hözl: In Anbetracht der Löhne, die bei uns heute bezahlt werden müssen, ist das überhaupt keine Frage. Jede Lohnminute ist so kostbar geworden, daß sich

diese zuletzt gesehene Hosen-Umstechmaschine auf Grund ihrer leichten Bedienbarkeit und ihres großen Durchsatzes mit einem Kostenaufwand von ungefähr 9000 DM in einem Jahr bereits voll amortisiert.

Kratzsch: Wenn ich Sie also recht verstehe, dann ist es für die Bekleidungsindustrie, die so schnell arbeitende Maschinen benützt, absolut notwendig, den Preis für dieses Spezialgarn zu bezahlen, um die Geschwindigkeiten ausnützen zu können.

Hözl: Jawohl, das ist absolut richtig.

Kratzsch: Die Chemiefaserindustrie sollte Fäden oder Fasern entwickeln, die eine noch höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen.

Winkler: Ja, ganz richtig.

Kratzsch: Das ist im Prinzip ja durchaus möglich, doch führt das natürlich dann auch zu anderen Eigenschaften, wie beispielsweise einem hohen E-Modul usw.

Winkler: Es sind ja bereits schon einige Artikel auf dem Markt, beispielsweise Kermel[®] von Rhôneulenc und Nomex[®] von DuPont. Diese Artikel sind aber im Augenblick noch sehr teuer und außerdem nicht anfärbbar. Die Konfektionäre wissen ja, welche Ansprüche an den Nähfaden hinsichtlich der Farbenskala gestellt werden, sodaß diese temperaturbeständigen Materialien bisher nur für rein technische Zwecke, das heißt für Feuerschutzbekleidung, für Rennfahreranzüge usw., verwendet werden können. Dazu kommen hohe Anforderungen an die Flexibilität sowie an die Dehnungsgleichmäßigkeit — ich erinnere an die 100 Schlingen pro Sekunde, die genau stimmen müssen. Im Augenblick finden wir wirklich nicht das richtige Material auf dem Markt vor.

Ein Teil unserer Kunden, der in dem einen oder dem anderen Falle genau weiß, mit welcher Stichgeschwindigkeit er arbeitet, könnte vielleicht ein weniger festes Nähgarn gebrauchen. Unsere Spitzenqualität wird tatsächlich nur für ca. 20 % der Anwendungszwecke benötigt. Man könnte zum Beispiel auch häufig mit einem reinen gesponnenen Polyestergergarn, das recht gute Näheigenschaften aufweist, weil durch die Unterliegenden Faserenden ein Luftpolster mitgeführt wird, das einen guten Kühleffekt bewirkt, auskommen.

Der Nähgarnhersteller weiß aber in vielen Fällen gar nicht, was der Kunde mit diesem Nähgarn anfängt. Es ist immer wieder erstaunlich, daß mit großem Aufwand eine Reklamation betrieben wird, statt daß man abwägt, ob es sinnvoller ist, einen hochwertigen, aber etwas teureren Nähfaden einzusetzen oder aber einen billigeren, der dann allerdings das Risiko der gelegentlichen Reklamation in sich trägt. Die psychologische Wirkung der Reklamation wird heute immer noch sehr überbewertet, was manchmal zu Fehlentscheidungen führt.

Kratzsch: Eine interessante Formulierung.

Hözl: Da die meisten der Anwesenden nicht Konfektionäre sind, möchte ich folgendes ergänzen: Die Fadenspannung an einer Nähmaschine, die durch eine verstellbare runde Feder reguliert werden kann, hat sich durch die vorhin erwähnte Konstruktionsverbesserung von ungefähr 220 g an der Stelle des Fadenlegers auf ungefähr 90 bis 120 g, somit auf die Hälfte reduzieren lassen. Ohne diese Verbesserung wäre der

Durchsatz, der bei der Kettenstichmaschine zum Umstechen nötig ist, gar nicht möglich, denn die Garne würden bei den heutigen Geschwindigkeiten die Spannungswerte, die man früher brauchte, überhaupt nicht mitmachen können, sie würden reißen, oder man würde sie überdehnen, was zu der berühmten Spannungskräuselung führen würde, das heißt, das Kleidungsstück wäre entlang der Naht zusammengezogen und gewissermaßen wie auf einer Schnur aufgereiht.

Kratzsch: Ich habe mich extra so angezogen (zeigt die Kräuselnahst seines Hemdes).

Wenn Sie sagen, daß Ihre teuren Spitzenqualitäten für ungefähr 20 % der Kunden hergestellt werden, heißt das, daß der Bekleidungsbetrieb heute im Prinzip bessere Garne nimmt, als dies eigentlich nötig wäre?

Winkler: Das ist vielleicht etwas zu kraß formuliert. Die Bekleidungsindustrie muß ja auch berücksichtigen, was in jedem Fall der Fadenbruch kostet. Man nimmt lieber ein teures Nähgarn, dessen Preis nicht im Vordergrund steht und hat dadurch weniger Sorgen im Betrieb auf dem Nähautomaten. Wenn eine Arbeiterin mehrere davon bedient, so ist allerdings das teuerste Garn immer noch das billigste im Vergleich zum Stillstand bei einem Fadenbruch.

Kratzsch: Was sagt nun dazu die Bekleidungsindustrie?

Kaun: Durch unsere Servicetätigkeit kommen wir mit fast allen Bereichen der Bekleidungsindustrie in Berührung und können dabei feststellen, daß es sehr verschieden ist, ob tatsächlich so ein hochwertiges Garn eingesetzt wird oder nicht. Wesentlich ist vor allem, ob eine Schritt- oder eine Gesäßnaht einer Herrenhose oder eine Naht bei der Trikotagenverarbeitung zu machen ist, weil bei letzterer wegen der hohen Elastizität des Materials eine so hohe Garnfestigkeit gar nicht nötig ist.

Außerdem kann der Festigkeitsverlust einer dermaßen beanspruchten Naht allein durch den Nähvorgang selbst schon sehr beträchtlich sein.

Die Ziele der Bekleidungsindustrie sind deshalb heute folgende:

- störungsfreies Arbeiten, auch auf Kosten eines höheren Preises für das Nähgarn,
- die Nahtsicherheit muß gewährleistet werden und
- die Festigkeit der Naht muß beim Tragen aufrechterhalten bleiben.

Für die Blusenkonfektion trifft das weniger zu, da die einzelnen Nähte nicht so sehr beansprucht werden wie beispielsweise die Ärmelnaht eines Herrensakkos bzw. die Gesäß- oder Seitennähte einer Hose.

Kratzsch: Die Temperaturanforderungen der Nähgarn- und Maschinenindustrie sind für mich noch nicht ganz abgeschlossen. Es gibt schon temperaturbeständige Materialien auf dem Markt, die aber leider nicht anfärbbar sind. Wenn Sie nun vor die Wahl gestellt werden, zwischen einem teuren anfärbbaren Garn, das heißt einem Core-Garn, mit dem die jetzigen Geschwindigkeiten beibehalten werden können, und einem Garn, das noch höhere Geschwindigkeiten erlaubt, weil es temperaturbeständig, aber nicht anfärbbar ist, zu wählen — für welche der beiden Möglichkeiten würden Sie sich entscheiden?

Winkler: Diese Frage kann nur der Konfektionär beantworten.

Kaun: Die Temperatur erscheint mir nicht so sehr von Bedeutung, da es der Maschinenindustrie auch gelungen ist, durch entsprechende Kühlaggregate, beispielsweise durch Luftgebläse, bei diesen sehr schnell laufenden Automaten einen großen Teil der entstehenden Wärme abzuführen.

Außerdem ist die Nähgarnindustrie ständig bemüht, durch andere Garnkonstruktionen, durch Ausrüstmittel — wir beschäftigen uns in unserem Hause auch mit diesen Fragen — sowie durch Kombination von Gleit- und Ausrüstmittel Verbesserungen zu erzielen.

Die Störungsanfälligkeit der Nähmaschinen und der Nähautomaten durch die Nadelerwärmung ist wesentlich geringer als jene Ansprüche und Wünsche, die ich vorhin an die Textilindustrie gerichtet habe.

Kratzsch: Das ist ein klares Wort.

Hözl: Es gibt in der Konfektion eine ganze Reihe von Nähten, die beim Tragen nicht zu sehen sind, sodaß dabei die Nichteinfärbbarkeit des Garns nicht nur nicht stört, sondern sogar ein begrüßenswertes Element darstellt, weil man mit einer Garnart zum Beispiel sämtliche Innennähte der Herren- und Damenbekleidung umstechen kann.

Winkler: Diese transparenten Garne, die dafür auf dem Markt sind und verwendet werden, weisen auf Grund ihres Elastizitätsmoduls eine gewisse Steifigkeit auf, sodaß der Siegeszug, den sie vor fünf Jahren antreten wollten, rasch durch Reklamationen gebremst wurde. Die Anforderungen der Konfektion an Geschmeidigkeit und Farbenvielfalt sind sehr hoch, sodaß sich dieser steife Faden nicht durchsetzen konnte. Ein *geschmeidiger* farbloser Nähfaden hätte sicher eine Chance.

Hözl: Wir hören immer wieder den Ausdruck, dies sei kein Faden, sondern ein sehr biegsamer Draht.

Bei den modernen Bekleidungsmaschinen werden ja automatisch am Ende der Naht die Fäden abgeschnitten — die Näherin braucht also keine Schere mehr —, wodurch kleine Enden, deren Länge durch die Dicke der Stichplatte gegeben ist, stehen bleiben. Nun kratzen aber diese kleinen Fadenenden, beispielsweise bei einem Hemd, am Hals oder unter dem Arm ganz erheblich. Für eine derartige Verwendung ist ein Transparentfaden nicht geeignet. Bei den Transparentfäden dachte ich an einen flexibleren Faden, der höhere Geschwindigkeiten, das heißt mehr Hitze, verträgt und den man zum Versäubern nichttragender Innennähte einsetzen kann.

Kratzsch: Sie hatten vorhin so unterschwellig die Vielzahl der Farbnuancen bei den Nähgarnen erwähnt. Ist nun diese Vielzahl wirklich notwendig? Könnten Sie nicht jede Fehlpartie, die gefärbt wird, in einer anderen Partie unterbringen? Denn die Farben liegen ja so dicht nebeneinander, daß dies doch möglich sein müßte.

Winkler: Das ist Ihre Meinung. — Selbstverständlich sind wir fortwährend bemüht, unsere Farbkarte zu verkleinern. Wenn Sie aber in die Färberei eines Textilunternehmens gehen, da gibt es effektiv HT-Apparate, von denen die kleinsten an die hunderttausend Mark kosten. Ihr Fassungsvermögen ist 5 kg,

was u. U. dem Jahresbedarf für eine bestimmte Farbe entspricht.

Diese Färbungen sind natürlich sehr aufwendig, und wir sind schon aus Kostengründen bemüht, die Farbpalette so klein wie möglich zu halten. Wir stellen aber immer wieder fest, daß besonders in der Damenoberbekleidung und bei der Herrenhemdenfertigung schon die kleinsten Farbabweichungen zu Reklamationen führen. Daher auch die breite Farbkarte. Obwohl unser Hauptartikel in ungefähr 450 Farben vorliegt — einer unserer Wettbewerber bietet 700 Farben an —, führen wir ungefähr 40 % unserer Färbungen auf Grund von Kundenwünschen nach Mustern durch. Dies erscheint uns immer noch billiger, als gleich so viele verschiedene Farben auf Lager zu legen.

Kaun: Teilweise ist daran die Nähgarnindustrie ja selbst mit schuld, denn oft genug wird als Werbeargument benützt: 'Wir haben 1000 Farben.' Damit wird natürlich der Bekleidungshersteller auch etwas mit verrückt gemacht. Er weiß dann gar nicht mehr, nachdem er so vielerlei Blau sieht, mit welchem Blau er eigentlich nähen soll. Wenn abgemustert wird, li — immer eine Kollektion aus der Textilindustrie vor, zwar noch keine Produktionsware, die geliefert wird, sondern Muster, die aber leider immer wieder Unterschiede zur gefärbten gelieferten Ware zeigen. Wir müssen nun damit wieder zum Nähfadenerzeuger zurückgehen, weil nun die nach dem Muster gewählten Farben der Nähfäden mit der gelieferten Ware auch nicht übereinstimmen.

Hözl: Darf ich nun ganz kurz zu unserem Titel mit den drei Fragezeichen kommen? — Hier fehlt wieder die durchgehende Pipeline. Es ist der Nähmaschinenindustrie beispielsweise gelungen, mit geringeren Spannungswerten auszukommen, das heißt, das berühmte hochgezogene Wäscheknopfloch, für das früher ein Spezialgarn erforderlich war, kann heute bereits dank des Erfolges der wissenschaftlichen Erarbeitung dieser Kinematik mit normalen Garnen genäht werden. Bei den Betrieben, die in den nächsten Jahren den Kauf der Maschinen mitmachen, fallen dadurch die starken Knopflochgarne weg. Dieser Prozeß wird aber je nach Investitionsfreudigkeit und Einstellung der verschiedenen Länder noch eine entsprechende Zeit in Anspruch nehmen. Bei Kurzschaltung könnte man das unter Umständen schneller erzielen.

Kratzsch: Das ist wunderbar. Herr Thater, wollen Sie vielleicht dazu Stellung nehmen?

Thater: Ich muß zugeben, daß die 450 verschieden gefärbten Nähgarne ungefähr mit den Anforderungen korrespondieren, mit denen wir konfrontiert werden. Unsere Futterstoffkollektion zum Beispiel beinhaltet mehr als 200 Farbtöne, wenn dazu noch die entsprechenden Abweichungen berücksichtigt werden sollen, die zugegebenermaßen auch vorhanden sind, dann brauchen wir natürlich ganz mühe los ca. 400 verschiedene Farbtöne beim Nähgarn. Bei den Futterstoffen ist allerdings die Unsinnigkeit dieser großen Palette ganz offenkundig, denn die Töne gehen wirklich ineinander über, und es wäre an der Zeit, hier Grenzen zu setzen.

Kratzsch: An wem liegt das? Wer könnte diese Grenzen setzen?

Thater: Das liegt an der gesamten Konkurrenzsitua-

tion, die hier schon angesprochen wurde. Einerseits versuchen verschiedene Betriebe das reichhaltige Sortiment für die Werbung auszunutzen, andererseits setzen sich oft gewisse Farbtöne in einer Modesaison nicht durch; außerdem will jede selbstbewußte Firma eine Hausfarbe haben, das heißt, sie will ein bißchen mehr nach Blau oder Grün vom modisch anerkannten Ton abweichen. So entstehen schnell gewaltige Kollektionen, die nur viel Geld kosten, Reklamationsmöglichkeiten beinhalten, die Bekleidungsindustrie aber keinesfalls weiterbringen.

Kratzsch: Ich möchte zum Nähvorgang nur einen ganz kurzen Beitrag einleiten: Einmal im Jahr steht doch immer wieder das Schweißen zur Diskussion.

Hözl: Unser Haus hat vor einigen Jahren sehr große Anstrengungen unternommen und Textilschweißmaschinen gebaut. Diese sind ein einziges Mal in wirklich großer Menge gebaut, verkauft und verwendet worden, nämlich zur Herstellung des berühmten ‚Billig-Hemdes‘ aus Nylongewirken.

Kratzsch: Aber sicher nicht für den, der es erzeugt hat!

Thater: Wo waren diese Schweißstellen?

Hözl: Bei der Tasche, beim Kragen, bei der Manschette und beim Knopfloch.

Die Voraussetzungen für das Schweißen waren sehr speziell und nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen zu erfüllen, sodaß die Nachteile, vor allem wenn man modische Ware erzeugen wollte, nicht aufgehoben werden konnten. Außerdem: Modische Formen wechseln so häufig, beispielsweise werden in der Hemdenerzeugung heute bis zu 40 verschiedene Kragenformen pro Saison angeboten, daß es unrentabel sein muß, dafür jedes Jahr neue Elektroden usw. anzuschaffen. Auch zwingt es zu einer Umformierung des Materials.

Winkler: Alle Nähgarnhersteller beobachten das Schweißen natürlich sehr genau, denn wenn sich letzten Endes das Schweißen als das Bessere — das sich immer durchsetzt — behaupten würde, dann würde man bei Nichtbeachtung an dem Ast sägen, auf dem man selber sitzt.

Der Schweißvorgang ist ein sehr aufwendiger Vorgang, wenn die Naht erst gebildet werden muß. Er ist relativ billig, wenn man auf einen Schlag die gesamte Naht schweißen kann. Eine Schweißnaht setzt außerdem voraus, daß beide Materialien schweißbar sind, das heißt, Baumwolle, aber auch Fasermischungen scheiden weitgehend aus. Da die entstandene Naht nicht mehr elastisch ist, ist sie nur für Knopflöcher und aufgesetzte Taschen anwendbar.

Kaun: Ich möchte diese Gelegenheit benützen und sehr namhafte Institute bitten, dieses Thema nicht mehr einmal im Jahr in die Presse zu bringen. Wir haben erst vor kurzem in einer Fachzeitschrift, die hauptsächlich technische Artikel veröffentlicht, ein voll geschweißtes Abendkleid gesehen, um damit Aufmerksamkeit zu erwecken.

Dazu noch ein Satz aus einer unveröffentlichten Publikation: „Es ist unklar, warum immer wieder aus verschiedenen Richtungen die Anwendung dieser und anderer Techniken vorgeschlagen werden. Offensichtlich haben sich die Autoren über die rationelle Verwendbarkeit mit Anspruch auf Leistungssteige-

rung unter Berücksichtigung modischer Aspekte, Vielfalt der Rohstoffe, Vielfalt der Formen und Größen nicht genügend Gedanken gemacht. So lange anspruchsvolle individuelle Bekleidung im Begriff ist, sich ständig zu wandeln und modischen Gesichtspunkten folgt, ist der Absatz unserer Bekleidung eher gesichert, als wenn der Einsatz neuer Techniken nur ganz bestimmte Fasern voraussetzt, aus denen zwangsläufig Massenprodukte erstellt werden, die keine Individualitäten mehr zulassen.“

Mecheels: In Wirklichkeit kann man nur Polyamid richtig schweißen. Schon bei Polyester bräuchte man Frequenzen, die von der Deutschen Bundes-Postverwaltung nicht zugelassen sind. Man müßte bestimmte Abschirmungen anbringen und einen enormen Aufwand treiben.

Denkbar wäre das Schweißen allerdings, wenn man Stoffe aus irgendwelchen Fasern durch ein Schweißhilfsmittel zusammenklebte, das heißt mit Hilfe eines schmelzbaren Fadens oder eines Pulvers o. ä. Entscheidend ist aber dabei, daß das Nähen heute, wie wir gesehen haben, schon leistungsfähiger ist als das Schweißen.

Kratzsch: Ich glaube, daß wir nun den gesamten Komplex „Zusammenbringen von Nähten“ abgehandelt haben, und möchte mich nun an das Auditorium wenden, ob noch irgendwelche Fragen offenstehen.

Studt: Wenn man über die Methoden hört, die in der Bekleidungsindustrie zur Erhöhung der Geschwindigkeit und damit der Produktivität angewandt werden, dann erhebt sich für den Normalverbraucher hin und wieder die Frage: Wie kommt es, daß trotz so vielen Aufwandes gleich bei einem neuen Hemd oder nach der ersten Wäsche oft schon alle Knöpfe abreißen? Wer trägt dafür die Schuld? Der Faden, die Nähmaschine oder die Testmethode, die von der Konfektionsindustrie nicht präzise genug entwickelt wurde?

Hözl: Weder — noch. Jetzt sage ich etwas sehr Gefährliches für den Maschinenhersteller: Es ist der dumme Geiz eines Betriebsleiters, der ihn daran hindert, auf einer Maschine, die vollkommn automatisch arbeitet, ein paar Stiche mehr machen zu lassen. Die Maschine kann beliebig viele Stiche machen, sie kann den Knopf so annähen, daß eher das Hemd kaputt ist, bevor der Knopf abreißt — das ist nur eine Frage der Stichzahl. Selbst wenn die Garnqualität nicht besonders hoch ist, kann das durch genügend viele Stiche wettgemacht werden. Die Knopfannähmaschine ist zwar eine der „langsamen“ Maschinen in der ganzen Konfektion, weil sie sehr präzise von einem Loch in das andere stechen muß, was aber den Durchsatz des Hemdes unter der Knopfannähmaschine kaum beeinflusst.

Kratzsch: Das war eine klare Antwort. Ich hoffe nur, daß er sich des „Schwarzen Peters“ bewußt ist.

Hözl: Es mußte dazu auch einmal irgendwann eine wahre Antwort kommen.

Flächenherstellung und Veredlung

Thater: Ich möchte nun die Beziehung zwischen Textilveredlung und Konfektion, die hier verschiedentlich angesprochen wurde, in einigen Beispielen, die uns im Alltag immer wieder begegnen, kurz um-

reißen. Die Veredlung kann beim Markieren der Warenbahnen und beim Zuschchnitt, wo Schmelzvorgänge bei Verwendung thermoplastischer Fasern auftreten können, helfen, und sie tut es auch. Jeder Arbeitsgang in der Veredlung, jede Appretur, die dem Textil gewünschte Eigenschaften verleiht, bringt allerdings gleichzeitig auch andere Veränderungen mit sich, die dann hingenommen werden müssen. Wir kennen eine ganze Reihe von Veredlungsverfahren, die wir als „Konfektionshilfen“ bezeichnen. Das sind Arbeitsvorgänge, die eigentlich dem Endzweck gar nicht zugute kommen, der Konfektion aber Möglichkeiten eröffnen, störungsfrei zu arbeiten.

Dazu gehört natürlich auch die Problematik der **Maschensprengschäden**, vor allem bei Polyacrylmaschenware. Dieses Kriterium muß heute in der Wareenausgangsprüfung berücksichtigt werden, hier müssen spezielle Avivagen eingesetzt werden.

Die **Rollneigung** bei Trikotagen und elastischen Maschenwaren ist vom Stoff her nicht zu beherrschen, wohl aber kann mit thermischen Behandlungen und ausgewählten Appreturen ein gewisser Erfolg erzielt werden. Das kommt zwar wieder dem Endzweck nicht besonders zugute, gibt aber der Konfektion dadurch die Möglichkeit, stark einrollende Zuschnitteile zu beherrschen.

Zur Stabilisierung der **Schnittkanten** und der **Schiebefestigkeit** müssen wir Schiebefestmittel einbauen, die die Reibungen der Fasern und Fäden erhöhen, die aber auch die Konfektionierbedingungen beeinflussen. Hier muß man abwägen, was das kleinere Übel ist.

Immer wieder angeschnitten wird das Problem der **Krumpfharmonisierung**. Es hat nicht sehr viel Sinn, einem Stoff einen ganz bestimmten Krumpf zu verleihen, ohne zu wissen, wie der Stoff verarbeitet wird. Zu den Oberstoffen für DOB und HAKA müssen die Einlage- bzw. Futterstoffe passen. Alle drei müssen miteinander harmonisieren, wobei es durchaus noch unterschiedliche Vorstellungen geben kann, denn der Krumpf muß und kann ja nicht immer 1% sein.

Wenn der Ausrüster vor dem **Verkleben** oder dem **Verschweißen** eine Hydrophob-Ausrüstung bestimmter Art anbringt, ist das Verkleben nachher nicht mehr möglich. Das Verschweißen sehe ich in der Konfektion nicht als so nebensächlich an, denn es gibt verschiedene technische Artikel, Polsterstoffe der Autoindustrie beispielsweise, bei denen Verschweißungen in größerem Umfang mit großen Metragen durchgeführt werden. Hierbei ist es nur gefährlich, mit Flammfestmitteln — ich nenne als Beispiel Phosphor-Stickstoff-Verbindungen oder halogenhaltige Verbindungen — zu arbeiten, weil diese bei der HF-Verschweißung die Durchschlagneigung sehr stark begünstigen, was selbstverständlich nicht erwünscht ist. Bei **Plissierartikeln** handelt es sich im wesentlichen immer um die entsprechenden Echtheiten und Beständigkeiten in bezug auf die Temperatur.

Eine Konfektionsmöglichkeit, die am Nähen vorbeigeht, gewann gerade in letzter Zeit an Bedeutung, nämlich die **Verformungstechnik**, die sogenannte „**Moulding-Technik**“. Bei Sportbekleidung oder bei Miederware wird sie heute schon praktiziert. Man

kann dadurch rationeller arbeiten, gleichzeitig sind die Fertigprodukte durchaus modisch interessant — eine Entwicklung, die man im Auge behalten sollte. Thermoplastische Fasern haben bei der Konfektion ja nicht nur Nachteile, das heißt Stop- bzw. Bremsfunktionen, sondern sie bieten auch Möglichkeiten, die man dabei im positiven Sinne genutzt hat. Hierbei muß natürlich der Veredler in absoluter Abstimmung mit dem Konfektionär oder dem „Moulder“ arbeiten, denn es müssen dabei alle Bedingungen sehr genau festliegen, um nicht einen Festigkeitsabfall oder einen Weißgradverlust verzeichnen zu müssen.

Das sind einige Beispiele, die zum Verständnis der Verbindung von Veredlung und Konfektion dienen können. Es ist wichtig, daß diese Kooperation auch tatsächlich stattfindet, denn sonst werden immer wieder Artikel, die vom Stoff und überhaupt von der Idee her großartig sein können, scheitern, weil sie in der Konfektion nicht rationell laufen und deshalb nicht aufgenommen werden. Es ist unser Bestreben, vorhandene Spannungen zwischen diesen Verarbeitungsstufen abzubauen.

Kratzsch: Sie würden also diese Zusammenarbeit begrüßen. Haben Sie aber auch konkrete Vorschläge dazu, wie man sie gestalten könnte?

Die andere Frage würde ich gern an Herrn Kaun richten. Herr Dr. Thater meinte, man sollte neue Materialien immer vorher auf ihre Konfektionsfähigkeit prüfen — was sagen Sie dazu?

Thater: Es gibt dafür zwei Möglichkeiten, einmal die persönlichen Kontakte zwischen dem Konfektionär, dem Stoffhersteller und dem Ausrüster — eine gute Sache, die allerdings erst in sehr geringem Umfang praktiziert wird —, dann die **Verbandsarbeit**, die so oft als überflüssig und ziemlich unergiebig betrachtet wird, hier aber erfolversprechende Möglichkeiten bieten könnte, indem sie alle Beteiligten an einen Tisch bittet und diese interdisziplinären Zusammenkünfte regelmäßig organisiert.

Dabei besteht eine merkwürdige Barriere zwischen der Textilveredlung und der Konfektion. Verständlich, da die Veredlung ebenso wie die Chemiefaserindustrie wesentlich von der Chemie her in ihrer Arbeitsweise bestimmt wird, während sich die Konfektion mit mechanisch ablaufenden Vorgängen — also vor allem mit Konstruktionsarbeit — beschäftigt. Dies führt dazu, daß man nicht die gleiche Sprache spricht. Hier eine Brücke zu schlagen, mit dem Ziel, beide Partner zusammenzuführen, das erscheint mir eine ganz wichtige Aufgabe.

Kaun: Zur Lösung der Schwierigkeiten beim Zuschneiden hoher Lagen durch Verschmelzen gibt es heute ähnliche Hilfsmittel von der Zuschneidemaschinenfabrik wie gegen die Verschmelzung beim Schnellnähen, nämlich Gleitmittel oder eine Zusatzvorrichtung, die das Messer schmiert bzw. kühlt. Wir selbst haben dieses Problem ganz einfach durch Anfügen von Filzen, die mit Silikonen oder einem Gleitmittel getränkt waren, gelöst. Das ist aber kein vorrangiges Problem, mit dem man sich lange auseinandersetzen muß.

Das Verkleben von Oberstoff und Einlage oder das Fixieren, wie wir es in der Bekleidungsindustrie nennen, ist schon ein bedeutungsvollerer Faktor, über den es sich nachzudenken lohnt. Bei Ihnen liegen die

Verhältnisse ähnlich wie bei unserem Vertreter für die Textilindustrie, der selbst auch dreistufig arbeitet, die Probleme genau kennt, testet, prüft und weiß, was zu tun ist, damit der Nächste auch weiter kann und nicht vor unlösbaren Problemen steht.

Aber wie sieht das in der Praxis aus?

Beispielsweise bietet ein Chemikalienhersteller ein neues Ausrüste- und Textilhilfsmittel an, das etwas billiger als die bisherigen ist. Es wird ausprobiert und kommt auf die Ware. Der Konfektionär will nun in gewohnter Weise die verschiedenen Einlagestoffe in seinen Klebpressen miteinander verbinden. Es funktioniert aber nicht. Der Veredler hatte ihm nicht gesagt, daß er da etwas Neues ausprobiert und daß er zuvor erst einmal versuchen sollte, ob sich das neue Material auch für die Konfektion eignet.

Ein ganz dringender Wunsch der Konfektion ist daher: Bitte, bedenken Sie, daß das Verkleben bzw. Fixieren von Oberstoffen mit Einlagen bei großen, aber auch bei kleinen Teilen üblich ist und in allen Bereichen der Bekleidungsindustrie angewandt wird und besonderer Aufmerksamkeit bedarf!

Wir alle wissen doch im Grunde, wann eine Plisseemode vor der Türe steht. Das bedeutet einen Aufruf an die Ausrüster und Veredler: Achtet auf gute Schrumpfwerte — es ist Plisseemode! Die Plissierer jammern und klagen immer wieder, weil sie in den seltensten Fällen nur wissen, was plissiert werden soll, welcher Rohstoff das ist und welche Schrumpfwerte zu erwarten sind. Man trifft sich zumeist leider erst dann, wenn Reklamationen entstanden sind.

Ein letzter Beitrag zur Verformung: Können Sie sich in der Herrenbekleidungsindustrie eine Karo- oder Streifenmode vorstellen, die unter Einsatz eines Verformungsprozesses hergestellt wird? Wie auch beim Thema Schweißen würde ich auch hier besonders vorsichtig sein. Er mag hie und da anwendbar sein, doch sollte man sich hüten, zu verallgemeinern, denn sonst heißt es gleich: Die Bekleidungsindustrie kann das ja alles verformen, und es wird alles viel billiger.

Kratzsch: Bevor wir an ein Ende denken, möchte ich doch noch die Frage anschneiden: *Hat die Textilindustrie bzw. die Bekleidungsindustrie eine Überlebenschance in Mitteleuropa?*

Ich habe hier Zahlen aus der Presse vorliegen, denen zufolge der Stundenlohn in der Bekleidungsindustrie 1973 in der BRD DM 9.67, in den USA DM 8.48 betrug, das heißt also, daß der in der BRD um DM 1.28 höher lag als jener in den USA. In Frankreich lag er bei DM 6.63, in Italien bei DM 6.09 und im Fernen Osten bei DM 1.90; dazwischen können Sie die anderen Länder einordnen — ob das nun Tunesien ist, oder wo sonst deutsche Bekleidungsindustrielle noch herstellen lassen. Welche Zukunftschancen geben Sie unter diesen Aspekten überhaupt noch einer Bekleidungs- und Textilindustrie in unseren Breitengraden? Wir können uns doch vorstellen, daß die Kosten weitersteigen. Ich kann mir nicht vorstellen, daß die Menschen plötzlich vernünftig werden.

Hölz: Standardartikel, von Berufsbekleidung bis zum Hemd, werden kaum zu halten sein.

Alles, was jedoch der Mode unterliegt, hätte hier eine Chance — und das ist eine schwere Aufgabe für Sie als Hersteller von Fasern, von Garnen und von

Flächengebilden mit ihren modischen Effekten —, wenn man ganz kurzkolbig arbeitet. Kürzlich hat zum Beispiel ein ganz großer Hersteller von Herrenoberbekleidung offiziell bekanntgegeben, er werde nicht in Billigmärkte auswandern, weil er glaubt, jede Regung der Mode in vernünftigem Sinn — es wird insbesondere klassische Sportbekleidung hergestellt — und auch der Textilindustrie, aufnehmen zu können. Es ist geradezu erstaunlich, daß es diesem Betrieb bisher gelungen ist, hierzubleiben und sogar einen Export zu bestreiten, der mit an der Spitze von dem liegt, was in der deutschen Bekleidungsindustrie möglich ist.

Diese Leute bringen uns aber zu den Entwicklungen, die Sie vorhin gesehen haben, zu Maschinen, die auch von völlig ungeschultem Personal bedient werden können. Hier schließt sich nun auch ein Teufelskreis: Wenn man nur einen ordentlichen Techniker hat, können diese Supermaschinen natürlich auch von der billigsten Arbeitskraft der Welt mit den gleichen Ergebnissen bedient werden.

Trotzdem bleibt es dabei: Standardartikel werden nicht zu halten sein und sind im Grunde schon fort, der modische Artikel wird aber in unseren Breitengraden bleiben.

Kratzsch: Ihr Haus als eines der größten Europas exportiert doch. Exportieren von Maschinen, wie wir in dem Film gesehen haben, heißt nun aber auch die Bekleidungsindustrie exportieren!

Hölz: Wir exportieren nicht alles Neue sofort und zwar nicht aus Nationalismus, sondern der technischen Hintergründe wegen. Die allermodernsten Maschinen bleiben eine Zeitlang in Zentraleuropa, bis sie sozusagen ganz „narrensicher“ sind, um dann exportiert werden zu können.

Kratzsch: Das machen Sie prinzipiell?

Hölz: Ja. Der Exportanteil, der in allen unseren Bilanzen zu sehen ist, liegt bei ungefähr 68 % des Gesamtumsatzes. Bei den Industrienähmaschinen liegt er bei ca. 80 %, das heißt, der Teil, der in Deutschland verkauft wird, besteht zahlenmäßig aus sehr wenigen, wertmäßig aber aus sehr teuren Maschinen. In Konkurrenz mit Japan, den USA und mit den deutschen Wettbewerbern bauen wir zum Beispiel zwangsweise in Ägypten auf den Baumwollfeldern mit ein Kombinat auf, das dann natürlich unter toll günstigen Voraussetzungen Hemden fertigen kann.

Mecheels: Den Kosten für eine Arbeitsstunde in Deutschland möchte ich nun gegenüberstellen, daß die Bearbeitungszeit, die für ein Stück aufgewendet werden muß, mit dem Grad der Automation selbstverständlich absinkt. In diesem Sinn ist der genannte Stundenpreis gewiß noch nicht das Todesurteil für die Bekleidungsindustrie in Mitteleuropa.

Wir leiden im Moment in Mitteleuropa darunter, daß man überhaupt nicht viel Kleidung kauft, sondern am liebsten in der vergammeltesten Kleidung herumläuft, die es gibt. Mir wurde diese Erscheinung, daß man so viel vergammelte Kleidung sieht, als eine Revolution des Verbrauchers erklärt.

Der Verbraucher hat seit dem Zweiten Weltkrieg von seinem Einzelhändler immer nur Mode angeboten bekommen, das heißt, die Rocklänge ging einmal 5 cm tiefer, da konnte man die Kleidung vom Vorjahr nicht mehr tragen, dann ging sie wieder einmal

hinauf, usw. Der Verbraucher empfand dies als Manipulation, und die läßt er sich nun nicht mehr gefallen — er revoltiert. Er sagt: Ich kaufe jetzt nichts mehr, ich trage meine alten Sachen und mache daraus Mode.

Alles, was uns zu tun übrig bleibt, ist, zusätzlich Funktion an einem Kleidungsstück zu verkaufen, Funktion, um die der Einzelhändler genau Bescheid weiß und über die der Kunde entsprechend aufgeklärt wird — die Pflegeleichtigkeit wäre beispielsweise eine solche Funktion, aber es gibt noch andere. Diese „Funktion“ zu produzieren, verlangt aber eine ganz enge Zusammenarbeit zwischen Textil- und Bekleidungsindustrie. Wenn wir die Verarbeitungseigenschaften gemeinsam in den Griff bekämen, dann könnten wir in Mitteleuropa Bekleidung mit Funktion auch kurzfristig produzieren, was aus ein paar tausend Kilometer Entfernung sicher unmöglich ist. Hierin scheint sowohl die Bekleidungs- als auch die Textilindustrie in Mitteleuropa eine Chance zu haben.

Rhomberg: Die Überlebenschancen der Bekleidungsindustrie in Mitteleuropa möchte ich durchaus bejahen. Begründen möchte ich dies damit, daß sich die Textilindustrie bei ihrer Aufgabenstellung nicht allein auf einfachste, billigste Standardartikel konzentrieren darf, sondern eine hochwertigere Produktion ins Auge zu fassen hat.

Ein weiteres Argument, das für diese Lebensberechtigung spricht, ist die Tatsache, daß die Lohnintensität der Textilindustrie durch die technische Entwicklung der Maschinen in den letzten Jahren einen gewaltigen Wandel erfahren hat. Löhne werden zwar durch die Automatisierung weitgehend eingespart, müssen aber durch Maschinenkosten ersetzt werden. Es ist doch bekannt, daß die Erstellung eines Arbeitsplatzes in der Textilindustrie jeweils mit einem Kostenaufwand von 6 bis 10 Mio. Schilling finanziert werden muß. Eine Industrie mit solch hohen Investitionskosten kann man doch nicht in unterstützungsbedürftige unterentwickelte Länder verlegen, um dort Arbeitsplätze zu schaffen! Die Textilindustrie braucht heute keine große Anzahl von Arbeitern, sondern viel Kapital, um die teuren technischen Anlagen bezahlen zu können.

Kratzsch: Gerade diese letzte Formulierung sollten wir ganz besonders beachten. Die Textilindustrie hat sich zu einer kapitalintensiven Industrie gewandelt. Sie ist für die Entwicklungsländer auch deshalb weniger interessant geworden, weil sie nicht mehr so viele Leute wie früher beschäftigt.

Winkler: Wir haben die Möglichkeit, auf Grund des technischen Standes und unseres Know-how den Lohnanteil als solchen noch weiter zu senken. Damit wird natürlich die Gefahr, daß uns die sogenannten Billigländer überfahren, immer geringer. Allerdings gehört da nicht nur die entsprechende Maschine, sondern auch die Organisation, die dahintersteckt, dazu.

Vor sechs Jahren wurde der Capelin-Report im Auftrag der Bekleidungsindustrie der EWG erstellt. Abbildung 18 zeigt die gemittelten Herstellungszeiten in Minuten für verschiedene Bekleidungsartikel in den Konfektionsbetrieben gemäß dem Stand von 1968. Auf Grund der damals bestehenden technischen Möglichkeiten hat Capelin nun bei rationellster Ausnutzung

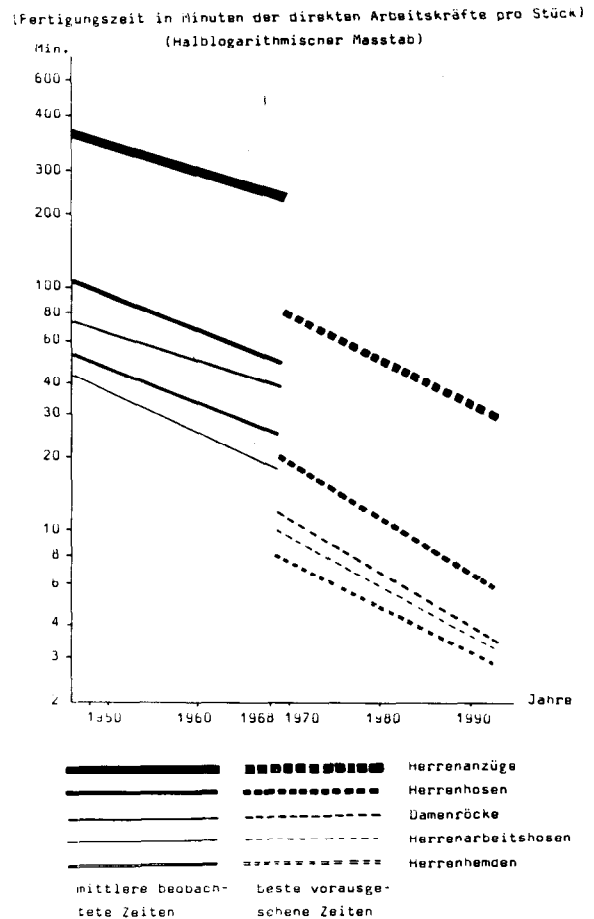


Abb. 18: Die Entwicklung der technischen Produktivität

von Organisation und Arbeitsmethoden eine Verkürzung der Herstellungsdauer bis 1990 berechnet. Greifen wir als Beispiel das eingangs gezeigte Herrenhemd heraus, so ergäben sich für 1974 8 Minuten, was wir eigentlich noch nicht ganz erreicht haben. Das eröffnet uns die Vorstellung, was wir noch durch Organisation erreichen können. Wenn wir nun aber auch weiterhin in der Lage sind, den Lohnanteil zu senken, dann haben wir sicher auch eine Chance, in den lohnhöheren Ländern zu überleben.

Kaun: Der Betrieb, den Herr Hölz erwähnte, der nach Prüfung der Situation nicht auslagern will, ist ein HAKA-Betrieb, ein Betrieb der Herrenoberbekleidung. Gerade hier ist aber noch ein gewisses Wissen und Können der einzelnen Beschäftigten unbedingt erforderlich. Wir können in der Herrenoberbekleidungsindustrie nicht so mechanisieren, wie das beispielsweise bei der Erzeugung von Herrenhemden möglich ist; — das ist natürlich auch mit ein Grund zu der getroffenen Feststellung. Andererseits ist aber ein großer Teil der Bekleidungsindustrie geradezu gezwungen, auszulagern, um durch geringere Produktionskosten für das Inland Mischpreise erstellen zu können, die etwas preisregulierend wirken bzw. überhaupt erst Konkurrenzfähigkeit schaffen.

Thater: Für die Veredelungsindustrie in der Bundesrepublik gilt diese optimistische Prognose nicht ohne weiteres, da sehr personalintensiv gearbeitet werden muß und die Personalkosten hoch sind und auch hoch bleiben werden. Das hängt mit der typischen europäischen Textilkollektion zusammen, die außerordentlich

individualisiert und damit zersplittert ist. Wir werden auch nicht in der Lage sein, weiterhin hohe Rationalisierungseffekte zu erzielen, obwohl andererseits der Kapitalbedarf in der Textilveredlung beträchtlich ist. Daher muß man sich damit abfinden, daß die Lage von der Kostenseite her angespannt bleiben wird.

Mecheels: Ich könnte der Veredlungsindustrie, wenn sie eine Überlebenschance haben wollte, einen Geheimtip geben. Das hohe Maß an Automation, das man bei der Hemdenerzeugung gesehen hat, kann nicht auf alle Bereiche der Bekleidungsindustrie angewandt werden. Eine Automation, wie wir sie in der Autoindustrie finden, ist aus einem ganz bestimmten technischen Grund einfach nicht möglich, weil nämlich die Stoffe lappig sind. Die automatische Positionierung eines Stoffteils zu einem Nähvorgang ist daher, wie beispielsweise in der Karosseriefertigung, wo die Einzelteile durch Vorrichtungen zusammengebracht und dann punktgeschweißt werden können, ausgeschlossen. Wenn aber die Stoffe steifer wären, ließe sich das machen. Es wäre daher eine phantastische Sache, wenn es der Textilveredlungsindustrie gelänge, eine vorübergehende Versteifung — insbesondere bei Maschenwaren, die sich dieser Automation beim Vernähen meistens völlig widersetzen — zu erwirken, die man nachher beim besseren Hinsehen wieder weg bekommt.

Damit Sie sehen, daß dies keine Utopie ist, folgendes Gedankenexperiment: Befeuchten Sie Maschenware mit Wasser und kühlen Sie diese unter 0°C, sodaß sie gefroren ist, und vernähen Sie sie in einem Nähsaal, in dem ebenfalls eine Temperatur unter 0°C herrscht. Dann lassen Sie die Ware wieder auftauen und trocknen, und der Prozeß ist einwandfrei abgelaufen. So geht es natürlich wegen der 0°C nicht, aber vielleicht wären andere Substanzen mit ähnlicher Wirkung denkbar.

Das scheint mir ein sehr wichtiger Zukunftsaspekt im Hinblick auf die Konturenähautomaten zu sein, die Nähte nähen, indem sie die Kanten abtasten. Maschenwaren, deren Kanten sich einrollen und sich dadurch nicht richtig steuern lassen, können in solchen Automaten nicht vernäht werden. Hätten wir aber eine Versteifung, dann wäre das durchführbar.

Thater: So schön und zukunftsicher das klingt, so müssen wir bedenken, daß wir vor allem relaxieren und färben müssen, das heißt, Temperatureinflüsse und Quellungsvorgänge zu berücksichtigen haben. Auf jeden Fall werden wir in unseren Bemühungen um eine rationelle Fertigung nicht nachlassen, und wir sind allein schon deshalb für jede Anregung dankbar.

Kratzsch: Vielleicht müßte man zur Lösung des letzten Mecheelschen Gedankens einer temporären Versteifung nach Professor Eigen der Natur auf die Finger schauen!

Ich freue mich, daß meine provozierende Frage, ob die Textil- bzw. die Bekleidungsindustrie eine Über-

lebenschance habe, hier in der Runde so positiv beantwortet wurde. Das möchte ich sehr herausstreichen, da man heute diesbezüglich vielfach bloß Molttöne hört. Mit dieser bejahenden Antwort zu den Zukunftschancen von Textil- und Bekleidungsindustrie in Mitteleuropa zeigten auch alle Beteiligten ihr eigenes starkes Engagement.

Sicherlich wird bei der Lösung dieses Problems die Frage, die heute zur Diskussion gestellt wurde, nämlich die Zusammenarbeit der einzelnen Sparten der Textilindustrie, eines der wichtigsten Kriterien sein. Ich glaube, daß sich letztlich nur die Betriebe bei dem Ausleseprozeß, der jetzt und auch im nächsten Jahr vor sich gehen wird, durchsetzen und halten werden, die hier den Weg nach vorne gehen, indem sie konsequent den Kontakt mit dem Konfektionär aufnehmen, um sich dort wirklich die Information, die zur Frage der Standardisierung usw. notwendig ist, zu holen.

Sollte wirklich diese Frage der Standardisierung oder der Spezifizierung bei den Verbänden liegen bleiben, oder fromme Bekundungen die ganze Antwort darauf sein, wird einer, der hier am Tisch vertretenen Industriezweige die Initiative übernehmen müssen, und wir werden uns — wie es unsere Eigenart ist — bescheiden im Hintergrund halten. Wenn es aber sein muß, würden wir Chemiefaserhersteller, obwohl wir eigentlich am wenigsten von all dem berührt werden, weil wir ja am Anfang der Pipeline sitzen, durchaus den ersten Schritt unternehmen, um die einzelnen Industriezweige so, wie sie heute hier vertreten sind — ich glaube, daß die Zusammensetzung richtig war —, an einen Tisch zu bringen, um diese Spezifikationen zu erarbeiten.

Ich teile völlig die Meinung Herrn Rhomberts, daß diejenigen die beste Überlebenschance haben, die sich klar auf diese Spezifikationen einstellen. Das ist die Voraussetzung. Es hat keinen Sinn, wenn von einer Seite der anderen diktiert wird, es müssen vielmehr für beide Partner, also für Bekleidungs- und Textilindustrie, vernünftige Basen erarbeitet werden.

Insofern hat unser Gespräch doch gewisse Konklusionen gebracht: Wir haben einmal von der Maschinen- und von der Nähgarnindustrie gehört, daß die Geschwindigkeitssteigerungen eher einem flacheren Verlauf zustreben, das heißt, wir werden mit den Nähfäden und den Chemiefasern, die hierfür zur Zeit zur Verfügung stehen, auskommen. Auch die Frage, was besser sei — nicht anfärbbar, aber hitzebeständig, oder anfärbbar — ist ganz klar beantwortet worden.

Diese Diskussionsrunde hat sich meiner Meinung nach dadurch ausgezeichnet, daß auf einige Fragen, auch aus dem Publikum, ganz klare Antworten kamen und daß die hier Beteiligten sich nicht gescheut haben, das auszusprechen, was ihnen auf der Seele lag. Dafür möchte ich meinen Kollegen ganz herzlich danken.

Die chemische Industrie im Dienste der Menschheit

Willi Hoerckens

Vorstandsmitglied der Farbwerke Hoechst AG,
Frankfurt (M.) — Hoechst

In einem weitgespannten Überblick zeigt der Vortragende auf, daß es heute praktisch keinen Bereich des industriellen, aber auch des privaten Lebens gibt, für den die Chemie nicht einen notwendigen Beitrag leistet. Er hebt in seinem Referat die wichtigsten Einsatzgebiete hervor, die den Ernährungssektor, die Medizin, die Pharmazie, die Bauwirtschaft und im besonderen die Bekleidung betreffen.

In an extensive survey the author shows that there is practically no part of industrial or even private life to which chemistry does not contribute in an important way. He emphasizes in his paper its major applications in the fields of nutrition, medicine, pharmaceuticals, the building industry and particularly in the clothing industry.

Bevor ich auf mein Thema „Chemie im Dienste der Menschheit“ näher eingehe, möchte ich einmal ganz kurz versuchen, eine Standortbestimmung für die Chemie vorzunehmen.

Das bekannte Wirtschaftsmagazin „Der Volkswirt“, heute die „Wirtschaftswoche“, versuchte 1954 eine Prognose über die Entwicklung der Weltchemieerzeugung abzugeben. Damals erwartete man für das Jahr 1972 eine Größenordnung von DM 310 Mrd. oder, entsprechend dem damaligen Dollarkurs, von rund US-\$ 74 Mrd. 1980 sollten weltweit für US-\$ 83 Mrd. chemische Güter produziert werden. Tatsächlich belief sich die Chemieproduktion im Jahre 1972 aber auf etwa US-\$ 220 Mrd., also auf fast das Dreifache, und für 1980 rechnet man mit etwa US-\$ 330 Mrd.

Derartige Fehlprognosen werden selbst von hervorragenden Kennern der Materie abgegeben. Wenn wir bedenken, daß vielleicht die Hälfte der Produkte, die wir in 20 bis 30 Jahren verkaufen werden, heute noch nicht bekannt sind, ist es keinesfalls erstaunlich. Für die Chemie gilt wirklich die Aussage: „Nichts ist so beständig wie der Wechsel.“

Die chemische Industrie hat sich weltweit durch hohe Wachstumsraten ausgezeichnet. Seit Anfang der fünfziger Jahre lagen sie im Durchschnitt zwischen 8 und 9 %. Im gleichen Zeitraum stieg die Weltbevölkerung um durchschnittlich 2 % und wird Ende 1974 rund 4 Mrd. betragen.

Das Schwergewicht der Produktion liegt in den USA und in Westeuropa. 1972 wurden beispielsweise in den USA für \$ 57 Mrd. chemische Erzeugnisse produziert, in der BRD für \$ 17 Mrd. und in Österreich für \$ 0,9 Mrd. Um das dargestellte Wachstum realisieren zu können, mußten beträchtliche Mittel in Anlagen, in die Forschung und für den Umweltschutz investiert werden. Es wird geschätzt, daß die Chemieunternehmen der OECD-Länder im Jahre 1972 etwa \$ 10 Mrd. an Investitionen für Sachanlagenvermögen vorgenommen haben — das entspricht einem um rund 140 % höheren Betrag als 1960. Der Chemieumsatz dieses

Länderkreises stieg im selben Zeitraum von \$ 52 Mrd. auf \$ 154 Mrd., also um knapp 200 %, die Anzahl der Beschäftigten von 2,9 Mio. auf 3,9 Mio., das heißt nur um 34 %. Gleichzeitig erhöhte sich der Umsatz pro Beschäftigtem von rund \$ 17.800 auf \$ 37.100 (Durchschnittskurs 1972: 1 US-\$ = DM 3,22).

So, wie die Forschung von heute die Produktion von morgen sichert, so sichert der Gewinn von heute die Arbeitsplätze von morgen. Das Stanford Research Institute in Zürich hat in einer Studie über die Praxis der Forschung in der europäischen Chemieindustrie 43 führende Chemieunternehmen über die Höhe des Forschungs- und Entwicklungsaufwands befragt. Danach wurden für diesen Zweck im Durchschnitt der letzten Jahre 3 bis 5 % vom Umsatz ausgegeben. Für die pharmazeutische Industrie als einem Teil der chemischen Industrie ist dieser Satz wesentlich höher und liegt bei 8 bis 10 %. Es sei aber darauf hingewiesen, daß nicht alle pharmazeutischen Unternehmen eine eigene Forschung betreiben.

Mit diesen Aufwendungen gehört die Chemie zu den forschungsintensivsten Wirtschaftszweigen. In der BRD beispielsweise, so hat der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft ermittelt, gab die Wirtschaft 1972 DM 10,5 Mrd. (= \$ 2,9 Mrd.) für Forschung und Entwicklung aus. DM 2,5 Mrd. (= \$ 0,7 Mrd.) oder annähernd ein Viertel entfielen davon auf die chemische Industrie, die damit in Relation zum Umsatz an der Spitze steht. Auch absolut gesehen gehört sie zur Spitzengruppe.

Die chemische Industrie hat sich schon sehr früh mit Fragen der Ökologie befaßt und erhebliche Summen zur Lösung dieser Probleme aufgewandt. So sind die Chemieunternehmen zwar bemüht, durch neue technische Verfahren den Anfall von Rückstandsprodukten zu minimieren, ein Verfahren ohne Rückstandsprodukte wird es jedoch praktisch kaum geben. Auch dieser Industriezweig kommt somit nicht umhin, weitere beträchtliche Investitionen und Unterhaltungsausgaben für den Umweltschutz zu tätigen. Er bietet aber auch darüberhinaus gleichzeitig Lösungen für die Umweltprobleme anderer Industriezweige.

Zahlenmaterial über diese Aufwendungen wird in der Regel nur sporadisch veröffentlicht. Daher kann auch ich mich nur auf das Ergebnis einer Umfrage beschränken, die der Verband der Chemischen Industrie der BRD 1971 durchgeführt hat. Danach haben deutsche Chemieunternehmen 1960 bis 1964 DM 1,4 Mrd. und 1965 bis 1969 DM 3,0 Mrd. für den Umweltschutz aufgebracht. Für die Periode 1970 bis 1974 wurden DM 4,2 Mrd. geplant, was jährlichen Aufwendungen von DM 840 Mio. entspricht. Daß dabei das Gros der Ausgaben, nämlich 75 %, von Unternehmen mit einem Umsatz von über DM 1 Mrd. getragen wird, erscheint verständlich.

In den vergangenen 20 Jahren hat die chemische Industrie mit der Umstellung von Kohle auf Öl eine revolutionierende Umstrukturierung erfahren. Noch eingangs der fünfziger Jahre war die Kohle der uneingeschränkt dominierende Rohstoff. Heute werden dagegen beispielsweise in der BRD bereits 95 % des benötigten Kohlenstoffs aus Erdöl und Erdgas gewonnen. Die hohe Abhängigkeit der Chemie von diesem Rohstoff wird besonders deutlich, wenn man weiß, daß, dem Produktionswert nach gerechnet, das

Verhältnis von organischen zu anorganischen Produkten 4:1 beträgt. Der Petrochemie im wesentlichen verdanken aber Kunststoffe und Synthefasern ihre stürmische Entwicklung, denn erst sie hat die Grundlage für eine preiswerte Massenproduktion gelegt.

Lassen Sie mich hier aus aktuellem Anlaß noch eine Anmerkung zu der Rohstoffsituation aus dem Blickwinkel der chemischen Industrie machen. Die Welt-erdölförderung erreichte 1973 rund 2,8 Mrd. t. Diese Menge wurde wie folgt verarbeitet:

- 20 % Rohbenzin, die wiederum in etwa zu
 - 65 % in den Vergasersektor und zu knapp
 - 35 % in die Chemie gingen,
- 37 % Gasöl (Heizöl EL, Dieselöl),
- 27 % schweres Heizöl,
- 4 % Bitumen,
- 4 % Schmierstoffe, Flüssiggas,
- 7 % Eigenbedarf der Raffinerien,
- 1 % Verlust.

Bezogen auf die gesamte Erdölverarbeitung benötigte die chemische Industrie nur etwa 6 % des geförderten Rohöls. Auf die Chemiefaserindustrie als Teil der Chemie entfallen ca. 0,7 bis 0,9 % der Gesamtmenge an Rohöl.

Die Weltvorräte an Rohöl werden auf 800 bis 1000 Mrd. t geschätzt. Diese Schätzung umfaßt auch Teersande und Ölschiefer. 90 Mrd. t sind davon sicher erschlossene Reserven, die zu 70 % in Arabien und in Afrika liegen. Seit Beginn der Erdölförderung sind bis heute ca. 40 Mrd. t verbraucht worden, bis zur Jahrtausendwende sollen es 168 Mrd. t sein.

Die im Zusammenhang mit der sogenannten Erdölkrise zutage getretenen Probleme zwingen alle Welt darüber nachzudenken, wie sich das Erdöl, insbesondere für den Energiesektor, substituieren läßt. Wenn auch in den nächsten 10 Jahren noch nicht mit grundlegenden Veränderungen zu rechnen ist, so können wir doch die begründete Hoffnung hegen, mit Hilfe der Kernenergie in absehbarer Zeit zu einer Renaissance der Kohle zu kommen.

Hier eröffnen sich vor allem durch die Hochtemperaturreaktoren neue Möglichkeiten. Der Teil der nuklearen Prozeßwärme, der nicht der Stromerzeugung zugute kommt (ca. 60 %), kann für chemische Prozesse, insbesondere für solche mit hohem Energiebedarf, verwendet werden. Mit dieser Prozeßwärme kann die Umwandlung fester kohlenstoffhaltiger Rohstoffe in Kohlenstoff-Wasserstoffgase erfolgen. Diese Gase wiederum bilden den Ausgangsstoff für die Petrochemie.

Die Chemie im Dienst der Menschheit

Fast alle chemischen Produkte passen, direkt oder indirekt, in einen der vier wichtigsten Bedarfsbereiche des Menschen:

- Ernährung,
- Bekleidung,
- Werkstoffe und Gegenstände des täglichen Lebens,
- Gesundheit und Hygiene.

Diese vier Bereiche will ich auch meiner Gliederung zugrunde legen. Bei meiner Betrachtung möchte ich mich auf Erfahrungen und Entwicklungen der letzten

zwanzig Jahre beschränken bzw. auf solche, die zwar schon früher existierten, aber erst in dieser Zeit Bedeutung erlangten. Darüberhinaus möchte ich versuchen, Ihnen aufzuzeigen, was in etwa die Chemie in den nächsten 10 Jahren auf den Markt bringen könnte. Wir dürfen davon ausgehen, daß ein chemisches Produkt rund gerechnet etwa 7 bis 10 Jahre braucht, bis es aus der Retorte des Forschers zur marktreifen Großproduktion gelangt. Deshalb gibt der Zeitraum bis 1985 die Möglichkeit einer realistischen Prognose.

1. Chemie und Ernährung

Bis zum Ende unseres Jahrhunderts wird mit einer Weltbevölkerung von 6 bis 7 Mrd. gerechnet. Die Zuwachsraten sind dabei in den am wenigsten entwickelten Ländern am höchsten. Schon heute leiden nahezu ein Viertel aller in den unterentwickelten Ländern lebenden Menschen an Unterernährung, 60 % an Mangelernährung. Allein um diesen besorgniserregenden Zustand nicht noch weiter zu verschlechtern, müßte die Nahrungsmittelproduktion bis zur Jahrhundertwende vervierfacht werden.

Eine Lösung dieses drängenden Problems kann mit Hilfe der Chemie gefunden werden.

Der wesentliche Schritt zur Steigerung der Ernterträge erfolgte auf dem Düngersektor. Die Forschungen Justus von Liebig's und die verfahrenstechnischen Folgerungen von Haber und Bosch waren die Meilensteine auf dem Weg der Düngherstellung. Aber erst das letzte Jahrzehnt brachte einen Schritt zu größeren Anlagen und damit die Möglichkeit, Kostensteigerungen aufzufangen.

Düngemittel führen dem Boden die mineralischen Stoffe zu, die den Pflanzen als Nahrung dienen. In vielen Böden herrschen Mangelzustände, die das biologische Gleichgewicht stören und somit bei Pflanzen und Tieren zu kümmerlichem Wuchs, Unfruchtbarkeit und Gesundheitsstörungen führen. Man hat errechnet, daß hauptsächlich bedingt durch den Einsatz von Düngemitteln, die Hektarerträge für Getreide in Europa seit 1800 um das Vierfache gestiegen sind, die Kartoffelernten seit 1850 um das Dreifache. Dabei haben verbesserte Saatzucht und intensive Bearbeitung ebenfalls einen wesentlichen positiven Effekt gehabt.

Zur Zeit beträgt die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Welt rund 1,46 Mrd. ha. Im Düngjahr 1972/1973, so hat die FAO ermittelt, wurden an Düngemitteln verbraucht: 36,0 Mio. t Stickstoff (N), 23,9 Mio. t Phosphat (P_2O_5) und 18,7 Mio. t Kali (K_2O). Die unterentwickelten Länder konnten dabei nur einen Bruchteil der Düngemittel einsetzen, die in den Industriestaaten mittlerweile üblich sind. Hier liegen also noch enorme Möglichkeiten.

Jährlich fallen heute noch etwa 35 % der Welternte Schädlingen, Pflanzenkrankheiten und Unkräutern zum Opfer. In Asien und Afrika steigt der Verlust auf weit über 40 %, in Europa liegt er bei 25 % (1967). Insektizide wie Parathion und Thiodan haben gezeigt, daß bei konsequentem Einsatz die Schädlinge wirkungsvoll bekämpft werden können. Auf diesem Gebiet wird sehr intensiv weiter geforscht, um bei auftretenden Resistenzen neue Mittel zur Verfügung zu haben.

Herbizide beseitigen Unkräuter, die in Konkurrenz zu den Nutzpflanzen hinsichtlich Licht, Standraum, Wasser und Nährstoffen stehen. Darüberhinaus erleichtern sie die mechanische Bodenbearbeitung und verbessern den Ernteertrag. Zum Teil machen sie manuellen Arbeitsaufwand und den Einsatz von Spezialmaschinen ganz überflüssig. Ich denke hierbei besonders an Herbizide für den Hackfruchtsektor.

Die Aufwendungen für die Pflanzenschutzforschung sind beträchtlich. Um einen neuen Wirkstoff zu finden, rechnet man heute mit Kosten von rund \$ 8 bis 10 Mio. Dabei müssen durchschnittlich 10.000 Verbindungen synthetisiert und geprüft werden.

Einen entscheidenden Beitrag hat die Chemie auch auf dem Gebiet der Tierernährung geleistet. Neben dem Grundfutter (Getreide etc.) kommt den Futterzusätzen eine besondere Bedeutung zu: Sie bewirken eine optimale und leistungsgerechte Ernährung unserer Nutztiere und führen damit zu einer Verbesserung der Tierhaltung und damit auch zu einer beträchtlichen Verbilligung.

In den letzten Jahren sind bestimmte Antibiotika, die sowohl als Therapeutika in Human- und Veterinärmedizin als auch prophylaktisch in der Tierernährung eingesetzt werden, allgemein kritisiert worden. Es war und wird somit Aufgabe der Chemie sein, Wirkstoffe bzw. spezielle Fütterungsantibiotika der Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen, die den Human- und Veterinärsektor nicht tangieren, um so Resistenz-, Kreuzresistenz- und Rückstandsprobleme beim Tier und damit auch beim Menschen auszuschließen.

Auch Ihr tägliches Frühstücksei verdanken Sie letzten Endes der Chemie. Unter anderem durch den Einsatz von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen legen Hühner heute kontinuierlich über das Jahr verteilt ihre Eier.

Der Schwerpunkt der Pflanzenschutzforschung wird in Zukunft — neben der Weiterentwicklung chemischer Bekämpfungsmittel — auf dem Gebiet der biologischen Verfahren liegen. Hiervon verspricht man sich eine geringere Störung des biologischen Gleichgewichts.

Die hierbei zu beschreitenden Wege sind:

- Nachahmung natürlicher Insektizide, wie z. B. des Pyrethrums,
- Entwicklung von Abschreckstoffen, sogenannte „Repellents“,
- Nahrungs- und Sexuallockstoffe für sogenannte „Insektenfallen“ (Attractants),
- Hormoneinsatz,
- Chemosterilantien, die die Fortpflanzung unterbinden.

Viele ernstbedrohende Pflanzenkrankheiten konnten bisher durch den Einsatz von Fungiziden verhindert werden. Organische Mittel drängen dabei die anorganischen, wie Kupfer und Schwefel, mehr und mehr zurück.

Neuere Entwicklungen zielen auf systemische Mittel mit kurativer Wirkung, wobei prophylaktisch wirkende Mittel durchaus ihre Bedeutung beibehalten werden.

Besonders in der Zukunft werden pflanzliche, vor allem aber tierische Eiweißträger nicht mehr in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen. Wir rechnen mit einem Eiweißbedarf pro Mensch und Tag von 75 bis 90 g, wovon 40 g tierischen Ursprungs sein sollen. In den Entwicklungsländern stehen derzeit nur 58 g zur Verfügung; 4 bis 8 g davon sind tierisches Eiweiß. Bei einer Bevölkerung in diesen Regionen von 2,8 Mrd. besteht somit bereits heute rein rechnerisch eine Eiweißlücke von 20 bis 30 Mio. t. Aus diesem Grund arbeitet die Chemie bereits heute sehr intensiv an der Gewinnung von Eiweiß aus Erdöl für die Tiernahrung. Die ersten Petroproteine auf Basis von n-Paraffinen stehen schon zur Verfügung. Die nächste Generation synthetischer Proteine wird wahrscheinlich auf der Basis von Methanol erzeugt werden.

Ohne veterinärmedizinische Präparate würden wir auch heute noch in der Tierhaltung große Verluste erleiden. Mit Hilfe der Chemie gelang es, gefährliche Seuchen, wie Milzbrand, Rauschbrand, Rotz, Bläschenausschlag, Schweinepest oder Cholera, stark einzudämmen und in manchen Gegenden ganz auszurotten. Mittel gegen die Tuberkulose sowie Impfstoffe gegen die Maul- und Klauenseuche sind nicht mehr wegzudenken.

97 % des Wassers befinden sich in den Ozeanen. Eine wachsende Bevölkerung benötigt auch zunehmend größere Mengen an Wasser, und das wird immer knapper. Zwei Tonnen Wasser sind allein notwendig, um einen Laib Brot im Laden anbieten zu können. Weltweit wird deshalb am Problem der Meerwasserentsalzung gearbeitet, und auch hieran ist die Chemie beteiligt.

Wasser muß nicht nur gewonnen, es muß auch transportiert und aufbereitet werden. Von den Kunststoffen für Rohrleitungen über Filter und Siebe, Membranen bis hin zum Chlor stellt die Chemie die notwendigen Mittel zur Verfügung. Und schließlich muß das verunreinigte Wasser wieder gereinigt werden. Auch hierzu notwendige Produkte, wie zum Beispiel Fällungsmittel, finden wir in der chemischen Palette.

Kunststoffe haben in den letzten Jahren eine besonders stürmische Aufwärtsentwicklung erlebt. Im Nahrungsmittelsektor finden sie vielfach Verwendung: Schaumstoffe werden den Böden zur Auflockerung beigemischt. Copolymere Kunststoffdispersionen dienen als Erosionsschutz. Folien schützen die Pflanzen und machen ihr Wachstum von der Jahreszeit unabhängiger. Verpackungsfolien gestatten Lebensmittel hygienisch und keimfrei zu halten. Flüssigkeiten und Trinkwasser werden in Behältern aus gummibeschichteten hochfesten Chemiefasern aufbewahrt und befördert. Die Reihe der Beispiele ließe sich beliebig fortsetzen.

Chemische Produkte helfen, Lebensmittel haltbar zu machen. Organische Säuren, wie die Benzoe- oder die Sorbinsäure, sind heute die wichtigsten Konservierungsmittel. Tiefgefrieren mittels Stickstoff ist bereits ein gebräuchlicher Vorgang. Aber auch an der Konservierung mit Hilfe von Gasen (Obst) und Strahlen wird erfolgreich gearbeitet.

Wenn wir von Nahrungsmitteln sprechen, dann dürfen wir die synthetischen Aroma- und Süßstoffe nicht

vergessen. Vor allem die Süßstoffe sind für Diabetiker unentbehrlich geworden. Es konnte jetzt nachgewiesen werden, daß diese Stoffe keine cancerogenen Eigenschaften haben.

2. Chemie und Bekleidung

So, wie es ein Problem sein wird, die Menschheit zu ernähren, genauso wird es immer schwieriger, sie zu kleiden. Nahrung und Kleidung werden sogar in gewisser Beziehung in Konkurrenz zueinander treten. Eine im wesentlichen konstante landwirtschaftliche Nutzfläche wird mit zunehmender Bevölkerung in verstärktem Maß zur Nahrungsmittelerzeugung verwendet werden müssen. Selbst wenn man, was zweifelsohne realistisch ist, steigende Hektarerträge bei Baumwolle und steigende Schurerträge bei Schafwolle unterstellt, so werden die Naturfasern doch immer weniger zur Bedarfsdeckung beitragen können. Diese Rolle müssen daher die Chemiefasern übernehmen.

Hätte Stefan Zweig seine „Sternstunden der Menschheit“ nicht bereits 1928 veröffentlicht, so hätte er möglicherweise auch ein Kapitel der Erfindung der Chemiefasern gewidmet. Die Entwicklung der Polyamidfasern Nylon 6.6 auf Basis AH-Salz durch Carothers 1935 und Nylon 6 auf Basis Caprolactam durch Paul Schlack 1938 sowie des Polyester durch Whinfield und Dickson 1941 und des Polyacrylnitrils durch Herbert Rein 1942 darf man ohne Übertreibung als Sternstunden bezeichnen. Zuvor hatte bereits Chardonnnet auf der Pariser Weltausstellung 1889 die Möglichkeit gezeigt, eine sogenannte „Kunstseide“ herzustellen. 1921 gelang es schon, Zellwolle in erheblichen Mengen zu produzieren. Aber die große Zeit der Chemiefasern begann erst, als es gelang, Synthefasern im großtechnischen Maßstab zu erzeugen.

Als Rohstoff finden Aromaten Verwendung, die früher auf Basis von Steinkohlenteer, heute aber im wesentlichen auf Basis von Erdöl gewonnen werden. Diese Stoffe stehen, wenn auch nicht unbegrenzt, so doch in ausreichender Menge zur Verfügung, um die Bekleidung der wachsenden Bevölkerung zu sichern. Der Erfolg der Chemiefasern beruht aber nicht allein auf der Knappheit der Naturfasern. Chemiefasern und insbesondere Synthetics sind „Fasern nach Maß“. Sie bieten Produkt- und Verarbeitungsvorteile, die durch das gewaltige Forschungspotential der Chemiefaserindustrie ständig vergrößert wurden und auch in Zukunft weiter vergrößert werden. Ihre hervorragenden Trage- und Pflegeeigenschaften bei einem außerordentlich günstigen Preis-Nutzen-Verhältnis, sowie die hohe Flexibilität des Angebots sind nur einige der Vorteile, die Chemiefasern den Verarbeitern und den Verbrauchern bieten. Vor einem Kreis von Chemiefaserexperten erübrigt es sich wohl, näher auf dieses Thema einzugehen.

Erwähnen möchte ich aber noch, daß erst die Herstellung der Fasern in Großanlagen eine Produktion zu einem mit Naturfasern konkurrenzfähigen Preis ermöglichen. Im Jahre 1955 fuhr die ICI in England erstmals eine Anlage mit einer Kapazität von 5000 t/Jahr Polyesterfasern an. In Anbetracht der heutigen Anlagengrößen war das zwar immer noch eine kleinere Anlage, doch leitete sie ein neues Zeitalter des Faserverbrauchs ein.

Sehr schnell gelang es den Chemiefasern dann, eine wichtige Rolle für die Deckung des Textilfaserbedarfs zu spielen. Dominierten zuerst noch die zellulosischen Fasern, so wurden sie bald von den Vollsynthetics überflügelt. 1973 wurden weltweit 7,9 Mio. t Synthetics verbraucht und 3,7 Mio. t Cellulosics. Der Gesamtverbrauch an Textilfasern betrug im gleichen Jahr 25,6 Mio. t, sodaß die Chemiefasern einen Anteil von 45% haben. Wir schätzen, daß etwa im Jahre 1980 mehr als die Hälfte des Textilfaserverbrauchs auf Chemiefasern entfällt.

Die Chemiefaserindustrie ist ständig bestrebt, die Qualität ihres Angebotes, soweit das noch möglich ist, zu verbessern. Das wird einige Fasereigenschaften betreffen, beispielsweise die Wasseraufnahmefähigkeit, die Flammfestigkeit oder bestimmte textile Eigenschaften (wie z. B. Volumen, Griff). In naher Zukunft können wir aber nicht mehr mit revolutionierenden Neuerungen rechnen. Die drei Faserstämme Polyamid, Polyester und Polyacrylnitril werden auch weiterhin eine dominierende Rolle unter den Synthefasern spielen. Änderungen wird es sicherlich in der Verarbeitung geben. Die Versuche, Produktionsstufen zu überspringen und textile Gebilde aus dem Rohstoff herzustellen, geben eine Richtung der Bemühungen an.

Obwohl ich eben im wesentlichen langfristige Aspekte darstellte, möchte ich an dieser Stelle ein Wort zur Rohstoffsituation der Chemiefaserindustrie im nächsten Jahr sagen. Die Versorgung mit den wichtigsten Vorprodukten wird im ganzen gesehen ausreichen, um den Chemiefaserbedarf zu decken. Diese Aussage gilt aber nur, wenn wir für die Rohstoffe einen Preis zu zahlen bereit sind, der einen konkurrierenden Einsatz, z. B. im Vergaserkraftstoff, ausschließt. Unter diesem Gesichtspunkt wird die Textilindustrie Verständnis aufbringen müssen, wenn die fasererzeugende Industrie ihre Preise den jeweiligen Marktverhältnissen anpaßt.

Wenn wir von Kleidung sprechen, dann denken wir auch an Mode und damit an Farben. Hier tritt die Chemie am augenfälligsten, wenn auch am wenigsten bewußt in Erscheinung. Bis vor gut 100 Jahren standen nur die zehn Naturfarben zur Verfügung. Sie waren auf Grund ihrer kostspieligen Herstellungsweise extrem teuer. Erst die Farbstoffchemie erlaubt es auch der breiten Bevölkerung, farbenprächtige Textilien zu verwenden.

Die meisten Farbstoffklassen wurden bereits zwischen 1870 und 1930 erfunden und patentiert. Aufbauend auf diesen Grundlagen hat die Chemieforschung seitdem eine kaum übersehbare Anzahl von modifizierten und verbesserten Farbstoffindividuen herausgebracht. In den letzten 20 Jahren gelangen als wirklich bedeutende neue Erfindungen die Reaktivfarbstoffe. Daneben wurden neue chromophore Systeme in die Technik der Farbstoffe eingeführt.

Der Entwicklung der synthetischen Fasern folgte die Chemie auch mit der Bereitstellung neuer Farbstoffe. Es ist bei diesem Zweig der Industrie eine typische Erscheinung, daß neue Farbräger und Substrate oder deren Weiterentwicklung fast immer auch eine entsprechende Entwicklung der Farbstoffe nach sich zie-

hen. Auf der anderen Seite wird aber auch versucht, die Chemiefasern den Erfordernissen des Färbens anzupassen (z. B. carrierfrei).

In Zukunft wird die Umweltfreundlichkeit sowohl bei der Farbstoffproduktion als auch bei der Applikation zunehmende Bedeutung erlangen. Wichtig wird es auch sein, den Energiebedarf in der Produktion zu reduzieren, wobei dies keineswegs nur ein farbenspezifisches Problem ist. In letzter Zeit hat man enorme Fortschritte auf dem Gebiet des Farbstoff-Finishs erzielt, ebenso auf dem Gebiet der Lichtechtheit. Hier werden auch in Zukunft noch Schwerpunkte der Arbeit liegen. Selbstverständlich wird auch die Suche nach besseren Farbstoffindividuen fortgeführt.

Die Verfahrenstechnik betritt ständig Neuland. Die Chemieunternehmen haben ihren Abnehmern hier schon immer wertvolle Dienste geleistet und werden das auch weiter tun.

Wenn ein Anzug nach einem langen Bürotag nicht verknittert ist oder ein Hemd nicht mehr gebügelt zu werden braucht, wenn wir heute das „weißeste Weiß“ haben, so ist das auch den „Heinzelmännchen der Chemie“, den Textilhilfsmitteln, zu verdanken. Modifier, Präparationsmittel, Antistatika, Carrier und Netzmittel entwickelten die Forscher parallel zu den Chemiefasern. Optische Aufheller, Mittel für den Ausrüstungsprozeß (z. B. fleckabstoßende Substanzen), Produkte zur Hochveredlung von Baumwollgeweben u. v. a. verschönern das Aussehen und erleichtern die Pflege.

Der Bedarf an Leder ist in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen. Auch hier ist die chemische Industrie in der Lage, Substitutionsprodukte zu liefern. So findet Syntheseleder eine immer größere Anwendung. Steigende Lederpreise haben auch die Bemühungen um den Schuhoberledermarkt verstärkt. Ein hoher finanzieller Aufwand ist nötig und, wie ein bekanntes Beispiel zeigt, nicht immer erfolgreich. Der chemischen Industrie ist es mittlerweile aber gelungen, Produkte zu entwickeln, deren Qualität dem natürlichen Material ebenbürtig, in manchem sogar überlegen ist.

3. Chemie im Alltag

Täglich kommt jeder Mensch, oft ohne es zu wissen, mit Erzeugnissen der Chemie in Berührung. Der Einsatz von Chemieprodukten als Werkstoffe, vor allem für Gegenstände des täglichen Bedarfs, bietet vielfältige Vorteile und wird deshalb stark forciert.

Kunststoffe spielen heute auch im Bausektor eine große Rolle. Schalldämmstoffe, Dichtungsstoffe, Wärme- und Kälteschutzmaterialien, Türbeschläge, Verkleidungen und Fensterprofile, um nur einige Anwendungsgebiete zu nennen, sind heute aus diesem Material. Für einen großen Teil der Rohrleitungen innerhalb und außerhalb des Hauses sowie für Heizöltanks findet Niederdruckpolyäthylen Verwendung. Eine Zukunft wird den Flächenheizleitern vorausgesagt.

Die Rolle der chemischen Zusätze bei der Beton- und Mörtelverarbeitung ist den Fachleuten seit langem bekannt. Sie tragen wesentlich zur Beschleunigung

des Bauverlaufs bei. Auf Dispersionsfarben und -leime zur Herstellung von Anstrichfarben und kunstharzgebundenen Putzen kann man heute nicht mehr verzichten. Sie bieten nicht nur Schutz gegen äußere Einflüsse sondern ermöglichen gleichzeitig eine gefällige farbliche Gestaltung.

Ob Rohbau, ob Außenbau oder Innenbau — die Chemie liefert für alle Zwecke eine Vielzahl von Produkten, die unmöglich alle hier auch nur annähernd aufgezählt werden können.

Eine Bauweise aber ist besonders mit dem Namen der Chemie verbunden: das textile Bauen. Wenn Sie heute immer häufiger Tragflughallen als Schwimmbadüberdachung, als Tennishallen oder als Lagerhallen sehen, dann sind das nur einige Beispiele für die unzähligen Möglichkeiten, die erst durch hochfeste Chemiefasern realisiert werden konnten. Diese Filamente sind fester, leichter und elastischer als Stahl und zugleich auch fester und haltbarer als die Produkte der lebenden Natur.

Hochfeste Chemiefasern, mit dem Schwergewicht auf Polyester, eröffnen in der Zukunft manch neue Anwendungsgebiete. So hat Professor Frei-Otto eine Stadt in der Arktis entworfen, die von einem textilen Flächengebilde geschützt wird. Er hat auch vorgeschlagen, derartige Gewebe als Schattenspender zu verwenden, um so eine landwirtschaftliche Nutzung der Wüste zu ermöglichen.

Auch im Wohnsektor hat die Chemie ihren Einzug gehalten. Chemiefasern werden in Teppichböden, Gardinen und Möbeln, ja sogar zu Tapeten verarbeitet. Harnstoff- und Phenolleime ermöglichen die Herstellung von Preßplatten, aus denen unsere Gebrauchsmöbel heute überwiegend hergestellt werden.

Immer mehr finden Kunststoffe bei der Möbelherstellung Verwendung. Sie lassen eine Formgebung zu, wie sie mit konventionellen Werkstoffen kaum möglich wäre. Sie sind darüberhinaus formstabil. Bei der Fertigung von Kunststoffmöbeln können einige Bearbeitungsstufen eingespart werden. Dies läßt erwarten, daß trotz der relativ hohen Investitionen hierfür auf lange Sicht ihre Herstellung billiger ist als die konventioneller Möbel.

Im Heimtextilbereich zeichnet sich eine Entwicklung ab, die Non-wovens bevorzugt. Diese sind leicht herzustellen und besonders pflegeleicht, was in Zukunft immer wichtiger werden wird. Es gibt bereits heute Non-wovens-Stoffe, die sich fünfmal waschen bzw. reinigen lassen.

Im Bereich der Hausfrau hat sich die Chemie als willkommener Helfer erwiesen. Spülmittel und Waschmittel aus chemischen Substanzen erleichtern die Arbeit oder wirken gar selbsttätig.

Küchengeräte können unter Verwendung von Kunststoffen platzsparend gebaut werden. So hat die Hausfrau — selbst in einer kleinen Küche — stets alle Geräte zur Verfügung, die sie benötigt. Kunststoffbeschichtete Pfannen und Töpfe verhindern das Anbacken. Kunststoffbehälter sind leichter sauber zu halten und weniger bruchempfindlich. Durch ihre antistatische Ausrüstung sind sie auch für staubförmiges und feinkörniges Material zu verwenden.

Treibmittel werden nicht nur für Körpersprays eingesetzt, sondern haben mittlerweile in vielen anderen Gebieten Anwendung gefunden. Kleiderpflege, Schuhpflege, Behandlung von Möbeln, Vernichtung von Ungeziefer — in allen Fällen werden Fluorkohlenwasserstoffe als Treibmittel verwendet.

Verpackungen in Klarsichthüllen sind hygienischer, die Folien erleichtern auch die Aufbewahrung. Viele Gegenstände des täglichen Bedarfs sind nur noch zur einmaligen Verwendung gedacht. Noch vor nicht allzulanger Zeit wäre der zunehmende Gebrauch von Einweg- oder Wegwerfgegenständen als die kommende Entwicklung bezeichnet worden. Alvin Toffler hat in seinem „Zukunftsschock“ sogar die Gesellschaft der kommenden Jahrhunderte als „Wegwerfgesellschaft“ bezeichnet. Unter dem Eindruck der Umweltdiskussion, aber auch der augenblicklichen Versorgungslücke wird man diese Tendenz mit etwas größerer Vorsicht betrachten müssen. Die Chemie wird hinsichtlich der Beschaffung der Rohstoffe, der Preisgestaltung und auch der Beseitigung der Abfälle vor manches Problem gestellt werden. Ich bin aber sicher, daß Lösungen gefunden werden, die keinen Rückschritt bedeuten.

Die Chemie hat seit langem ihren Stammpfad im Büro gefunden. Tinte, Kohlepapier, Bleistifte und Farbband haben einen schüchternen Anfang gemacht. Heute haben Magnetbänder und Magnetplatten, Kopier- und Vervielfältigungsgeräte die Büroarbeit verändert.

Wir haben jetzt bereits viele Verbraucherbereiche gestreift. Ich glaube, es ist aber auch einmal interessant, ein einzelnes Wirtschaftsgut zu betrachten und festzustellen, welche chemischen Produkte im Verlaufe seiner Herstellung benötigt werden. Als Beispiel möchte ich das Kraftfahrzeug wählen.

Zur Bearbeitung von Metalloberflächen werden Metallhilfsmittel benötigt. Salzsäure und Schwefelsäure zum Beizen. Beizbäder werden mit Natronlauge neutralisiert. Kühl- und Schmiermittel braucht man für die spanabhebende Verformung und als Korrosionsschutz, Elektrolyte zum Elektropolieren. Kunststoffe finden in zunehmendem Maß Einsatz im Kraftfahrzeug selbst. Armaturen, Teile des Motors bis zu ganzen Karosserien werden daraus gefertigt. Für einen Mercedes 280 werden beispielsweise 71 kg Kunststoff benötigt, für einen VW 40 kg.

Bezugsstoffe und Autohimmel werden heute vorwiegend aus Chemiefasern hergestellt, auch Kunstleder findet Verwendung. Textile Fußbodenbeläge und Sicherheitsgurte verdanken wir den Chemiefasern. Für all diese Zwecke benötigen wir auch Textilfarbstoffe. Kunststoffe, Gummiteile und Lacke werden mit Pigmenten eingefärbt.

Autolacke dienen dem Schutz und der Verschönerung. Heute arbeitet man vielfach mit wasserlöslichen Lacken, um auf organische Lösungsmittel verzichten zu können. Ein weiterer bedeutsamer Schritt ist der totale Verzicht auf Lösungsmittel. Durch ein spezielles Verfahren werden die Beschichtungsmaterialien pulverisiert und im Wirbelsinterverfahren bzw. mittels elektrostatischem Spritzen auf den Untergrund aufgebracht.

Bremsflüssigkeiten und Frostschutzmittel stellt ebenfalls die Chemie her, und an den Beinen des Autos,

den Reifen, ist sie mit Reifenkord und Synthekautschuk beteiligt. Auch zum Betrieb von Klimaanlagen benötigt man ein Produkt der Chemie, nämlich Fluorkohlenwasserstoff.

4. Chemie für Gesundheit und Hygiene

Die Arzneimittelwissenschaft hat in den letzten 50 Jahren mehr Erfolge erzielt als in der gesamten vorangegangenen Zeit. Der Großteil dieser Erfindungen resultiert aus Forschungsergebnissen der letzten 20 Jahre. Ein sehr großer Teil der pharmazeutischen Spezialitäten aber, die derzeit angeboten werden, sind erst in den letzten 10 Jahren verfügbar geworden.

Noch um die Jahrhundertwende betrug die mittlere Lebenserwartung eines Menschen in Europa etwa 40 Jahre. Heute rechnet man mit 71 Jahren. Pharmazeutika, Hygienemaßnahmen und besserer Ernährung haben wir den Erfolg zu verdanken. Diesen „Dienst an der Menschheit“ darf sich die Chemie zu ganz wesentlichen Teilen auf ihre Fahnen schreiben.

Die Chemie begleitet den Menschen durch sein ganzes Leben. Moderne Hygiene und Medizin schützen die werdende Mutter und den Säugling. Impfungen und rechtzeitige Behandlung von Kinderkrankheiten, wie Masern, Scharlach oder Diphtherie, vorbeugende Behandlung gegen Rachitis haben sich als weiterer Segen erwiesen. Die Immunisierung gegen frühere Plagen der Menschheit ist ein weiteres Betätigungsfeld für den Pharmazeuten. Pocken und Kinderlähmung sind bei uns heute nahezu ausgestorben. Man weiß heute kaum noch, daß auch Europa einmal von der Pest gezeißelt wurde.

Vor 40 Jahren starben in Deutschland noch 60.000 Menschen an Lungenentzündung, heute ist es nur noch ein Bruchteil. Die Todesrate bei Tuberkuloseerkrankungen ging seit 1940 um 80 % zurück. Von 100 Menschen mit perforiertem Blinddarm hatten vor 25 Jahren nur 30 eine Überlebenschance, heute praktisch jeder. Wesentlich haben wir das dem Penicillin und den modernen Antibiotika zu verdanken. Während Penicillin bereits in den dreißiger Jahren entdeckt wurde, haben doch gerade die neueren Entwicklungen auf dem Antibiotikagebiet, die erst in den letzten Jahren zum Tragen kamen, zum entscheidenden Durchbruch verholfen. Als epochemachende Erfindung will ich auch die Sulfonamide hier nicht unerwähnt lassen.

Vergessen sollten wir auch die Tropenkrankheiten nicht. Obwohl die Voraussetzungen zur Bekämpfung wesentlich ungünstiger waren als bei Krankheiten in unseren Breitengraden, ist der Kampf gegen Malaria und Schlafkrankheit als Beispiel mit großem Erfolg geführt worden.

Unendlich viel hat der Diabetiker der Pharmazie zu verdanken. Das Insulin bedeutet für ihn die Begnadigung eines zum Tode Verurteilten. Heute ist es bereits gelungen, das früher nur aus den Bauchspeicheldrüsen von Rindern zu gewinnende Mittel synthetisch im Labormaßstab herzustellen. Heute können viele Diabetiker auf die Injektion von Insulin verzichten und stattdessen die leichter zu handhabenden oralen Antidiabetika verwenden, die auf Basis Sulfonylharnstoff hergestellt werden.

Herz-Kreislaufkrankungen sind seit vielen Jahren besonders häufig zu beobachten. Wirksame Heilmittel werden vervollkommen und neu entwickelt.

Der Einsatz von Medikamenten in der Psychiatrie stellte ein neues Anwendungsgebiet dar. Die Psychopharmaka haben uns die Hoffnung gegeben, auch den psychisch Kranken wirkungsvoll helfen zu können.

Wesentliche Hilfe leistet die Chemie bei operativen Eingriffen. Ohne Inhalationsnarkotika sowie Sterilisations- und Desinfektionsmittel wären viele Erfolge der Chirurgie nicht möglich. Erst Präparate zur Bewältigung des Immunitätsproblems haben Transplantationen von Organen durchführbar gemacht. Die erzielten Lösungen sind jedoch noch nicht in allen Fällen befriedigend, sodaß die Forschung den Abstoßreaktionen weiterhin ihre Aufmerksamkeit widmen muß.

Sicher interessiert es Sie besonders, zu erfahren, woran die Chemie auf dem medizinischen Gebiet heute bevorzugt arbeitet. Die Forscher werden versuchen, Mittel gegen Tumorerkrankungen zu finden, sowie die Frühdiagnose zu verbessern. Auf dem Herz-Kreislaufgebiet wird das Schwergewicht auf Coronardilatoren, Antiarrhythmica und β -Blockern liegen. Stoffwechselerkrankungen, Antidiabetika mit Langzeitwirkung, Antibiotika mit verändertem, teilweise auch erweitertem Wirkungsspektrum, Ovulationsregulatoren, Breitband-Antivirusemittel sind nur einige Gebiete, denen die pharmazeutische Forschung besondere Bedeutung beimißt.

Generell kann gesagt werden, daß die Chemie anstrebt, wenn möglich Medikamente für den präventiven Einsatz zu entwickeln. Im Jahre 2000, so glauben amerikanische Experten, werden 75 % aller medizinischen Maßnahmen präventiven und nur noch 25 % kurativen Charakter haben. Heute dürfte das Verhältnis umgekehrt liegen.

Die Überwindung der großen Seuchen ist nicht allein das Verdienst der Medizin. Die Hygiene hat ihnen die Möglichkeit der Entstehung und der Weiterentwicklung genommen — mit Hilfe der Chemie. Krankheitsüberträger, wie Ratten, Mäuse, Flöhe, Wanzen und sonstiges Getier, werden mit chemischen Mitteln erfolgreich bekämpft. Seifen, Putz-, Wasch- und

Reinigungsmittel ermöglichen es, Mensch, Haus und Umgebung sauber zu halten und Krankheitserreger gar nicht erst entstehen zu lassen.

Ich habe nun versucht, Ihnen einmal aufzuzeigen, wie stark die Chemie in alle Lebensbereiche hineinwirkt. Von der Vielzahl chemischer Produkte, die weltweit angeboten werden, konnte ich Ihnen selbstverständlich nur einen kleinen Ausschnitt präsentieren. Ich hoffe aber dennoch, deutlich gemacht zu haben, wie wichtig die Chemie für uns alle ist.

Um der Menschheit dienen zu können, muß die Chemie wachsen. Noch immer sind viele Aufgaben gestellt, die zum Wohle aller gelöst werden müssen. Eine wachsende Zahl von Menschen will ernährt und gekleidet werden, ihr muß Gesundheitsfürsorge garantiert werden. Wie ist das zu erreichen ohne Wachstum?

Sicherlich sind die Untersuchungen des "Club of Rome" und der Versuch, ein Weltmodell aufzustellen, vom Prinzip her zu begrüßen. Ganz sicher sind aber auch die Ergebnisse der vorliegenden Studie nicht als Dogma zu betrachten, denn unter anderem werden viele Einflußfaktoren zu grob angesetzt, zukünftige Innovationen nicht berücksichtigt. Es ist unzweifelhaft ein Verdienst, auf vor uns liegende Gefahren aufmerksam gemacht zu haben, nur wäre es in meinen Augen gänzlich falsch, daraus eine Philosophie des Stillstandes abzuleiten.

Noch immer hat der Mensch die auf ihn zukommenden Probleme gelöst. Es hieße, ihn zu unterschätzen, wollte man daran nicht glauben. Schon oft wurde von den „Grenzen des Wachstums“ gesprochen, noch nie wurden sie erreicht. Weder erfüllten sich die pessimistischen Prognosen von Robert Malthus (um 1800), noch brachte irgendeine andere Krise die Welt zum Stehen. Im Gegenteil, die Anstrengungen zur Behebung einer Mangellage führten meist zu einer Überschusssituation.

Rohstoffversorgung, Umweltverschmutzung, Bevölkerungswachstum, um nur einiges zu nennen, werden den menschlichen Erfindergeist bestimmt sehr auf die Probe stellen. Wir alle werden uns möglicherweise in unseren Lebensgewohnheiten umstellen, vielleicht auch teilweise einschränken müssen. Ich bin aber fest überzeugt, daß es uns gelingen wird, auch diese Aufgaben zu lösen. Die Chemie wird jedenfalls das ihre dazu tun.

Schl u ß w o r t

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

Sehr geehrte Damen und Herren!

Wir haben nunmehr 2 1/2 Tage im Rahmen der 13. Internationalen Chemiefasertagung bei Vorträgen und gemeinsamen Diskussionen unter dem Titel „Chemiefasern und moderne Technologien ihrer Verarbeitung“ verbracht und an Podiumsdiskussionen über Texturier-, Konfektions- und Spinnprobleme teilgenommen. Auch Fragen des Offen-End-Spinnens wurden eingehend behandelt. Ihre zahlreiche Teilnahme an den einzelnen Vorträgen und die regen Diskussionen im Anschluß daran haben Ihr deut-

liches Interesse an den behandelten Themenkreisen aufgezeigt, und ich darf deshalb nun bei Abschluß unserer diesjährigen Dornbirner Tagung der Hoffnung Ausdruck geben, daß Sie alle in Ihrem Fachwissen und mit zahlreichen wertvollen Anregungen bereichert Ihre Rückreise antreten, um die gewonnenen Erkenntnisse zum Nutzen Ihrer Unternehmen einzusetzen.

Ich danke Ihnen allen, insbesondere aber den Vortragenden an der heurigen Veranstaltung, aufrichtig für Ihre Bemühungen.

Ich gebe Ihnen schon jetzt den Termin der nächstjährigen Dornbirner Chemiefasertagung bekannt:

Die 14. Internationale Chemiefasertagung wird wieder in Dornbirn, und zwar vom 24. bis 26. 9. 1975, stattfinden und sich mit Umweltschutzproblemen der Chemiefaserindustrie, mit Ausrüstungs- und Verarbeitungsverfahren, wie etwa der schweren Entflammbarkeit u. a., befassen. Darf ich Sie schon heute zu dieser Veranstaltung herzlich einladen und Ihnen nun noch eine gute Rückreise wünschen.

INSERENTENVERZEICHNIS

	Seite
BASF Österreich Ges.m.b.H., 1131 Wien	212/213
Chemiefaser Lenzing AG, 4860 Lenzing	
Faserverkauf	61
SFA/SFM	107
Chemische Fabrik Stockhausen & Cie., D-415 Krefeld	85
Wilhelm Höhnel KG, 4021 Linz	153
Lindemann KG, D-4000 Düsseldorf	163
Wilhelm Neuber KG, Chemische Fabrik, 1061 Wien	133
Österreichische Chemische Werke Ges.m.b.H., 1151 Wien	133
W. Schlafhorst & Co., D-4050 Mönchengladbach	47
Robert Streit, 3302 Amstetten	97
Ing. Gottfried Tschamler, 1191 Wien	11

*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